



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS

INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

DEPARTAMENTO DE ENERGÍA Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

**PROYECTO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE INGENIERO AUTOMOTRIZ**

AUTOR: ROSERO GAVIDIA MIGUEL ANGEL

**TEMA: IMPLEMENTACIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS
AUTOMATIZADO PARA EL DIAGNÓSTICO DEL MOTOR
OPTRA 1.8 DEL LABORATORIO DE AUTOTRÓNICA**

DIRECTOR: ING. ERAZO GERMÁN

CODIRECTOR: ING. QUIROZ JOSÉ

LATACUNGA, MAYO 2014

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS – ESPE

CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo: MIGUEL ANGEL ROSERO GAVIDIA

DECLARO QUE:

El proyecto de grado denominado **“IMPLEMENTACIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS AUTOMATIZADO PARA EL DIAGNÓSTICO DEL MOTOR OPTRA 1.8 DEL LABORATORIO DE AUTOTRÓNICA”**, ha sido desarrollado con base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros, conforme las citas que constan al pie de las páginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía.

Consecuentemente este trabajo es de mi autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico del proyecto de grado en mención.

Latacunga, Mayo del 2014.

Miguel Angel Rosero Gavidia

CI: 210042029-4

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS – ESPE**CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ****CERTIFICADO**

ING. GERMÁN ERAZO (DIRECTOR)

ING. JOSÉ QUIROZ (CODIRECTOR)

CERTIFICAN

Que el trabajo titulado “**IMPLEMENTACIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS AUTOMATIZADO PARA EL DIAGNÓSTICO DEL MOTOR OPTRA 1.8 DEL LABORATORIO DE AUTOTRÓNICA**” realizado por el Señor MIGUEL ANGEL ROSERO GAVIDIA, ha sido guiado y revisado periódicamente y cumple con normas estatutarias establecidas por la ESPE, en el Reglamento de Estudiantes de la Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE.

Debido a que constituye un proyecto de excelente contenido científico que contribuirá a la aplicación de conocimientos y al desarrollo profesional, por lo que si recomendamos su publicación.

El mencionado trabajo consta de un documento empastado y un disco compacto los cuales contienen los archivos en formato portátil de Acrobat (pdf). Autorizan al Señor MIGUEL ANGEL ROSERO GAVIDIA que lo entregue al ING. JUAN CASTRO, en su calidad de Director de la Carrera.

Latacunga, Mayo del 2014.

Ing. Germán Erazo
DIRECTOR

Ing. José Quiroz
CODIRECTOR

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS – ESPE

CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

AUTORIZACIÓN

Yo: MIGUEL ANGEL ROSERO GAVIDIA

Autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE la publicación, en la biblioteca virtual de la institución el trabajo denominado **“IMPLEMENTACIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS AUTOMATIZADO PARA EL DIAGNÓSTICO DEL MOTOR OPTRA 1.8 DEL LABORATORIO DE AUTOTRÓNICA”**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y autoría.

Latacunga, Mayo del 2014.

Miguel Angel Rosero Gavidia

CI: 210042029-4

DEDICATORIA

El presente trabajo de grado lo dedico de manera especial a Dios por guiarme siempre, a mis padres Francisco y Blanca por haberme brindado su apoyo, confianza y dedicación en todo momento.

A mi familia, amigos y personas que formaron parte de mi formación personal y académica; ya que con su ayuda y especial comprensión he podido culminar este proyecto.

Miguel Angel Rosero Gavidia

AGRADECIMIENTO

Agradezco hoy y siempre:

A Dios, por guiar mi camino día a día y por darme la serenidad y perseverancia para no ocultar nunca de mí vista el objetivo por el que he trabajado.

A mis padres que con sacrificio y humildad me han sabido aconsejar para alcanzar esta meta, convirtiéndose en el pilar fundamental de mi vida.

A mis amigos, compañeros y familiares; que con sus palabras y acciones supieron fortalecerme durante este trayecto.

Miguel Angel Rosero Gavidia

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD	II
CERTIFICADO.....	III
AUTORIZACIÓN.....	IV
DEDICATORIA	V
AGRADECIMIENTO	VI
ÍNDICE DE CONTENIDOS	VII
ÍNDICE DE TABLAS	X
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XII
RESUMEN.....	XVI
ABSTRACT.....	XVII
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO 1.....	3
EL PROBLEMA.....	3
1.1 ANTECEDENTES	3
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	4
1.3 OBJETIVOS	5
1.3.1 OBJETIVO GENERAL	5
1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	5
1.4 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA.....	5
CAPÍTULO 2.....	7
MARCO TEÓRICO	7
2.1 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	7
2.1.1 DESCRIPCIÓN GENERAL	7
2.1.2 IDENTIFICACIÓN DEL MOTOR	8
2.2 MOTOR CHEVROLET OPTRA T18SED DOHC L-4.....	9
2.2.1 SISTEMA DE ALIMENTACIÓN DE COMBUSTIBLE	9
2.2.2 MODOS DE OPERACIÓN DEL SISTEMA DE ALIMENTACIÓN DE COMBUSTIBLE.....	15
2.2.3 SISTEMA DE ADMISIÓN DE AIRE.....	18

2.2.4	SISTEMA DE CONTROL ELECTRÓNICO	20
2.2.5	SENSORES	25
2.2.6	ACTUADORES	31
2.2.7	SISTEMA DE AUTODIAGNÓSTICO.....	34
2.2.8	SISTEMA DE ENCENDIDO DIS	36
CAPÍTULO 3.....		40
PLANTEAMIENTO DE HIPÓTESIS.....		40
3.1	HIPÓTESIS	40
3.2	VARIABLES DE INVESTIGACIÓN	40
3.2.1	VARIABLE INDEPENDIENTE.....	40
3.2.2	VARIABLE DEPENDIENTE	41
CAPÍTULO 4.....		42
IMPLEMENTACIÓN Y PUESTA A PUNTO DEL MOTOR DEL CHEVROLET OPTRA 1.8.....		42
4.1	GENERALIDADES.....	42
4.2	ADQUISICIÓN DE COMPONENTES.....	42
4.3	CONSTRUCCIÓN DEL BASTIDOR PARA SOPORTE DEL MOTOR.....	44
4.3.1	ELABORACIÓN DEL BASTIDOR	44
4.3.2	PINTURA.....	45
4.4	ENSAMBLE DEL MOTOR, CONEXIONES ELÉCTRICAS Y PUESTA A PUNTO.....	46
4.4.1	PAUTAS INICIALES.....	46
4.4.2	ENSAMBLE DEL MOTOR EN LA ESTRUCTURA.....	47
4.4.3	CIRCUITOS ELÉCTRICOS.....	48
4.4.4	ESTUDIO Y DATOS DE FUNCIONAMIENTO	53
4.5	ENCENDIDO POR TECLADO	80
4.5.1	COMPONENTES ELECTRÓNICOS	81
4.5.2	CONSTRUCCIÓN DE PLACA DE CONTROL E INSTALACIÓN....	82
4.5.3	PASOS PARA ACTIVAR Y DESACTIVAR EL SISTEMA.....	84
4.6	PRESENTACIÓN FINAL.....	86

CAPÍTULO 5.....	87
DIAGNÓSTICO Y CÓDIGOS DE FALLA.....	87
5.1 CÓDIGOS DE FALLA	87
5.1.1 PROBLEMAS EN EL SENSOR MAP.....	87
5.1.2 PROBLEMAS EN EL SENSOR IAT	90
5.1.3 PROBLEMAS EN EL SENSOR ECT	92
5.1.4 PROBLEMAS EN EL SENSOR TPS.....	94
5.1.5 PROBLEMAS EN EL SENSOR CMP.....	96
5.1.6 PROBLEMAS EN EL SENSOR CKP	98
5.1.7 PROBLEMAS EN EL SENSOR EGO.....	99
5.1.8 PROBLEMAS EN LOS INYECTORES.....	101
5.1.9 PROBLEMAS EN EL SISTEMA DE ENCENDIDO.....	102
5.1.10 PROBLEMAS EN LA BOBINA DE IGNICIÓN	103
5.2 HERRAMIENTAS DE DIAGNÓSTICO	104
5.2.1 SCANNER-OSCILOSCOPIO CARMAN SCAN VG.....	105
5.2.2 INTERFAZ ELM 327 BLUETOOTH.....	109
CAPÍTULO 6.....	116
MARCO ADMINISTRATIVO	116
6.1 RECURSOS	116
6.1.1 RECURSOS HUMANOS.....	116
6.1.2 RECURSOS TECNOLÓGICOS	116
6.1.3 RECURSOS MATERIALES	117
6.2 PRESUPUESTO	118
6.3 CRONOGRAMA.....	120
CONCLUSIONES	121
RECOMENDACIONES.....	123
BIBLIOGRAFÍA	124
NETGRAFÍA	125
ANEXOS	127

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1.	Especificaciones Técnicas Motor CHEVROLET OPTRA 1.8....	8
Tabla 2.2.	Información de los pines del conector A	22
Tabla 2.3.	Información de los pines del conector B	24
Tabla 3.1.	Operacionalización de la variable independiente	40
Tabla 3.2.	Operacionalización de las variables dependientes	41
Tabla 4.1.	Detalle de componentes mecánicos	43
Tabla 4.2.	Detalle de componentes eléctricos y electrónicos	44
Tabla 4.3.	Detalle de los fluidos para motor.....	48
Tabla 4.4.	Identificación de colores de cable	48
Tabla 4.5.	Información de conector alternador	54
Tabla 4.6.	Funcionamiento de los electroventiladores	54
Tabla 4.7.	Información de conector electroventilador baja	55
Tabla 4.8.	Información de conector electroventilador alta	55
Tabla 4.9.	Información de conector SWITCH RON	56
Tabla 4.10.	Selección de octanos.....	56
Tabla 4.11.	Información de conector Sensor ECT	57
Tabla 4.12.	Valores del Sensor ECT	57
Tabla 4.13.	Información de conector Sensor IAT.....	59
Tabla 4.14.	Valores del Sensor IAT	59
Tabla 4.15.	Información de conector Sensor TPS	60
Tabla 4.16.	Valores de resistencia a 0% de apertura del Sensor TPS	60
Tabla 4.17.	Valores del Sensor TPS.....	61
Tabla 4.18.	Información de conector Sensor MAP	62
Tabla 4.19.	Valores de resistencia a 10 PSI del Sensor MAP	62
Tabla 4.20.	Valores del Sensor MAP.....	62
Tabla 4.21.	Información de conector Sensor EGO	64
Tabla 4.22.	Valores del Sensor EGO.....	64
Tabla 4.23.	Información de conector Sensor CMP	65
Tabla 4.24.	Valores de resistencia del Sensor CMP.....	65
Tabla 4.25.	Valores del Sensor CMP (Señal)	66
Tabla 4.26.	Información de conector Sensor CKP	67

Tabla 4.27.	Valores de resistencia del Sensor CKP	67
Tabla 4.28.	Información de conector Sensor KS	69
Tabla 4.29.	Valores de resistencia del Sensor KS.....	69
Tabla 4.30.	Valores de resistencia de los inyectores.....	70
Tabla 4.31.	Información conector de inyectores	71
Tabla 4.32.	Información de conector válvula IAC	73
Tabla 4.33.	Información de conector sistema DIS	74
Tabla 4.34.	Valores de resistencia de los bobinados secundarios	74
Tabla 4.35.	Valores de resistencia de los cables de alta tensión.....	74
Tabla 4.36.	Información de conector válvula EGR.....	75
Tabla 4.37.	Información de conector válvula EVAP	76
Tabla 4.38.	Información de conector módulo bomba de combustible	76
Tabla 4.39.	Información de conector DLC	78
Tabla 4.40.	Información de conector A	79
Tabla 4.41.	Información de conector B	79
Tabla 5.1.	Condiciones de funcionamiento MAP	88
Tabla 5.2.	Condiciones de funcionamiento IAT	90
Tabla 5.3.	Condiciones de funcionamiento ECT	92
Tabla 5.4.	Condiciones de funcionamiento TPS	94
Tabla 6.1.	Recursos Humanos	116
Tabla 6.2.	Recursos Tecnológicos.....	116
Tabla 6.3.	Recursos materiales mecánicos	117
Tabla 6.4.	Recursos materiales eléctricos y electrónicos	118
Tabla 6.5.	Presupuesto.....	119

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1.	Árbol del problema.....	4
Figura 2.1.	Ubicación de identificación del motor.....	8
Figura 2.2.	Sistema de alimentación sin retorno	9
Figura 2.3.	Módulo bomba combustible	11
Figura 2.4.	Esquema de regulador sistema sin retorno	12
Figura 2.6.	Riel de presión	13
Figura 2.7.	Ubicación de los inyectores	15
Figura 2.8.	Representación de lazo abierto	17
Figura 2.9.	Representación de lazo cerrado	17
Figura 2.10.	Conjunto depurador	19
Figura 2.11.	Procesamiento de señales en la unidad de control.....	21
Figura 2.12.	Identificación de conectores en la ECM.....	22
Figura 2.13.	Vista del conector A (Gris) extremo del arnés.....	22
Figura 2.14.	Vista del conector B (Negro) extremo del arnés	23
Figura 2.15.	Relación Temperatura-Resistencia sensor ECT	25
Figura 2.16.	Relación Temperatura-Resistencia sensor IAT.....	26
Figura 2.17.	Formación de la curva del CKP	28
Figura 2.18.	Representación de tipos de mezclas	30
Figura 2.19.	Sección de la válvula EGR neumática	33
Figura 2.20.	Sistema de encendido DIS.....	37
Figura 2.21.	Esquema de la bobina de encendido DIS.....	38
Figura 4.1.	Banco antes de iniciado el proyecto	42
Figura 4.2.	Bastidor en proceso de construcción	45
Figura 4.3.	Estructura terminada.....	45
Figura 4.4.	Puntos de referencia de la distribución	46
Figura 4.5.	Diagrama del circuito de refrigeración	47
Figura 4.6.	Presentación parcial-Ensamble mecánico	47
Figura 4.7.	Circuito eléctrico arranque, carga y encendido.....	49
Figura 4.8.	Circuito eléctrico suministro voltaje, masa y conexión sensores de posición	50
Figura 4.9.	Circuito eléctrico conexión sensores control de mezcla.....	51

Figura 4.10. Circuito eléctrico conexión actuadores	52
Figura 4.11. Circuito eléctrico sistema DIS y alimentación de combustible	53
Figura 4.12. Ubicación del conector alternador.....	53
Figura 4.13. Vista del conector alternador	54
Figura 4.14. Circuito eléctrico electroventiladores	55
Figura 4.15. Ubicación del SWITCH RON	56
Figura 4.16. Vista del conector SWITCH RON	56
Figura 4.17. Ubicación del Sensor ECT	57
Figura 4.18. Vista del conector Sensor ECT	57
Figura 4.19. Oscilograma del Sensor ECT.....	58
Figura 4.20. Ubicación del Sensor IAT	58
Figura 4.21. Vista del conector Sensor IAT.....	58
Figura 4.22. Oscilograma del Sensor IAT	59
Figura 4.23. Ubicación del Sensor TPS	60
Figura 4.24. Vista del conector Sensor TPS	60
Figura 4.25. Oscilograma del Sensor TPS.....	61
Figura 4.26. Ubicación del Sensor MAP	61
Figura 4.27. Vista del conector Sensor MAP	62
Figura 4.28. Oscilograma del Sensor MAP	63
Figura 4.29. Ubicación del Sensor EGO	63
Figura 4.30. Vista del conector Sensor EGO	63
Figura 4.31. Oscilograma del Sensor EGO.....	64
Figura 4.32. Ubicación del Sensor CMP	65
Figura 4.33. Vista del conector Sensor CMP	65
Figura 4.34. Oscilograma del Sensor CMP a ralentí.....	66
Figura 4.35. Oscilograma del Sensor CMP a revoluciones altas	66
Figura 4.36. Ubicación del Sensor CKP.....	67
Figura 4.37. Vista del conector Sensor CKP.....	67
Figura 4.38. Oscilograma del Sensor CKP a ralentí	68
Figura 4.39. Oscilograma del Sensor CKP a altas revoluciones.....	68
Figura 4.40 Ubicación del Sensor KS	69
Figura 4.41. Vista del conector Sensor KS	69
Figura 4.42. Ubicación conectores de los inyectores.....	70
Figura 4.43. Vista del conector Inyector.....	70

Figura 4.44. Oscilograma del Inyector a ralentí	71
Figura 4.45. Oscilograma del Inyector a altas revoluciones.....	71
Figura 4.46. Circuito eléctrico IAC	72
Figura 4.47. Ubicación de la válvula IAC	72
Figura 4.48. Vista del conector válvula IAC	73
Figura 4.49. Ubicación del conector sistema DIS	73
Figura 4.50. Vista del conector sistema DIS	73
Figura 4.51. Ubicación de la válvula EGR	74
Figura 4.52. Vista del conector válvula EGR.....	75
Figura 4.53. Ubicación de la válvula EVAP	75
Figura 4.54. Vista del conector válvula EVAP.....	75
Figura 4.55. Ubicación del conector módulo bomba de combustible	76
Figura 4.56. Vista del conector módulo bomba de combustible.....	76
Figura 4.57. Circuito eléctrico del conector DLC.....	77
Figura 4.58. Ubicación del conector DLC	77
Figura 4.59. Vista del conector DLC	78
Figura 4.60. Vista del conector A.....	78
Figura 4.61. Vista del conector B.....	79
Figura 4.62. Circuito eléctrico panel de instrumentos	80
Figura 4.63. Distribución de pines Microcontrolador ATMEGA8A.....	81
Figura 4.64. Pantalla LCD.....	82
Figura 4.65. Quemador de Microcontroladores casa Atmel	83
Figura 4.66. Instalación del sistema de encendido por teclado.....	83
Figura 4.67. Mensaje inicial de bienvenida en la pantalla	84
Figura 4.68. Mensaje de ingreso de clave	85
Figura 4.69. Mensaje de ingreso correcto de clave	85
Figura 4.70. Presentación final del banco.....	86
Figura 5.1. Implementos del CARMAN SCAN VG	105
Figura 5.2. Puntos de conexión del CARMAN SCAN VG	106
Figura 5.3. Presentación de la pantalla principal	106
Figura 5.4. Pantalla de presentación de sectores y modelos.....	107
Figura 5.5. Ubicación de la marca del vehículo	107
Figura 5.6. Ubicación del modelo del vehículo.....	107
Figura 5.7. Ubicación del sistema de interés	108

Figura 5.8. Pantalla de opciones de osciloscopio	108
Figura 5.9. Presentación de opciones de gráfica	109
Figura 5.10. Icono del software.....	110
Figura 5.11. Interfaz conectada al conector DLC.....	110
Figura 5.12. Selección del dispositivo.....	111
Figura 5.13. Ingreso de código de emparejamiento.....	111
Figura 5.14. Confirmación de puertos de comunicación del dispositivo....	112
Figura 5.15. Presentación de la pantalla de Inicio	112
Figura 5.16. Pantalla Estado de Sistema.....	113
Figura 5.17. Pantalla Códigos de Error.....	113
Figura 5.18. Pantalla Datos en Tiempo Real en Gráficos	114
Figura 5.19. Pantalla Datos en Tiempo Real en Tablas.....	114
Figura 5.20. Pantalla Datos en Tiempo Real con Medidores	115
Figura 5.21. Presentación en forma de tablero	115

RESUMEN

El trabajo de investigación, “IMPLEMENTACIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS AUTOMATIZADO PARA EL DIAGNÓSTICO DEL MOTOR OPTRA 1.8 DEL LABORATORIO DE AUTOTRÓNICA” considera el estudio de contenidos relacionados con la electrónica aplicada al campo automotriz en lo referente al control de inyección y encendido electrónico, así como utilización de herramientas modernas de diagnóstico. Se implementó un banco de pruebas del motor **T18SED DOHC L-4** perteneciente al vehículo CHEVROLET OPTRA 1.8. Se generó la guía didáctica con información de funcionamiento de los sistemas que intervienen en el control de inyección y encendido electrónico y los procedimientos de diagnóstico de las averías más comunes de este motor. La puesta en operación del banco se refiere a mediciones realizadas a sensores, actuadores y sistemas involucrados en este motor empleando herramientas modernas de medición y exploración; para obtener parámetros de funcionamiento de los sistemas y puntos de referencia para trabajar en el diagnóstico de averías. El proyecto es una herramienta de aprendizaje que beneficiará a todos los involucrados en el campo automotriz, facilitando la comprensión del funcionamiento, diagnóstico y reparación de averías que involucran estos sistemas mediante la utilización de herramientas y procedimientos recomendados por el fabricante.

Palabras claves:

Actuadores eléctricos, diagnóstico de fallas, encendido electrónico, herramientas de medición, inyección electrónica, sensores.

ABSTRACT

The research, “**IMPLEMENTATION OF AN AUTOMATED TEST BENCH FOR THE DIAGNOSIS OF THE OPTRA 1.8 ENGINE OF THE AUTOTRONICS LABORATORY**”, considered the study of related contents to applied electronics in the automotive field, referring to the injection control, electronic ignition, and the use of modern diagnosis tools. A test bench was implemented for the engine **T18ED DOHC L-4** belonging to the automobile CHEVROLET OPTRA 1.8. A didactic guide was generated with information about the function of the intervening systems in the injection control and electronic ignition, and the diagnostic processes of the common failures in this engine. The performance response of the test bench refers to the measurements done to the sensors, actuators, and involving system of the engine, using modern measurement tools and reference points to work in the failures diagnosis. This project is a learning tool that will benefit all stakeholders in the automotive field, facilitating the comprehension of the working, diagnosis, and failures fixing of these systems by the implementation of tools and procedures recommended by the factory.

Key words:

Electric actuators, failure diagnosis, electronic ignition, measurement tools, electronic injection, sensors.

INTRODUCCIÓN

El trabajo de investigación, **“IMPLEMENTACIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS AUTOMATIZADO PARA EL DIAGNÓSTICO DEL MOTOR OPTRA 1.8 DEL LABORATORIO DE AUTOTRÓNICA”** relaciona diversos conocimientos adquiridos durante el transcurso de mi formación académica.

El control de inyección y encendido se desarrolla de manera electrónica; inevitablemente la electrónica llegará a dominar el panorama de la inyección de combustible, revolucionará los sistemas de encendido e instrumentación relacionada con el diagnóstico con la finalidad de reducir la contaminación y mejorar cada vez más las prestaciones de los motores.

El trabajo fomenta la implementación de un banco de pruebas del motor **T18SED DOHC L-4** perteneciente al vehículo CHEVROLET OPTRA 1.8 y la investigación de contenidos relacionados con la electrónica aplicada al campo automotriz tratando de que el estudiante obtenga un conocimiento claro en la manipulación de componentes que intervienen en el control de inyección y encendido electrónico como sensores y actuadores, así como manejo de herramientas modernas para el correcto diagnóstico de los sistemas del motor.

El capítulo 1, presenta el análisis metodológico del problema a resolver y objetivos.

El capítulo 2, abarca el marco teórico para el desarrollo del presente proyecto de investigación.

El capítulo 3, plantea la hipótesis y la Operacionalización de las variables.

El capítulo 4, presenta el proceso de construcción y puesta en operación del banco de pruebas, publicación de parámetros de funcionamiento de los sistemas involucrados.

El capítulo 5, presenta el estudio de los posibles códigos de falla que pueden generarse durante el funcionamiento del banco y utilización de herramientas de diagnóstico.

El capítulo 6, contempla el marco administrativo donde se detallan el presupuesto y recursos empleados en el proyecto.

CAPÍTULO 1

EL PROBLEMA

1.1 ANTECEDENTES

Sin lugar a dudas la inyección de combustible y encendido han recorrido un largo camino durante los últimos años.

Con la rápida evolución de los motores de los automóviles, el viejo carburador y distribuidor empezaron a no conseguir suplir las necesidades de los nuevos vehículos, en lo que se refiere a la contaminación, ahorro de combustible, potencia, respuestas rápidas en las aceleraciones; llegando a ser prácticamente obsoletos.

Partiendo de esa constatación; muchas empresas automotrices desarrollaron sistemas de inyección electrónica de combustible y sistemas de encendido más eficientes, que tiene por objetivo proporcionar al motor un mejor rendimiento con más ahorro, en todos los regímenes de funcionamiento.

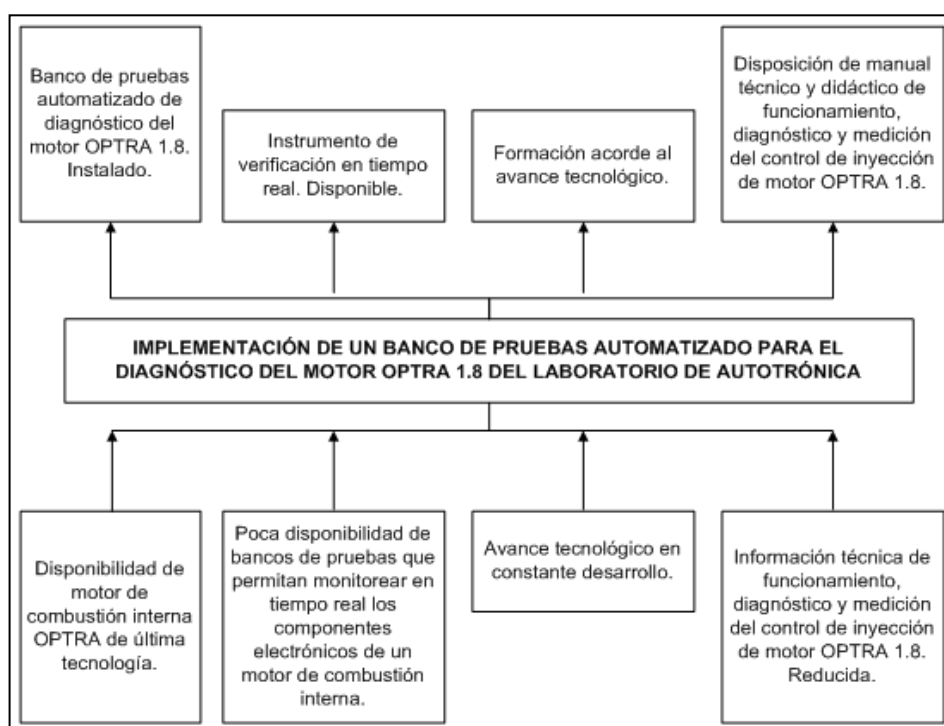
Sin duda esto influyó a General Motors y particularmente a CHEVROLET en su decisión de desarrollar y producir vehículos con sistemas de operación y control cada vez más modernos y sofisticados.

Actualmente el control de inyección e ignición se maneja de manera electrónica; inevitablemente, la electrónica llegará a dominar el panorama de la inyección de combustible y revolucionará los sistemas de encendido e instrumentación relacionada con el diagnóstico.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La globalización e incursión de nuevas tecnologías ha permitido que los avances tecnológicos relacionados con motores de combustión interna y sus sistemas estén en constante desarrollo y actualización.

Un claro ejemplo es la disponibilidad de un motor de combustión interna de un vehículo CHEVROLET OPTRA de última tecnología en el Laboratorio de AUTOTRÓNICA, que sin duda puede ser objeto de estudio.



Fuente: Miguel Angel Rosero

Figura 1.1. Árbol del problema

Este proyecto nace con la idea de fomentar en los estudiantes una formación acorde con los avances tecnológicos.

Por lo cual tomamos como base la idea de que en la Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE existe la alta disponibilidad de obtener bancos de pruebas que permitan monitorear en tiempo real los componentes electrónicos del motor de combustión interna, al igual que ampliar y/o

actualizar la información técnica de funcionamiento, diagnóstico y medición del control de inyección y encendido electrónico del motor CHEVROLET OPTRA 1.8.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 OBJETIVO GENERAL

Implementar un banco de pruebas automatizado del motor OPTRA 1.8 del laboratorio de AUTOTRÓNICA para realizar el monitoreo y seguimiento de variables de operación en tiempo real.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Poner en operación el motor OPTRA 1.8 en sus componentes mecánicos y electrónicos.
- Implementar un instrumento virtual de diagnóstico y medición del control electrónico de inyección.
- Simular pruebas del comportamiento del motor a diferentes condiciones.
- Disponer de información técnica de funcionamiento, diagnóstico y medición de los componentes electrónicos afines al control de inyección y encendido del motor OPTRA 1.8.

1.4 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

La razón para realizar este proyecto se da con el objetivo de disponer de una herramienta que permite incursionar en nuevas tecnologías y en sistemas de control aplicados en motores de combustión interna.

Es importante recalcar que se cuenta con los implementos necesarios para cumplir con este proyecto, como son la alta disponibilidad de medios

físicos e intelectuales; además la elaboración de este planteamiento implica la aplicación de conocimientos, habilidades y destrezas adquiridos en diferentes áreas durante la etapa de estudiante.

Con la realización de esta idea se podrá disponer de un material muy útil y accesible para los diferentes laboratorios y estudiantes que conforman la carrera de Ingeniería Automotriz, permitiendo que el estudiante pueda explotar al máximo los conocimientos adquiridos en las aulas; dentro de las capacidades están el entendimiento, manipulación de los distintos sistemas así como la adquisición de medidas rápidas y eficientes de diagnóstico y solución de fallas.

CAPÍTULO 2

MARCO TEÓRICO

2.1 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1.1 DESCRIPCIÓN GENERAL

Motor tipo T18SED DOHC L-4, significa doble árbol de levas en culata y lineal de 4 cilindros. También es conocido como motor Opel Familia II ya que está basado en el principio de diseño desarrollado originalmente por Opel; que como características tiene bloque de hierro fundido, sistema DOHC, tren de válvulas accionada por correa dentada, culata de aluminio además la correa acciona la bomba de agua.

Muchas empresas filiales a General Motors incluyendo Daewoo Motors han utilizado este diseño. Estos motores fueron construidos exclusivamente en la planta de motores Bupyeong (Corea del Sur) por Daewoo Motors también conocido como GM Daewoo o GM Korea.

Motor comercializado y conocido como D-TEC por GMDAT (General Motors Daewoo Auto and Technology), con potencia de 121 HP y 1.8 L para América del Sur.

Otra forma de reconocer estos motores es por el código RPO (Opción de Producción Regular); que son tres dígitos, representadas con letras y números únicos para cada tipo de motor, en este caso el código RPO es L79.

Tabla 2.1. Especificaciones Técnicas Motor CHEVROLET OPTRA 1.8

Aplicación	Especificación	
	Sistema Métrico	Sistema Inglés
DATOS GENERALES		
Tipo	T18SED DOHC L-4	
Desplazamiento	1799 cm ³	109.7 in ³
No. Válvulas	16	
RPO	L79	
Diámetro	81.6 mm	3.21 in
Carrera	86 mm	3.38 in
Relación de Compresión	9.8:1	
Potencia Máxima a 5800 RPM	90 kW	120.7 HP
Torque Máximo a 4000 RPM	165 Nm	121.5 lb-ft
Orden de Encendido	1-3-4-2	
Holgura Electrodo de Bujía	0.9 - 1.1 mm	0.035 - 0.043 in
Sistema de Combustible	Inyección de Combustible Multipunto (MPFI) Secuencial	
Sistema de Lubricación	4.0 L	4.2 qt
Sistema de Refrigeración	7.4 L	7.8 qt

Fuente: Manual de Servicio Optra

2.1.2 IDENTIFICACIÓN DEL MOTOR

Es el código de información único para cada motor, que va impreso en la parte posterior del lado derecho del bloque del motor.



Fuente: Miguel Angel Rosero

Figura 2.1. Ubicación de identificación del motor

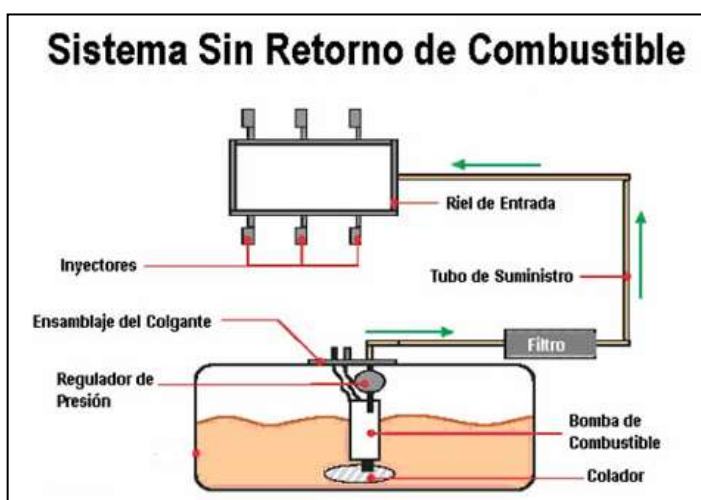
Este código nos da la información acerca de este motor, en este caso es: **T18SED 143496.**

- **T:** Nos indica que cumple con las normativas europeas de emisiones EURO III.
- **18:** Posee una cilindrada total de 1.8 litros.
- **S:** Indica el rango de relación de compresión (9.5:1-10.0:1), en este caso tenemos una relación de 9.8:1.
- **E:** Sistema de Inyección de Combustible Multipunto.
- **D:** Manufacturado por Daewoo Motors.
- **143496:** Número secuencial de fabricación y distribución en el mercado.

2.2 MOTOR CHEVROLET OPTRA T18SED DOHC L-4

2.2.1 SISTEMA DE ALIMENTACIÓN DE COMBUSTIBLE

Coello E. (2005) “El sistema de alimentación sin retorno trata de mantener a todos los elementos más importantes dentro del depósito, dejando fuera de él solamente a la cañería de presión de alimentación que se conecta con el riel de inyectores. Al riel, por lo tanto, le llega la presión filtrada, estabilizada y regulada al valor de trabajo. En este caso, los inyectores solamente serán comandados por la Computadora para entregar la cantidad de combustible necesario.”



Fuente: ITA, Información Técnica Automotriz

Figura 2.2. Sistema de alimentación sin retorno

Whitacre E. (2005) “Un sistema de combustible sin retorno reduce la temperatura interna del tanque de combustible al no retornar el combustible caliente del motor.”

El tanque de combustible almacena al suministro de combustible. Una bomba de combustible estilo turbina eléctrica se conecta al ensamblaje del emisor de combustible dentro del tanque de combustible. La bomba de combustible suministra combustible de presión alta a través del filtro de combustible.

La bomba de combustible proporciona un flujo más alto que el requerido por el sistema de inyección de combustible. El regulador de presión de combustible mantiene la presión adecuada en el sistema de inyección de combustible.

La bomba de combustible y el ensamblaje del emisor contienen una válvula de retención de flujo inverso. La válvula de retención y el regulador de presión de combustible mantienen la presión de combustible en el tubo de alimentación de combustible y el riel de combustible para evitar períodos largos de arranque.

a. MÓDULO BOMBA COMBUSTIBLE

El modulo bomba combustible o ensamblaje del emisor de combustible se encuentra dentro del tanque de combustible y contiene los siguientes elementos:

- Filtro primario o pre-filtro.
- Bomba de combustible.
- Válvula de retención de flujo inverso.
- Regulador de combustible.
- Sensor de nivel de combustible.



Fuente: GM & MOBIS CO., LTD-NINGBO

Figura 2.3. Módulo bomba combustible

Watson B. (1994) “La bomba de combustible tiene aspas propulsoras de alta velocidad. Es capaz de bombear combustible a presiones y volúmenes mucho más altos que llegan a necesitar el motor o el sistema de inyección. Este tipo de bomba impulsa al combustible, pero no lo succiona.”

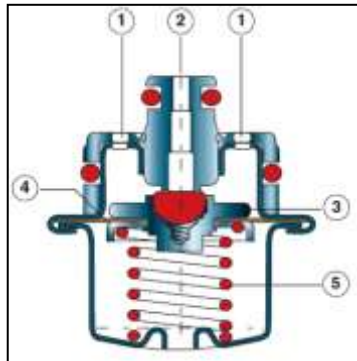
La bomba de combustible es una bomba eléctrica de alta presión. Como la bomba adquiere una temperatura bastante alta durante su funcionamiento, se la ha diseñado para que esté inmersa en el mismo depósito, con lo cual el mismo combustible se encarga de enfriarla.

Whitacre E. (2005) “El módulo de control controla el funcionamiento de la bomba eléctrica de combustible a través de un relevador de la bomba de combustible. El tubo flexible de la bomba de combustible sirve para amortiguar los pulsos de combustible y los ruidos generados por la bomba de combustible.”

El regulador de presión de combustible forma parte del ensamble del emisor de combustible, eliminando la necesidad de un tubo de retorno del motor.

Whitacre E. (2005) “El regulador de presión de combustible es una válvula de alivio tipo diafragma. El diafragma tiene presión de combustible a un lado y presión del resorte del regulador en el otro lado. El regulador de

presión del combustible mantiene combustible disponible para los inyectores a una presión regulada.”



Fuente: BOSCH

Figura 2.4. Esquema de regulador sistema sin retorno

1 Entrada de combustible. 2 Retorno de combustible. 3 Soporte de la válvula. 4 Diafragma. 5 Resorte de presión.

b. FILTRO DE COMBUSTIBLE

Watson B. (1994) “El filtro de combustible es la línea principal de defensa contra la contaminación por partículas resistentes en los inyectores.”

El filtro está diseñado de un papel micro poroso de alta calidad, el cual puede retener impurezas hasta de 2 a 3 micrones. Este papel es arrollado convenientemente dentro de un cuerpo metálico antioxidante, dentro del cuerpo también ha sido instalado un filtro de malla.



Fuente: Miguel Angel Rosero

Figura 2.5. Filtro de combustible

Adicionalmente, el filtro posee siempre una dirección de flujo, a la cual se la identifica por una flecha grabada en su cuerpo.

c. RIEL DE PRESIÓN O DE INYECTORES

Coello E. (2005) “Para mantener una presión igual en todos y cada uno de los inyectores del sistema, se ha diseñado un elemento que esté conectado con ellos y los aloje, al cual se lo alimenta de la presión del combustible proveniente de la bomba.”

Whitacre E. (2005) “El riel de combustible está montado en el distribuidor de admisión y distribuye el combustible a cada cilindro a través de inyectores de combustible individuales.”

El riel de combustible consta de 3 partes:

- Tubo que transporta combustible a cada inyector.
- Puerto de prueba de presión de combustible.
- Puerto de conexión del amortiguador-acumulador de presión.



Fuente: Miguel Angel Rosero

Figura 2.6. Riel de presión

d. INYECTORES

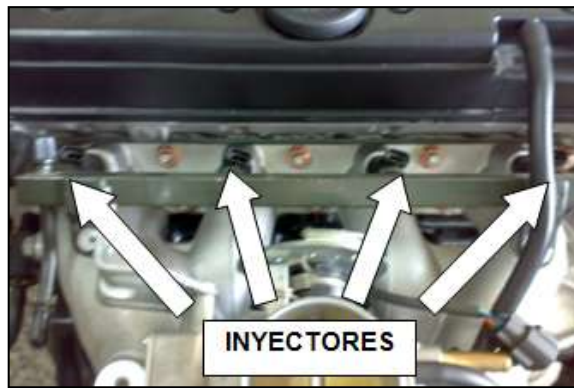
Arias-Paz M. (2004) “Son válvulas electromagnéticas de inyección, inyectan en el tubo de admisión y se activan por la unidad de control quién decide la cantidad adecuada de combustible en cada momento.”

Cuando la bobina está sin corriente, el muelle y la fuerza de la presión del combustible aprietan la aguja de la válvula con la bola de obturación contra el asiento de válvula cónico. Cuando la bobina recibe corriente se origina un campo magnético que atrae la armadura del electroimán siendo esta armadura la aguja de la válvula. La bola de obturación se separa del asiento de la válvula y se inyecta el combustible. Cuando se desconecta la corriente se cierra de nuevo la aguja de la válvula por la fuerza del muelle.

Whitacre E. (2005) “La placa de control o disco tiene agujeros trabajados a máquina que controlan el flujo de combustible, generando un patrón de aspersion cónico de combustible finamente pulverizado en la punta del inyector de combustible. El combustible de la punta se dirige a la válvula de admisión, ocasionando que éste se encuentre más atomizado y vaporizado antes de ingresar a la cámara de combustión.”

El motor es alimentado con combustible por inyectores de combustible individuales, uno para cada cilindro, que son controlados por el módulo de control del motor (ECM). El ECM controla cada inyector de combustible al encender la bobina del inyector de combustible por un breve período una vez cada segunda revolución del motor.

El período en que el inyector de combustible enciende se llama ancho de pulso y se mide en milisegundos. El ancho de pulso es calculado por el ECM para entregar la cantidad correcta de combustible para control de emisiones y maniobrabilidad apropiada.



Fuente: Miguel Angel Rosero

Figura 2.7. Ubicación de los inyectores

Whitacre E. (2005) “El cálculo de ancho de pulso se basa en la relación de flujo del inyector de combustible, la relación de aire/combustible deseada y la masa de aire real en cada cilindro. El ancho de pulso también es ajustado para el voltaje de la batería, ajuste de combustible a corto plazo y largo plazo.”

Los ajustes de corto y largo plazo son ajustes fino y bruto al ancho de pulso que están diseñados para maximizar la maniobrabilidad y control de emisiones.

2.2.2 MODOS DE OPERACIÓN DEL SISTEMA DE ALIMENTACIÓN DE COMBUSTIBLE

Watson B. (1994) “La inyección de combustible de General Motors tiene modos distintos de operación.”

Aunque cada uno de estos modos es un programa separado dentro del ECM, todos ellos actúan juntos para asegurar un buen funcionamiento, emisiones bajas y una buena economía del combustible.

La administración de combustible durante la puesta en marcha es un poco diferente que la administración de combustible durante el funcionamiento del motor. Cuando el motor empieza a girar, es posible que

un primer pulso se inyecte para el inicio de velocidad. Una vez el ECM determina en dónde esté el motor en orden de explosión, el ECM inicia a enviar pulsos a los inyectores de combustible. El ancho de pulso durante la puesta en marcha se basa en la temperatura del refrigerante y la carga del motor.

Bajo ciertas condiciones, el sistema de abastecimiento de combustible apagará los inyectores de combustible por un período. El corte de combustible se utiliza para ahorrar combustible, mejorar las emisiones y proteger el vehículo bajo ciertas condiciones extremas o de abuso.

a. MODO DE ARRANQUE

Cuando el ECM detecta pulsos de referencia del sensor de posición del cigüeñal (CKP), el ECM activará la bomba de combustible. Durante este modo la relación aire-combustible se enriquece ligeramente para facilitar el arranque.

b. MODO DE ARRANQUE CON MOTOR AHOGADO

Cuando se está arrancando el motor y el acelerador está más del 80% abierto, se entra en el modo de arranque con motor ahogado el cual cierra completamente los inyectores o empobrece la relación aire-combustible aproximadamente 20:1.

c. MODO EN MARCHA

El modo de funcionamiento o marcha tiene 2 condiciones denominadas: Lazo abierto y Lazo cerrado.

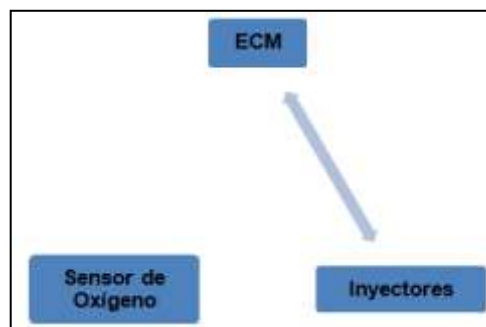
Lazo abierto.

Durante un funcionamiento de lazo abierto, el ECM ignora las señales de los sensores de oxígeno y calcula el ancho de pulso del inyector de

combustible requerido basado principalmente en las salidas de los sensores MAP, IAT y ECT.

El ECM funciona en circuito abierto hasta que se cumplen las siguientes condiciones:

- El sensor de oxígeno tiene un voltaje de salida variable, que indica que está lo suficientemente caliente para que funcione correctamente.
- El sensor de ECT está por arriba de la temperatura especificada.
- Una cantidad específica de tiempo ha transcurrido después del arranque.

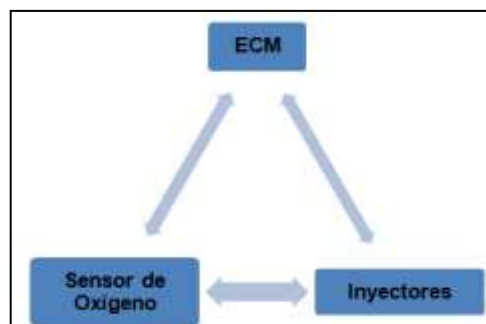


Fuente: Miguel Angel Rosero

Figura 2.8. Representación de lazo abierto

Lazo cerrado.

Durante el funcionamiento de lazo cerrado, el ancho de pulso del inyector de combustible se basa en la señal del sensor de oxígeno. El ECM utiliza la señal del sensor de oxígeno para mantener la relación de aire/combustible lo más parecido a 14.7:1 como sea posible.



Fuente: Miguel Angel Rosero

Figura 2.9. Representación de lazo cerrado

d. MODO EN ACELERACIÓN

El ECM supervisa los cambios en la TP y en las señales del sensor MAP para determinar cuándo se está acelerando el motor. Entonces, el ECM aumentará el ancho de pulso del inyector para abastecer más combustible para obtener un rendimiento mejorado.

e. MODO DE DESACELERACIÓN

El ECM supervisa los cambios en la TP y en las señales del sensor MAP para determinar cuándo se está desacelerando el motor. El ECM luego reducirá el ancho de pulso del inyector o incluso apagará los inyectores por períodos cortos para reducir las emisiones de escape y mejorar la desaceleración (frenado con motor).

f. MODO CORTE DE COMBUSTIBLE

Para evitar autoencendido o que el motor continúe en funcionamiento, no se distribuye combustible a los inyectores de combustible cuando la ignición se apaga. Para evitar el llenado, no se suministra combustible a los inyectores de combustible cuando no se reciben pulsos de referencia del sensor CKP.

2.2.3 SISTEMA DE ADMISIÓN DE AIRE

Arias-Paz M. (2004) “En el funcionamiento del motor de gasolina con sistemas de inyección, la masa de aire aportada es decisiva para conseguir un buen par motor y por tanto buena potencia.”

El sistema de inducción de aire proporciona aire con oxígeno para el proceso de combustión. El depurador de aire evita que entre suciedad al motor. Se succiona aire exterior al ensamble inferior del depurador de aire y pasa por el elemento depurador de aire. A continuación, el aire entra al

ensamble superior del depurador de aire y fluye a través del ducto de aire de entrada hacia el cuerpo del acelerador y hacia el múltiple de admisión.

a. DEPURADOR

Gerschler H. (1985) “El filtro de aire tiene la misión de limpiar de modo eficaz el aire de combustión aspirado sin que el paso de aire sea impedido con ello. Tiene además la misión de amortiguar los fuertes ruidos de la aspiración.”



Fuente: Miguel Angel Rosero

Figura 2.10. Conjunto depurador

El resonador ayuda a que el motor sea más silencioso y más potente, ya que controla las ondas de presión de aire formadas en el recorrido de la admisión de aire.

b. CUERPO DE ACELERACIÓN

Es un componente necesario dentro de este subsistema, ya que contiene distintos elementos necesarios para controlar el flujo de aire aspirado, además de influir directamente en la formación de gas inerte en el llenado de los cilindros y por tanto en los gases de escape.

Contiene a la mariposa de aceleración que es accionada mecánicamente por cable, que está unido al pedal del acelerador. La posición de la misma es informada a la ECM por el sensor TPS.

Cuando el motor esta frio es necesario que exista más cantidad de aire, de ahí la necesidad de contar con un actuador de aire (válvula IAC) que aporte aire adicional, situado en una derivación del conducto de admisión, también regula la marcha en ralentí.

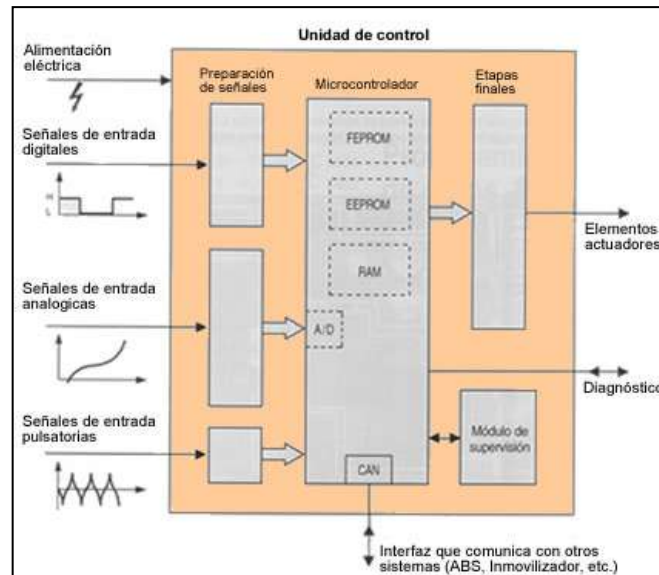
c. MÚLTIPLE DE ADMISIÓN

Es una pieza única formada por la unión de conductos individuales fabricados de aluminio, encargados de asegurar una cantidad equitativa de admisión de aire a cada cilindro.

El múltiple es diseñado de tal forma que reduzca al máximo el rozamiento de aire, además de asegurar un flujo sin turbulencias y evitar condensaciones.

2.2.4 SISTEMA DE CONTROL ELECTRÓNICO

El sistema electrónico se compone de sensores que miden las condiciones de servicio del sistema electrónico, éstas señales se evalúan y procesan en la unidad de control y finalmente los actuadores convierte las señales eléctricas de salida de la unidad de control en señales mecánicas.



Fuente: Aficionados a la Mecánica

Figura 2.11. Procesamiento de señales en la unidad de control

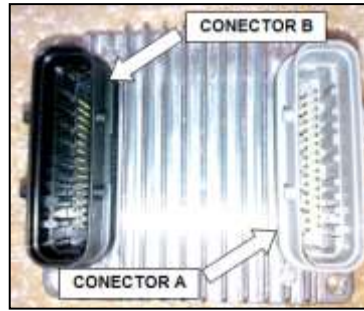
Arias-Paz M. (2004) “La unidad de control es el puesto central desde el cual se regulan las funciones de un sistema electrónico en el vehículo motorizado.”

Coello E. (2005) “La computadora debe recibir señales de todos los sensores, señales que las procesa, las filtra, las compara y amplifica, para enviar a los actuadores uno o varios pulsos de corriente, por un determinado tiempo para hacerlos “actuar”, de acuerdo a su función individual.”

El módulo de control del motor (ECM) puede suministrar 5 voltios, 12 voltios o tierra a varios sensores o interruptores. El ECM controla los circuitos de salida al controlar la tierra o el circuito de alimentación de potencia a través de los transistores.

a. DISTRIBUCIÓN DE PINES ECM

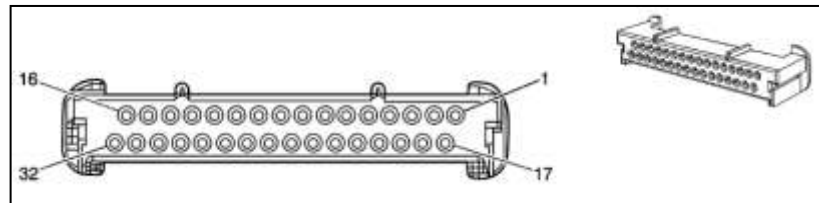
La ECM se comunica con los diferentes componentes del sistema electrónico por medio de dos conectores A y B. El arnés consta de dos conectores de igual forma y tamaño, únicamente diferenciados por el color.



Fuente: Miguel Angel Rosero

Figura 2.12. Identificación de conectores en la ECM

La ECM utilizada en este modelo de motor T18SED DOHC L-4 es Delphi-HV-240 de 32 bits con 64 pines.



Fuente: Manual de Servicio Optrá

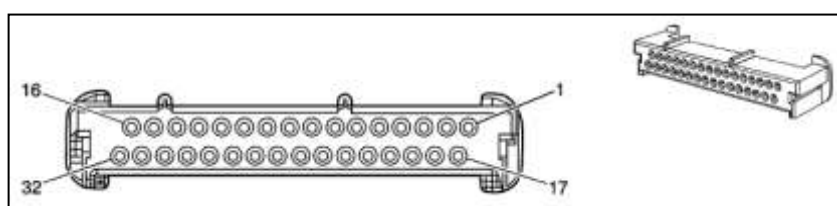
Figura 2.13. Vista del conector A (Gris) extremo del arnés

Tabla 2.2. Información de los pines del conector A

Pin #	Color del cable	Función
1	BK/WH	Tierra
2	BK/WH	Tierra
3	YE/BK	Señal del sensor de golpeteo (KS)
4	D-GN	Control de la válvula de recirculación de gases de escape (EGR)
5	_	Sin uso
6	YE/BK	Baja referencia
7	D-BU	Señal del sensor de posición del acelerador (TPS)
8	PK/BK	Control del inyector de combustible 3
9	BK	Control del inyector de combustible 1
10	BK/WH	Baja referencia
11	YE	Señal del sensor de temperatura del refrigerante del motor (ECT)
12	D-GN/RD	Baja referencia del sensor de oxígeno (EGO)
13	PU/WH	Control alto de la bobina B del control de aire en marcha mínima (IAC)

14	—	Sin uso
15	GY	Referencia de 5 voltios
16	OG/BK	Baja referencia
17	BK/WH	Tierra
18	L-BU	Control de la bobina de ignición 1 y 4
19	D-GN/WH	Control de la bobina de ignición 2 y 3
20	D-GN/WH	Control del solenoide de purga del depósito de emisión de gases (EVAP)
21	D-BU/WH	Señal del sensor de posición del cigüeñal (CKP)
22	L-GN/BK	Control del inyector de combustible 2
23	BN	Referencia de 5 voltios del sensor de temperatura de aire de admisión (IAT)
24	L-GN	Señal del sensor de presión absoluta del múltiple de admisión (MAP)
25	BN/WH	Señal del sensor de posición del árbol de levas (CMP)
26	L-BU/BK	Control del inyector de combustible 4
27	GY	Señal del sensor de oxígeno (EGO)
28	BN	Control alto de la bobina A del control de aire en marcha mínima (IAC)
29	WH	Control bajo de la bobina B del control de aire en marcha mínima (IAC)
30	YE/WH	Control bajo de la bobina A del control de aire en marcha mínima (IAC)
31	L-BU/BK	Referencia de 5 voltios
32	BK/YE	Baja referencia

Fuente: Manual de Servicio Optra



Fuente: Manual de Servicio Optra

Figura 2.14. Vista del conector B (Negro) extremo del arnés

Tabla 2.3. Información de los pines del conector B

Pin #	Color del cable	Función
1	PU/WH	Baja referencia
2	OG	Voltaje positivo de la batería
3	PK/D-BU	Voltaje de ignición 1
4-6	–	Sin uso
7	L-BU	Señal del sensor de presión del refrigerante A/C (ACP)
8	L-BU	Señal del interruptor de octanos
9	GY	Señal de velocidad del motor
10	D-GN/WH	Señal de solicitud de A/C
11	–	Sin uso
12	D-BU	Control del relevador del ventilador de alta velocidad
13	–	Sin uso
14	PU	Datos seriales altos de red CAN
15	PU	Datos seriales DLC
16	–	Sin uso
17	GY	Referencia de 5 voltios
18	OG	Voltaje positivo de la batería
19	GY	Indicador de combustible
20-21	–	Sin uso
22	PU	Señal del interruptor de octanos
23	D-GN/WH	Señal de velocidad del vehículo (transmisión manual)
24	D-GN	Señal del indicador del sensor de temperatura del refrigerante del motor (ECT)
25	–	Sin uso
26	D-GN/WH	Control del relevador de la bomba de combustible
27	D-GN/WH	Control del relevador del ventilador de baja velocidad
28	D-GN	Voltaje de bobina del embrague del compresor de A/C
29	–	Sin uso
30	YE	Datos seriales bajos de red CAN
31	WH	Señal del sensor de nivel de combustible
32	BN/WH	Control de la luz del indicador de mal funcionamiento (MIL)

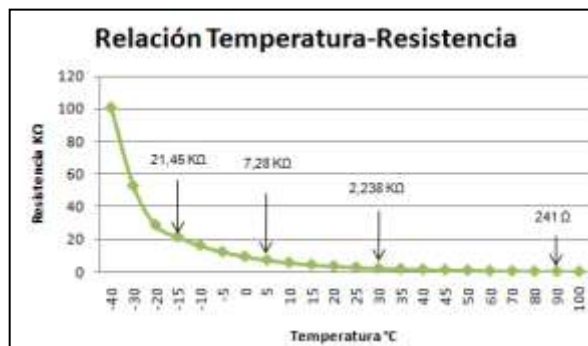
Fuente: Manual de Servicio Optra

2.2.5 SENSORES

a. SENSOR DE TEMPERATURA DEL REFRIGERANTE DEL MOTOR (ECT)

Coello E. (2005) “Esta señal informa a la Computadora la temperatura del refrigerante del motor, para que la Computadora pueda enriquecer automáticamente la mezcla aire-combustible cuando el motor está frío y la vaya empobreciendo paulatinamente con el incremento de la temperatura, hasta llegar a la temperatura ideal de trabajo, en cuyo caso se inyectara suficiente combustible para formar la mezcla.”

Se utiliza un sensor del tipo termistor o resistencia NTC (coeficiente negativo de temperatura), quiere decir que la resistencia irá disminuyendo con el incremento de la temperatura medida.



Fuente: Miguel Angel Rosero

Figura 2.15. Relación Temperatura-Resistencia sensor ECT

Informa al Módulo de Control Electrónico del Motor la temperatura del refrigerante del motor, para:

- Corregir la dosificación de combustible.
- Corregir el tiempo de encendido.
- Control de la marcha ralentí.
- Control de la EGR.
- Control del electroventilador.

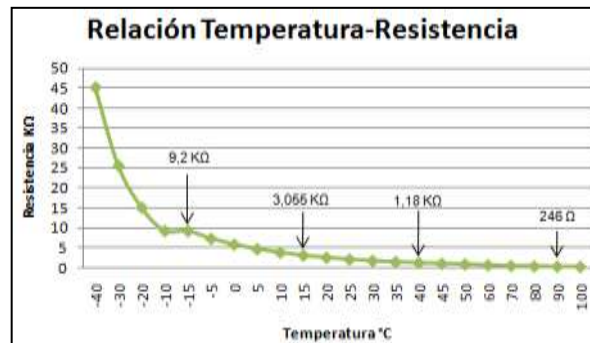
b. SENSOR DE TEMPERATURA DEL AIRE DE ADMISIÓN (IAT)

Watson B. (1994) “Se utiliza para medir la temperatura, y por tanto la densidad del aire en el múltiple de admisión.”

Cuando el aire está frío, sus moléculas estarán muy comprimidas, lo que significa que el número de moléculas en este volumen de aire medido será mayor. En cambio, cuando el aire se calienta, ocurre todo lo contrario.

Dependiendo de la masa de aire medida, la Computadora decidirá el valor exacto de combustible que debe ser inyectado, para que la mezcla sea ideal en todas las condiciones.

Se utiliza un sensor del tipo termistor o resistencia NTC (coeficiente negativo de temperatura), quiere decir que la resistencia irá disminuyendo con el incremento de la temperatura medida.



Fuente: Miguel Angel Rosero

Figura 2.16. Relación Temperatura-Resistencia sensor IAT

c. SENSOR DE PRESIÓN ABSOLUTA DEL MÚLTIPLE DE ADMISIÓN (MAP)

Watson B. (1994) “Es un dispositivo de resistencia piezoeléctrico que cambia un voltaje de referencia de 5 voltios en respuesta a los cambios en la presión del múltiple. Al incrementarse la presión del múltiple o carga del

motor (mariposa aceleración abierta), el voltaje en el sensor también se incrementa.”

Si la presión es baja (mucho vacío) la carga del motor es pequeña y el PCM inyectará poco combustible. Si en cambio la presión en el múltiple es alta (presión atmosférica o próxima a ella) el PCM interpretará que la carga al motor es grande e inyectará mas combustible.

Se lo puede relacionar con la medición de la presión atmosférica existente, de tal manera que la ECM puede calcular la altura sobre el nivel del mar en el cual está trabajando el motor, esta función es igual a la de un sensor barométrico, de tal manera que cumple dos funciones importantes de forma simultánea.

Por lo que este sensor es importante para:

- Establecer la dosificación de combustible.
- Establecer el avance del encendido.

d. SENSOR DE POSICIÓN DE LA MARIPOSA DE ACELERACIÓN (TPS)

Se utiliza un sensor del tipo potenciómetro, que informa a la ECM la posición exacta de la mariposa de aceleración.

Coello E. (2005) “Este potenciómetro de la mariposa de aceleración está diseñado de unas vías o caminos resistivos, sobre los cuales se desliza un “cursor”, alojado en el brazo y este último gira en conjunto con el eje de la mariposa.”

Watson B. (1994) “El TPS es utilizado por el ECM para tomar decisiones en lo que respecta a qué tanta carga está en el motor y lo que el conductor espera que el motor realice.”

Enviar una señal al Módulo de Control Electrónico del Motor, de acuerdo a la posición de la placa del acelerador y la velocidad de apertura, para:

- Corregir la dosificación de combustible.
- Corregir el avance del encendido.
- Control de la marcha ralentí.
- Control de la EGR.
- Control de los cambios de la A/T (Transmisión Automática).

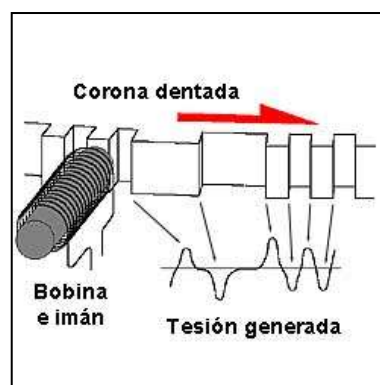
e. SENSOR DE POSICIÓN DEL CIGÜEÑAL (CKP)

Cise Electronics (2010) “El sensor CKP de tipo inductivo genera una onda alterna senoidal con una irregularidad cíclica producida por un faltante de dientes sobre la rueda fónica de excitación montada en el cigüeñal.”

Consta de una bobina arrollada sobre un núcleo de imán enfrentado a la rueda dentada o fónica.

Existen dos diseños de ruedas fónicas:

- La mayoría de los sistemas: 60 dientes – 2 dientes = 58 dientes.
- En el caso de Ford: 36 dientes – 1 diente = 35 dientes.



Fuente: ROLCAR-Refaccionaria Rogelio, S.A.

Figura 2.17. Formación de la curva del CKP

Mientras cada diente de la rueda dentada gira pasando por el sensor, el cambio resultante en el campo magnético crea un pulso de encendido/apagado 58 veces por cada revolución del cigüeñal.

Whitacre E. (2005) “El sensor CKP produce un voltaje de AC de amplitud y frecuencia variable, la frecuencia depende de la velocidad del cigüeñal y la amplitud depende de la posición del cigüeñal.”

El módulo de control del motor (ECM) procesa los pulsos para determinar la posición del cigüeñal. El pulso de la separación de referencia se conoce como el pulso de sincronización y se utiliza para sincronizar la secuencia de explosión de la bobina con la posición del cigüeñal, mientras que los otros dientes proporcionan la ubicación del cilindro durante una revolución.

Si los pulsos del sensor de posición del cigüeñal (CKP) se pierden, el motor no funcionará.

f. SENSOR DE POSICIÓN DEL ÁRBOL DE LEVAS (CMP)

Whitacre E. (2005) “El sensor de posición del árbol de levas (CMP) es un sensor de tipo Efecto Hall, la señal del CMP es un pulso digital de encendido/apagado, el cual produce una salida una vez por revolución del árbol de levas.”

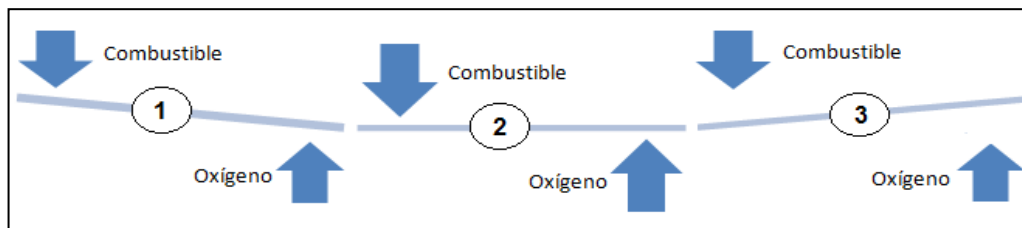
El sensor CMP no afecta directamente el funcionamiento del sistema de ignición, la información del CMP la utiliza el módulo de control del motor (ECM) para determinar la posición del tren de válvulas relativa a la posición del cigüeñal.

Al monitorear las señales del CMP y de posición del cigüeñal (CKP), el ECM puede activar con precisión los inyectores de combustible, esto permite que el ECM calcule el modo de funcionamiento de inyección de combustible secuencial. Si la señal de CMP se pierde mientras el motor está

en marcha, el sistema de inyección de combustible cambiará a un modo de inyección secuencial de combustible calculado basado en el último pulso de inyección de combustible y el motor continuará en marcha.

g. SENSOR DE OXÍGENO (EGO)

Watson B. (1994) “El sensor de oxígeno monitorea la relación aire-combustible al medir la cantidad de oxígeno en los gases del escape. Cuando aumenta el contenido de oxígeno, el voltaje del sensor disminuye a menos de 450 milivolts y el ECM supone que el motor está funcionando con mezcla pobre. Cuando el contenido de oxígeno de los gases del escape disminuye, el voltaje del sensor de oxígeno se incrementa y el ECM supone que el motor está funcionando con mezcla rica.”



Fuente: Miguel Angel Rosero

Figura 2.18. Representación de tipos de mezclas

1 Rica-Sobra combustible. 2 Normal-A 14,7:1 ambos quemados. 3 Pobre-Sobra oxígeno.

El sensor de oxígeno podría describirse como un generador químico. Cuando se le calienta a un mínimo de 600 °F (315 °C), empezará a producir un voltaje entre 100 y 900 milivoltios.

Una vez que se alcanza la temperatura de operación, el sensor empezará a responder a los cambios en el contenido de oxígeno del escape e informar al Módulo de Control Electrónico el contenido de oxígeno de los gases de escape para:

- Establecer la riqueza o pobreza de la mezcla quemada para corregir la dosificación de combustible.

h. SENSOR DE GOLPETEO (KS)

El sensor utiliza una tecnología de cristal piezoeléctrico que produce una señal de voltaje AC de frecuencia y amplitud variables en base a la vibración del motor o el nivel del ruido.

Coello E. (2005) “El material del sensor tiene la característica de generar una tensión eléctrica cuando se produce un golpe del pistón contra las paredes del cilindro, y esta señal se entrega a la Computadora, la misma que ordena el retardo del punto de encendido en el que se localizaba en ese momento.

Si el pistoneo del motor continua, la Computadora retarda unos grados más y así progresivamente, hasta que el sensor ya no detecta este fenómeno, momento en el cual decide nuevamente adelantar el punto de encendido para obtener del motor mayor potencia.”

EHT Motor's (2012) “Cuando una vibración ocurre, el sensor envía un nivel de voltaje determinado directamente proporcional al nivel de la vibración, la ECM almacena dicho nivel de voltaje. Una vez hecho este nivel de señal, si ocurre una nueva vibración que supere el nivel de voltaje almacenado la ECM ordenará un retraso en el tiempo mediante un ajuste en los tiempos de ignición. La ECM hará lo mismo hasta que el motor se quede estable.”

Para determinar qué cilindros están en golpe, el ECM utiliza únicamente información de señal KS cuando cada cilindro está cerca del punto muerto superior (TDC) del ciclo de explosión.

2.2.6 ACTUADORES

Coello E. (2005) Menciona que: “La Computadora debe recibir señales de todos los sensores, señales que las procesa, las filtra, las compara y amplifica, para enviar a los actuadores uno o varios pulsos de

corriente, por un determinado tiempo para hacerlos “actuar”, de acuerdo a su función individual.”

a. VÁLVULA DE CONTROL DE MARCHA MÍNIMA (IAC)

Coello E. (2005) “Desde los primeros sistemas de Inyección, tanto mecánicos como eléctricos, se requería de un sistema que mantenga estables las revoluciones del Motor en Ralentí, desde que ha iniciado su trabajo en Frío hasta llegar a su temperatura normal de trabajo.”

Cuando el motor está frío, requiere ser acelerado levemente para que compense el esfuerzo de sus partes móviles, la densidad del aceite y el trabajo inestable producido por una no muy eficiente combustión, todo ello para mantenerlo en revoluciones de Ralentí de forma estable.

Cuando el motor se calienta, las revoluciones deben ser controladas para que el motor se desacelere y se mantenga en revoluciones estables en Ralentí, ya que al no desacelerarlo, el motor seguiría subiendo hasta llegar a un límite muy superior.

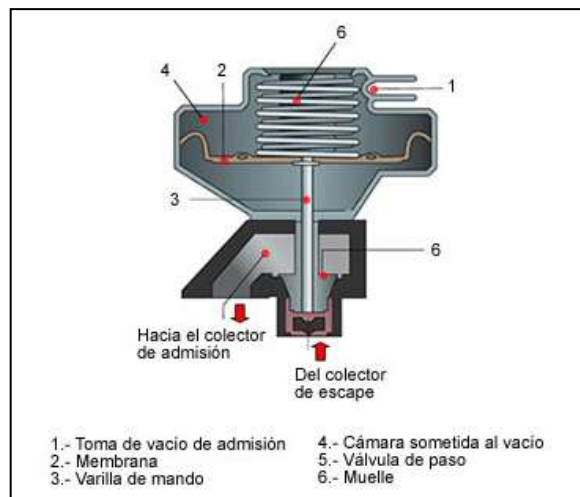
Para mantener las revoluciones estables de este motor se opta por utilizar un sistema de Motor Paso a Paso; componente que está dispuesto del tal forma que un rotor magnético es obligado a girar un cierto ángulo por la atracción o rechazo ocasionado por el campo magnético creado por una o varias bobinas fijas alrededor del rotor, a las cuales se las alimenta de corriente eléctrica. Cuando se alimenta de corriente a una bobina, se logra un cierto giro del rotor, luego se alimenta a la otra bobina, con lo cual se obliga al rotor a girar otro ángulo adicional y así sucesivamente se repite el proceso, obteniendo con ello un giro “por pasos”.

El rotor a su vez controla la válvula que se encarga de abrir o cerrar el paso de aire entre los dos conductos, permitiendo con ello acelerar o desacelerar al motor.

b. VÁLVULA DE RECIRCULACIÓN DE GASES DE ESCAPE (EGR)

Coello E. (2005) Menciona que: “EGR es un sistema que ocupa un bajo porcentaje de los gases quemados o combustionados para recircularlos, inyectándolos nuevamente en cada colector de admisión o en el colector común.”

Los gases de escape son dirigidos a una válvula, la misma que abre paso hacia el colector de admisión con ayuda de la misma depresión del colector, depresión que atrae un diafragma.



Fuente: Aficionados a la Mecánica
Figura 2.19. Sección de la válvula EGR neumática

Debido a que la depresión es casi permanente durante el funcionamiento del motor, se requiere controlar este paso, de esto se encarga una válvula solenoide controlada eléctricamente. El control sobre la válvula lo realiza la computadora, la misma que permanentemente está siendo informada con valores de temperatura y carga del motor.

Debido a que las temperaturas de combustión elevadas y períodos cortos de combustión generan NO_x; el sistema EGR logra disminuir la velocidad de combustión, así como la reducción de temperaturas elevadas permitiendo que los compuestos de NO_x se mantengan dentro de valores respirables.

c. VÁLVULA DE CONTROL DE EVAPORACIÓN DE EMISIONES (EVAP)

Coello E. (2005) “En el depósito de combustible se generan vapores combustibles peligrosos, los cuales contaminan la atmósfera. Inicialmente se enviaban estos vapores hacia la atmósfera, pero las regulaciones modernas no permiten contaminarla, por lo que se requiere de un sistema para reutilizar estos vapores, dirigiéndolos primeramente a un Filtro de Carbón activado que los filtra, y luego, de forma controlada, ingresándolos al colector de admisión para que sean combustionados por el mismo motor.”

El control se lo realiza por medio de la computadora, a su vez esta decide el momento oportuno para utilizar estos vapores; de manera específica la ECM envía pulsos a una válvula solenoide, la cual abre paso en la línea y por medio de la depresión del motor los vapores almacenados en el filtro son absorbidos y consumidos.

La reutilización de vapores no se realiza en revoluciones de ralentí, para no ahogar el motor o enriquecer demasiado la mezcla, sino principalmente en etapas de aceleración; donde la ECM calcula el caudal de inyección de los inyectores, reduciendo tiempo de apertura y de manera simultánea abre y cierra la válvula, manteniendo el valor idóneo de la mezcla.

2.2.7 SISTEMA DE AUTODIAGNÓSTICO

a. DIAGNÓSTICO A BORDO OBD II

Cuevas A. (2002) Menciona que: “Diagnóstico a bordo es un equipamiento de estrategias monitoreadas incorporadas hacia la computadora a bordo para detectar componentes o malfunciones del sistema.”

Según: Aficionados a la Mecánica (2013) “OBD II es un conjunto de normalizaciones que procuran facilitar el diagnóstico de averías y disminuir el índice de emisiones de contaminantes de los vehículos.”

El sistema OBD II controla virtualmente todos los sistemas de control de emisiones y componentes que puedan afectar los gases de escape. Si un sistema o componente ocasiona que se supere el umbral máximo de emisiones o no opera dentro de las especificaciones del fabricante, un DTC (Diagnostic Trouble Code) debe ser almacenado y la lámpara MIL deberá encenderse para avisar al conductor de la falla.

El sistema de diagnóstico de abordó no puede apagar el indicador MIL hasta que se realicen las correspondientes reparaciones o desaparezca la condición que provocó el encendido del indicador.

b. CONECTOR DE LÍNEA DE DATOS (DLC)

El sistema OBD II utiliza un conector de 16 pines. El conector proporciona al técnico un medio para acceder a los datos seriales para ayudar en el diagnóstico; dado que permite utilizar una herramienta de exploración para supervisar varios parámetros de datos seriales y mostrar información del DTC.

c. CÓDIGO DE FALLA (DTC)

Aficionados a la Mecánica (2013) “El estándar SAE J2Q12 define un código de 5 dígitos en el cual cada dígito representa un valor predeterminado.

Todos los códigos son presentados de igual forma para facilidad del mecánico. Algunos de estos son definidos por este estándar, y otros son reservados para uso de los fabricantes.”

Lo primero que se tiene es una letra, esta puede tener varias posibilidades de acuerdo al lugar del vehículo en el cual se desarrolle el código.

- **P:** Motor y transmisión automática (POWERTRAIN).
- **B:** Carrocería y confort (BODY).

- **C:** Chasis (CHASSIS).
- **U:** Transmisión de datos y redes (NETWORK).

El segundo dígito indica la organización responsable de definir el código.

- **0:** SAE (código común a todas las marcas).
- **1,2 y 3:** El fabricante del vehículo (código diferente para distintas marcas).

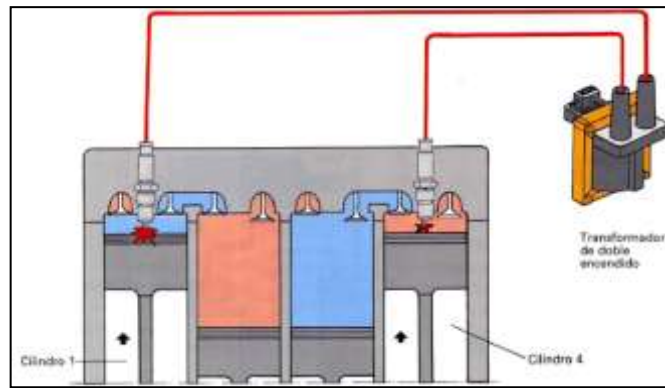
El tercer dígito indica en el caso del motor, el subsistema sobre el cual está montada la falla.

- **0:** Falla sistema electrónico completo (sensores y actuadores).
- **1:** Ocasionado por un problema con un sensor que afecte la relación AIRE/COMBUSTIBLE o cualquier problema que afecte el buen funcionamiento de esta.
- **2:** Relacionado con algún problema del sistema de alimentación (bomba de combustible, inyectores).
- **3:** Relacionado con algún problema en el sistema de encendido (Bobina, CKP, CMP, KS).
- **4:** Relacionado con el desempeño de un sistema anticontaminación (EGR, EVAP).
- **5:** Relacionado con un problema de la marcha mínima (IAC).
- **6:** Relacionado con un problema del PCM.
- **7 y 8:** Relacionado con transmisión automática.

El cuarto y quinto dígito están relacionados específicamente con la falla.

2.2.8 SISTEMA DE ENCENDIDO DIS

Blasco V. (2012) "El sistema de encendido DIS (Direct Ignition System) también llamado sistema de encendido sin distribuidor."



Fuente: Blasco Vicente

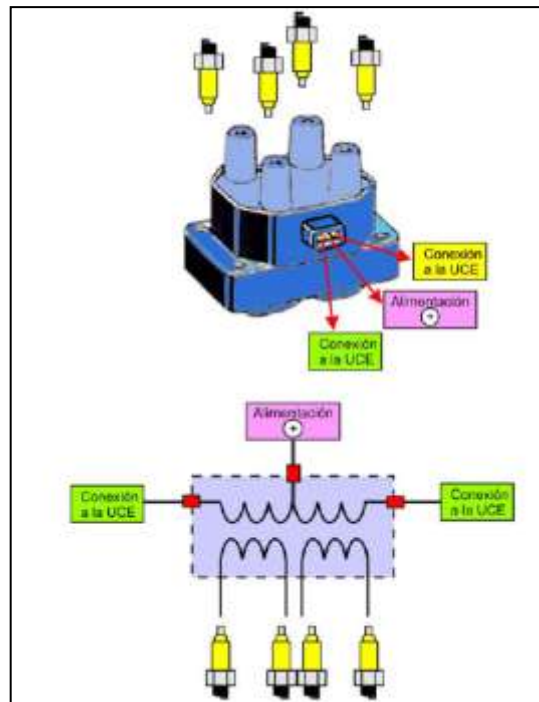
Figura 2.20. Sistema de encendido DIS

A este sistema de encendido se le denomina también de “chispa perdida” debido a que salta la chispa en dos cilindros a la vez, por ejemplo, en un motor de 4 cilindros saltaría la chispa en el cilindro nº 1 y 4 a la vez o nº 2 y 3 a la vez. Al producirse la chispa en dos cilindros a la vez, solo una de las chispas será aprovechada para provocar la combustión de la mezcla, y será la que coincide con el cilindro que está en la carrera de final de “compresión”, mientras que la otra chispa no se aprovecha debido a que se produce en el cilindro que se encuentra en la carrera de final de “escape”.

A cada par de cilindros que se encuentran en el punto muerto superior al mismo tiempo se les llama cilindros compañeros. Al cilindro que se encuentra en el PMS del ciclo de compresión se le llama cilindro de evento. Al cilindro que se encuentra en el PMS del ciclo de escape se le llama cilindro de desecho.

a. BOBINAS DE IGNICIÓN O ENCENDIDO

Coello E. (2005) “En un sistema DIS, una bobina “dúplex” o bobina de dos salidas de alta tensión realizan el trabajo, enviando la alta tensión entre los dos cilindros conectados.”



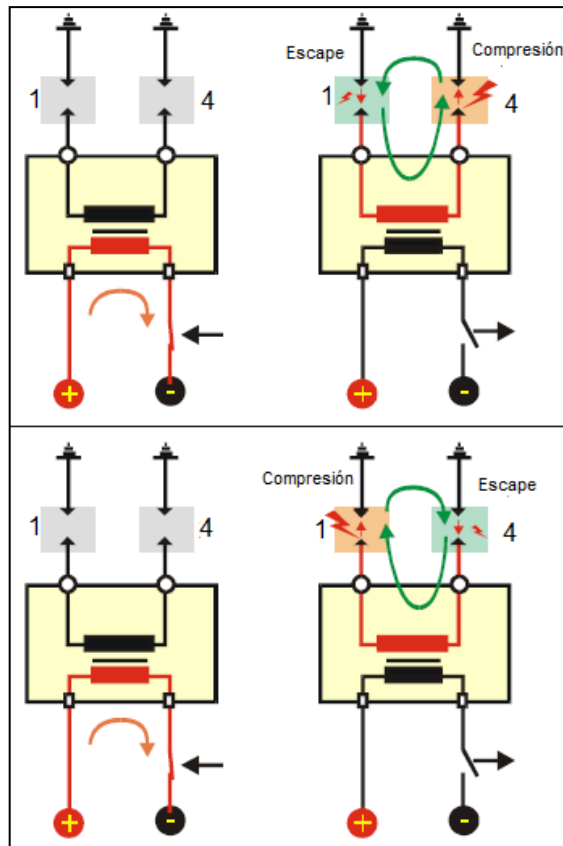
Fuente: Blasco Vicente

Figura 2.21. Esquema de la bobina de encendido DIS

La bobina está formada por dos devanados primarios, gobernados de forma alternativa cada uno por una etapa de potencia, y dos secundarios, unido cada uno de ellos por sus extremos, directamente a las bujías.

La computadora, al ser informada por los sensores de que el pistón está en la posición adecuada, envía la señal para que la bobina induzca alta tensión, pero como la alta tensión sale entre los dos terminales de la bobina, la bujía del cilindro opuesto (escape) sirve de electrodo de masa, para que exista alta tensión en la bujía del cilindro que lo requiere.

Dada que la dirección del flujo de corriente en el circuito secundario está regida por el diseño, se alcanzan polaridades diferentes del voltaje de encendido en ambas bujías conectadas a un mismo secundario.



Fuente: Blasco Vicente

Figura 2.22. Funcionamiento de la bobina de encendido DIS

CAPÍTULO 3

PLANTEAMIENTO DE HIPÓTESIS

3.1 HIPÓTESIS

La implementación de un banco de pruebas automatizado para el diagnóstico del motor de CHEVROLET OPTRA 1.8; permitirá incursionar en los nuevos avances tecnológicos así como obtener un nuevo material didáctico para el Laboratorio de AUTOTRÓNICA.

3.2 VARIABLES DE INVESTIGACIÓN

Se plantearon a partir del objetivo general.

3.2.1 VARIABLE INDEPENDIENTE

Banco de pruebas automatizado del motor OPTRA 1.8.

Tabla 3.1. Operacionalización de la variable independiente

Banco de pruebas automatizado del motor OPTRA 1.8			
CONCEPTO	CATEGORÍA	INDICADOR	PREGUNTAS
Material didáctico para estudio del sistema electrónico de encendido e inyección del motor OPTRA 1.8.	Tecnológica	Número de sensores con los que cuenta este motor ≥ 5 Número de señales que procesa la ECU ≥ 5 Software para el diagnóstico = 1	¿Cuántos sensores se necesitan para poner en operación el motor? ¿Cuál es el número de señales que recibirá la ECU? ¿Cuál es el software de diagnóstico a utilizarse en este proyecto?

Fuente: Miguel Angel Rosero

3.2.2 VARIABLE DEPENDIENTE

Monitoreo de variables de operación en tiempo real.

Tabla 3.2. Operacionalización de las variables dependientes

Monitoreo de variables de operación en tiempo real			
CONCEPTO	CATEGORÍA	INDICADOR	PREGUNTAS
Seguimiento de operaciones de funcionamiento del motor mediante herramientas de diagnóstico.	Tecnológica	Nivel de precisión de las herramientas de diagnóstico = 99 %	¿Cómo se podría calificar el nivel de precisión de las herramientas en la adquisición de datos?
		Variables a ser monitoreadas ≥ 5	¿Cuántas variables serán monitoreadas en la generación del diagnóstico?
		Posición de la mariposa de aceleración $0\% \leq$ Apertura $\leq 100\%$	¿Cómo se visualiza los cambios de posición de la mariposa en el funcionamiento del motor?

Fuente: Miguel Angel Rosero

CAPÍTULO 4

IMPLEMENTACIÓN Y PUESTA A PUNTO DEL MOTOR DEL CHEVROLET OPTRA 1.8

4.1 GENERALIDADES

La solución que se desea dar al caso es la puesta en funcionamiento de un motor de combustión interna D-TEC 16V en si correspondiente a un CHEVROLET OPTRA 1.8.



Fuente: Miguel Angel Rosero

Figura 4.1. Banco antes de iniciado el proyecto

Tomando en cuenta la presentación, se puede apreciar que internamente los componentes mecánicos están completos y en óptimas condiciones aunque por seguridad del proyecto se dará una inspección rápida; externamente se realizará un estudio minucioso para conocer exactamente los componentes faltantes tanto mecánicos como eléctricos.

4.2 ADQUISICIÓN DE COMPONENTES

Antes de iniciar los trabajos en la estructura se realizó la investigación de campo para tener un listado definitivo de los componentes faltantes.

Tabla 4.1. Detalle de componentes mecánicos

Cant.	Detalle
SISTEMA DE REFRIGERACIÓN	
1	Radiador
-	Mangueras de refrigeración
1	Depósito de compensación
-	Abrazaderas
1	Tubo de refrigeración
SUBSISTEMA DE ALIMENTACIÓN COMBUSTIBLE	
1	Tanque de combustible
-	Mangueras combustible
1	Filtro de combustible
SUBSISTEMA DE ADMISIÓN DE AIRE	
1	Conjunto filtro de aire
1	Sistema admisión de aire
1	Sello admisión de aire
SISTEMA DE LUBRICACIÓN	
1	Filtro de aceite
1	Varilla de nivel de aceite
OTROS	
1	Protector térmico múltiple escape
1	Cubierta superior eje de válvulas
1	Polea cigüeñal
1	Correa alternador
1	Tubo de escape
5	Bases de caucho para motor

Fuente: Miguel Angel Rosero

Tabla 4.2. Detalle de componentes eléctricos y electrónicos

Cant.	Detalle
ELÉCTRICOS	
1	Arnés de cableado de motor
1	Conector de línea de datos (DLC)
1	Módulo de control electrónico (Donado)
1	Sensor de oxígeno (EGO)
2	Electroventiladores
1	Módulo de bomba combustible
1	Motor de arranque
1	Alternador (Donado)
1	Sensor de temperatura de aire de admisión (IAT)
1	Sensor de presión de aceite
1	Panel de instrumentos
1	Batería
1	Caja de fusibles y relés
-	Cables y accesorios
ELECTRÓNICOS	
1	Microprocesador ATMEGA8A
1	Teclado matricial
1	Pantalla LCD
1	Regulador de voltaje 7805
1	Transistor 2N3904
-	Resistencias
-	Elementos electrónicos

Fuente: Miguel Angel Rosero

4.3 CONSTRUCCIÓN DEL BASTIDOR PARA SOPORTE DEL MOTOR

4.3.1 ELABORACIÓN DEL BASTIDOR

Se optó por ubicar los puntos donde irán las bases del motor con la finalidad de conocer exactamente las dimensiones del bastidor.

Para la estructura se utilizó tubo estructural rectangular de norma ASTM A-500 con dimensiones (80×40) mm con 2,0 mm de espesor.

Con el material listo, se aplicó el proceso de soldadura SMAW (Soldadura por arco eléctrico con electrodo revestido), se utilizó electrodos del tipo 6011.



Fuente: Miguel Angel Rosero

Figura 4.2. Bastidor en proceso de construcción

Una vez realizada la estructura principal, se procedió a trabajar en la ubicación de los elementos externos como: radiador, batería, entre otros.

4.3.2 PINTURA

Se realizó un lijado de la misma, con la finalidad de remover cualquier señal de óxido y posibles fallas de soldadura. El tipo de pintura utilizada fue BATEPIEDRA ACRÍLICO, tomando en cuenta el acabado y las condiciones a la cual estará expuesto el banco.



Fuente: Miguel Angel Rosero

Figura 4.3. Estructura terminada

4.4 ENSAMBLE DEL MOTOR, CONEXIONES ELÉCTRICAS Y PUESTA A PUNTO

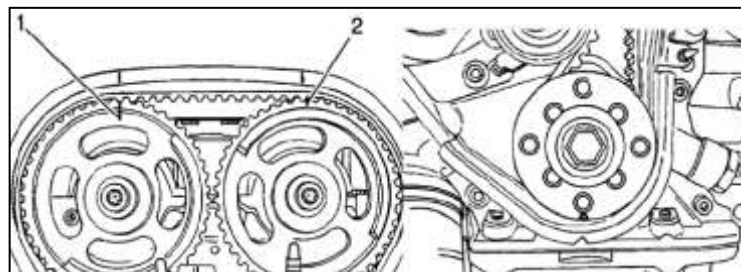
4.4.1 PAUTAS INICIALES

Antes de proceder con el ensamble y puesta a punto del motor, se realizó la investigación pertinente de funcionamiento y operación de los diferentes sistemas necesarios para poner en funcionamiento este motor.

a. PUNTOS DE REFERENCIA DE LA DISTRIBUCIÓN

Antes de ubicar los puntos, tenemos que retirar el protector plástico ubicado en la parte frontal del motor.

Luego se inspeccionó los puntos de referencia, para asegurar que se encuentren en la posición correcta según lo indica el manual.

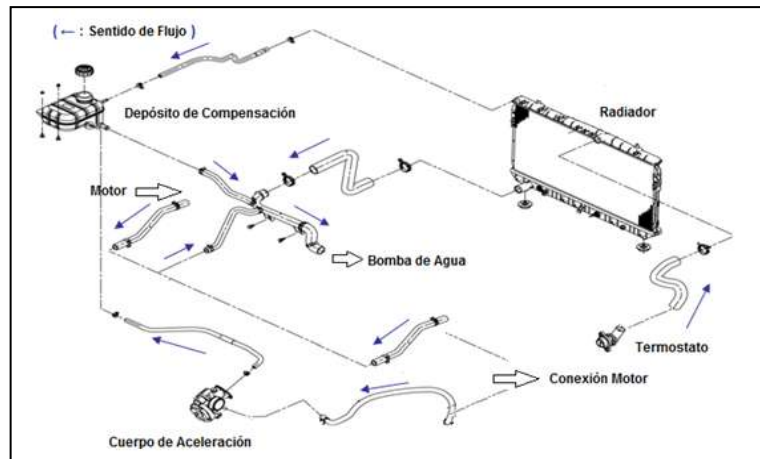


Fuente: Manual de Servicio Opra

Figura 4.4. Puntos de referencia de la distribución

b. SISTEMA DE REFRIGERACIÓN

Es un sistema indispensable para el funcionamiento del motor, por lo que realizar la conexión correcta es primordial.



Fuente: Manual de Servicio Optrá
Figura 4.5. Diagrama del circuito de refrigeración

4.4.2 ENSAMBLE DEL MOTOR EN LA ESTRUCTURA

Con la estructura terminada, se procedió a ensamblar sobre el bastidor los distintos componentes necesarios para el funcionamiento del motor.

Primeramente, se instaló las bases del motor para consecuentemente ir trabajando en la ubicación de los distintos elementos.



Fuente: Miguel Angel Rosero
Figura 4.6. Presentación parcial-Ensamble mecánico

a. FLUIDOS EN EL MOTOR

Con el motor completamente ensamblado sobre el bastidor, se optó por ubicar los fluidos necesarios para poner en funcionamiento al motor, como son: refrigerante, lubricante y combustible.

Tabla 4.3. Detalle de los fluidos para motor

Cant.	Detalle
REFRIGERANTE	
7.4 L	Color Rojo-Mono Etilenglicol.
LUBRICANTE	
4.0 L	SAE 10W-30
COMBUSTIBLE	
-	Gasolina Extra 87 Octanos.

Fuente: Miguel Angel Rosero

4.4.3 CIRCUITOS ELÉCTRICOS

Se realizó la conexión eléctrica de los diferentes sistemas y elementos eléctricos como son: electroventiladores, sistema de carga y arranque, caja de fusibles y relés, panel de instrumentos, ECM.

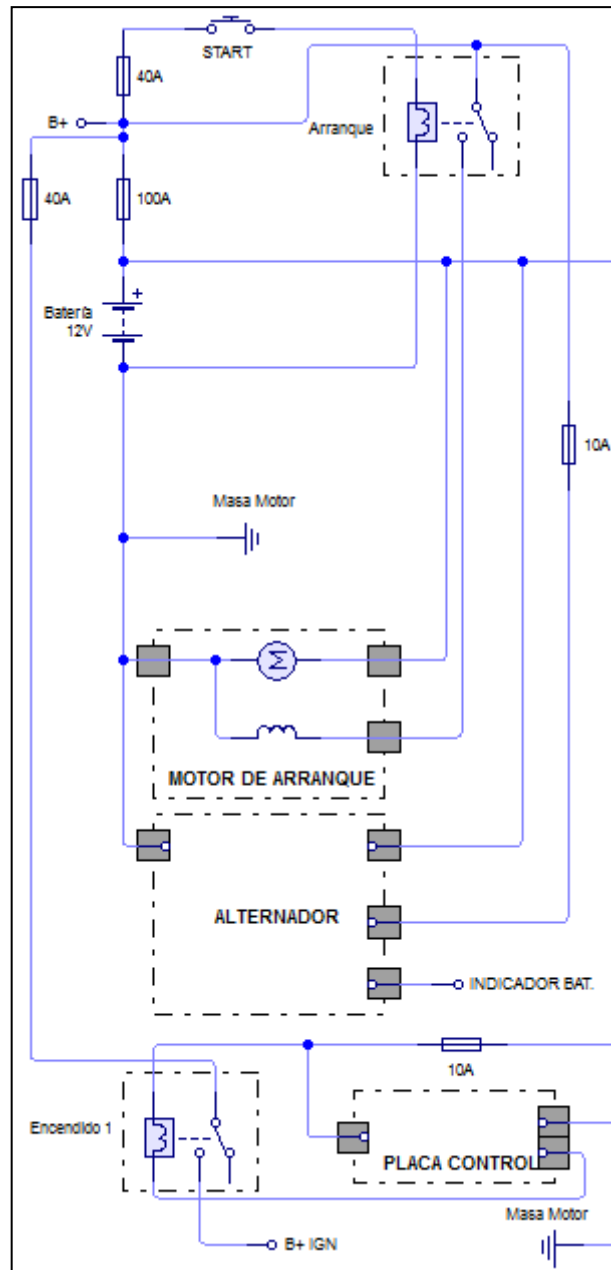
Tabla 4.4. Identificación de colores de cable

Inglés	Español
BK	Negro
WH	Blanco
YE	Amarillo
BU	Azul
BN	Café
OG	Naranja
L-BU	Celeste
PU	Morado
D-GN	Verde Oscuro
D-BU	Azul Oscuro
PK	Rosado
RD	Rojo
GY	Gris
L-GN	Verde Claro

Fuente: Miguel Angel Rosero

La alimentación de voltaje a todo el sistema empieza desde la batería y se propaga a todos los elementos que intervienen en el funcionamiento del motor.

- Voltaje de batería +12 V.
- Voltaje mínimo de batería para arranque +11,5 V.
- Voltaje de carga del alternador: +14,5 V.

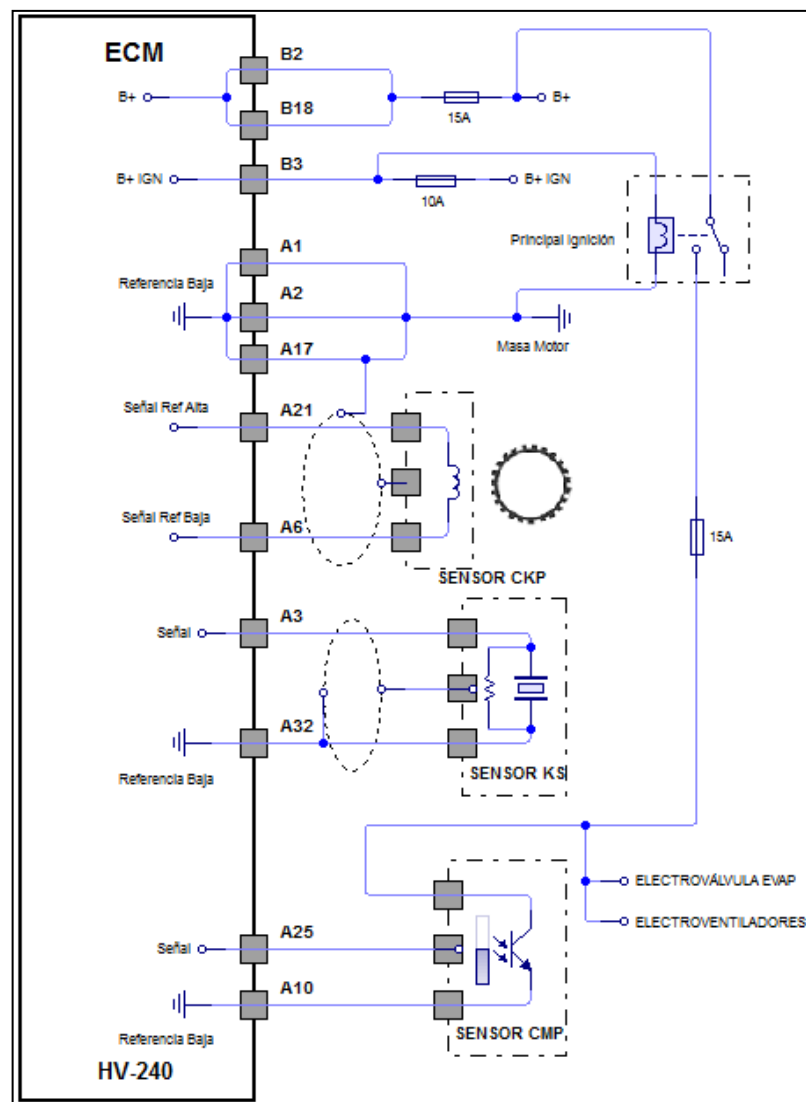


Fuente: Miguel Angel Rosero

Figura 4.7. Circuito eléctrico arranque, carga y encendido

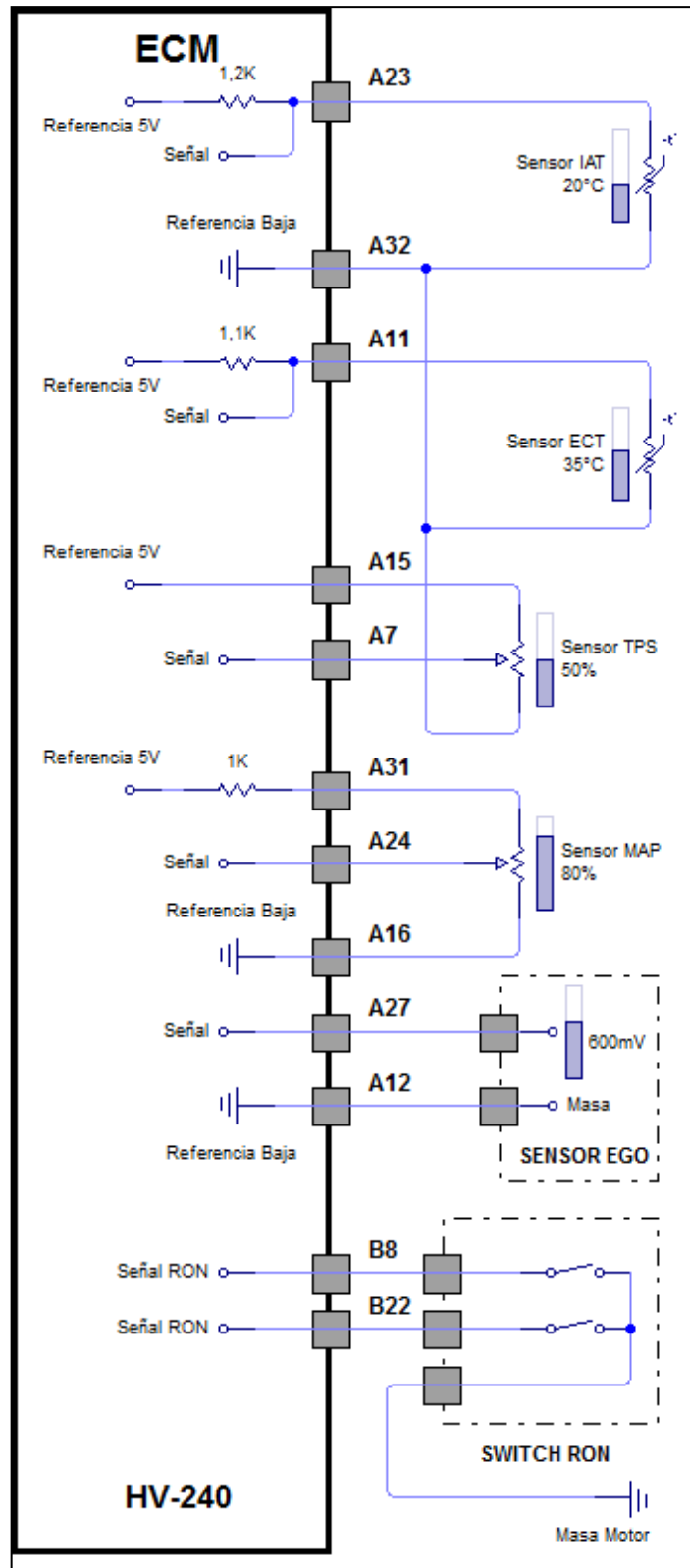
Para continuar con el proceso de puesta en funcionamiento del sistema, se procedió a trabajar con el componente más importante y a su vez responsable de que los sistemas puedan operar.

La ECM; recibe señales (sensores), procesa datos y controla diferentes elementos, de igual manera genera información para que el operador pueda seguir en tiempo real los parámetros de actividad del motor.



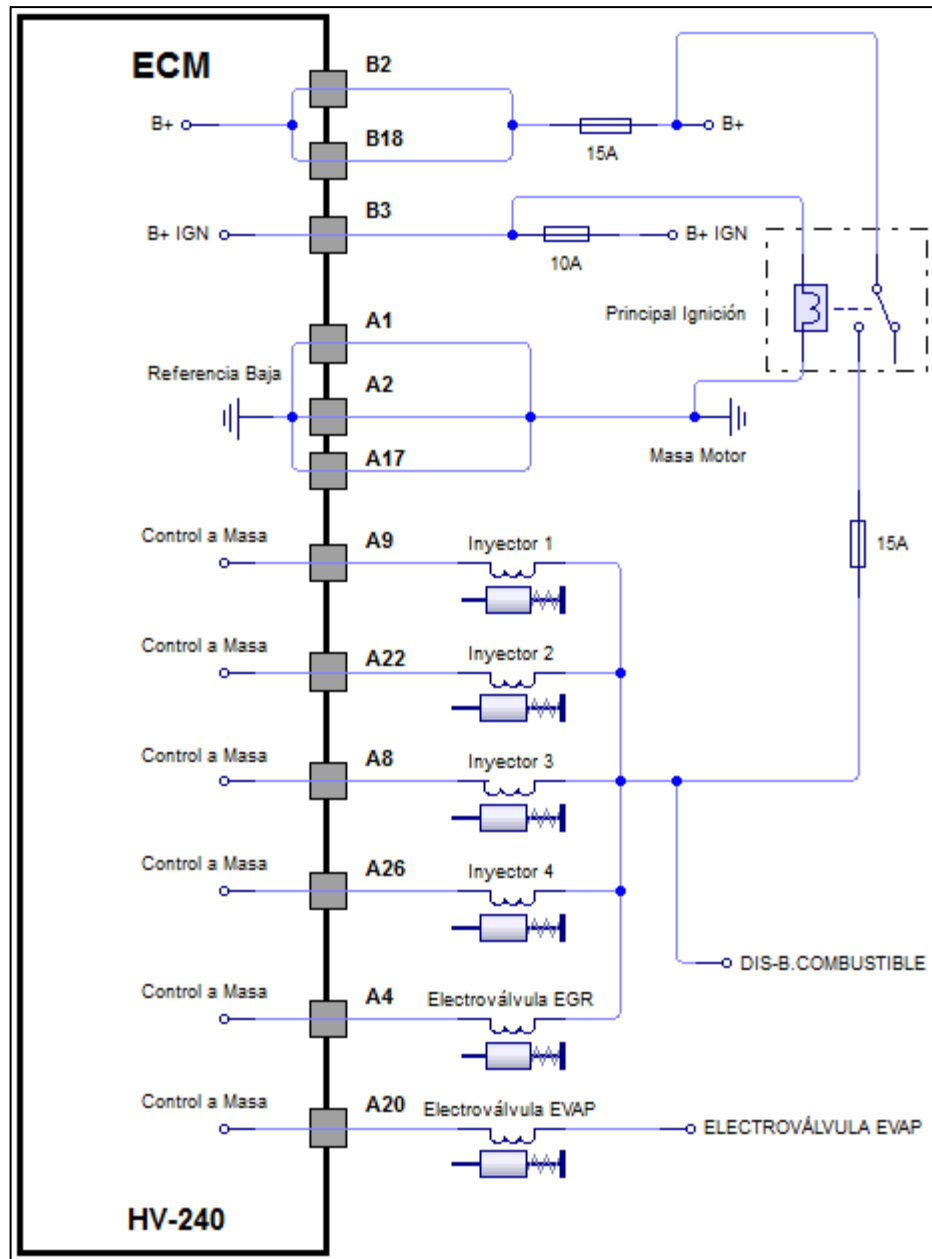
Fuente: Miguel Angel Rosero

Figura 4.8. Circuito eléctrico suministro voltaje, masa y conexión sensores de posición



Fuente: Miguel Angel Rosero

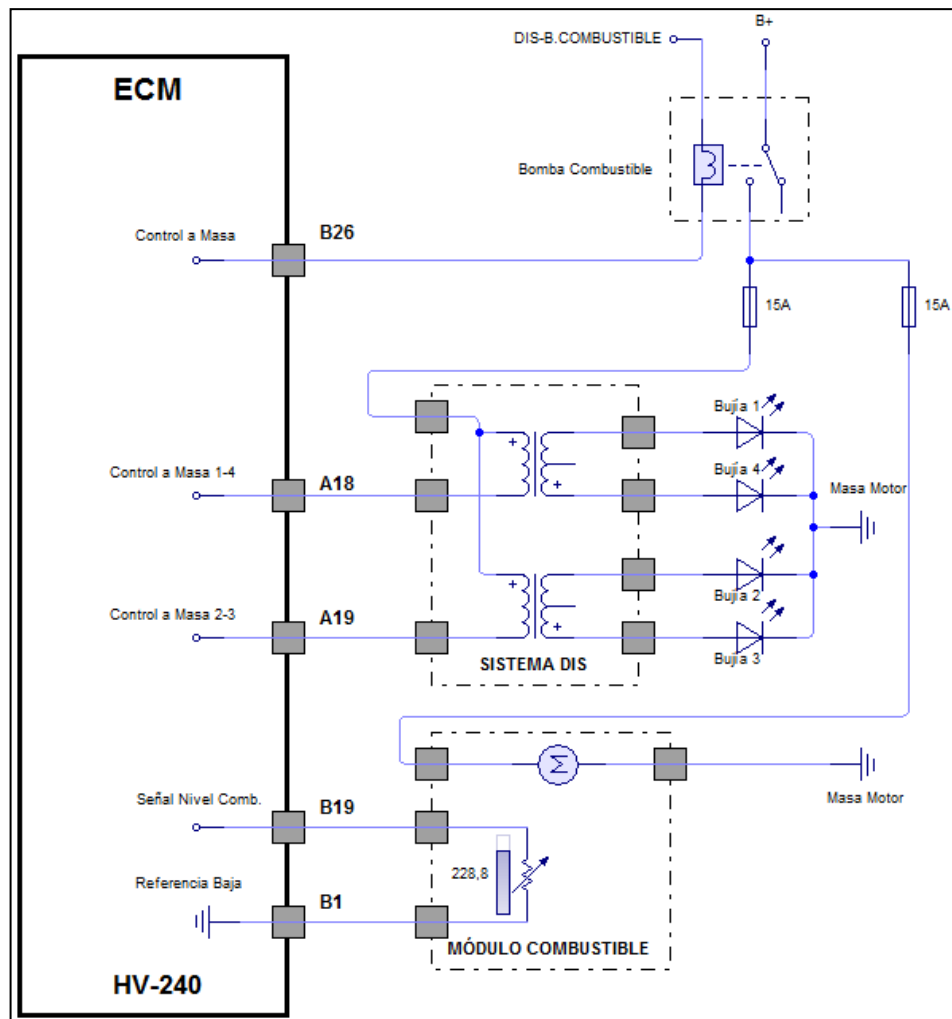
Figura 4.9. Circuito eléctrico conexión sensores control de mezcla



Fuente: Miguel Angel Rosero

Figura 4.10. Circuito eléctrico conexión actuadores

Para poner en funcionamiento al motor se necesita de la alimentación de combustible y a su vez la generación de chispa; por tal motivo la conexión eléctrica en detalle del sistema DIS y módulo bomba de combustible.



Fuente: Miguel Angel Rosero

Figura 4.11. Circuito eléctrico sistema DIS y alimentación de combustible

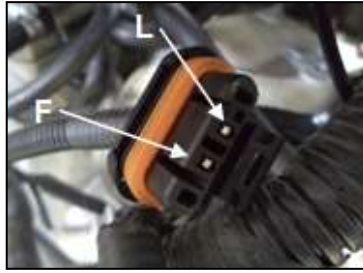
4.4.4 ESTUDIO Y DATOS DE FUNCIONAMIENTO

a. ALTERNADOR



Fuente: Miguel Angel Rosero

Figura 4.12. Ubicación del conector alternador



Fuente: Miguel Angel Rosero

Figura 4.13. Vista del conector alternador

Tabla 4.5. Información de conector alternador

Pin #	Extremo Pin #	Color	Descripción
L	A2	BN	Señal panel de instrumentos
F	Fusible F4	PK/BU	+12 V Fusible F4

Fuente: Miguel Angel Rosero

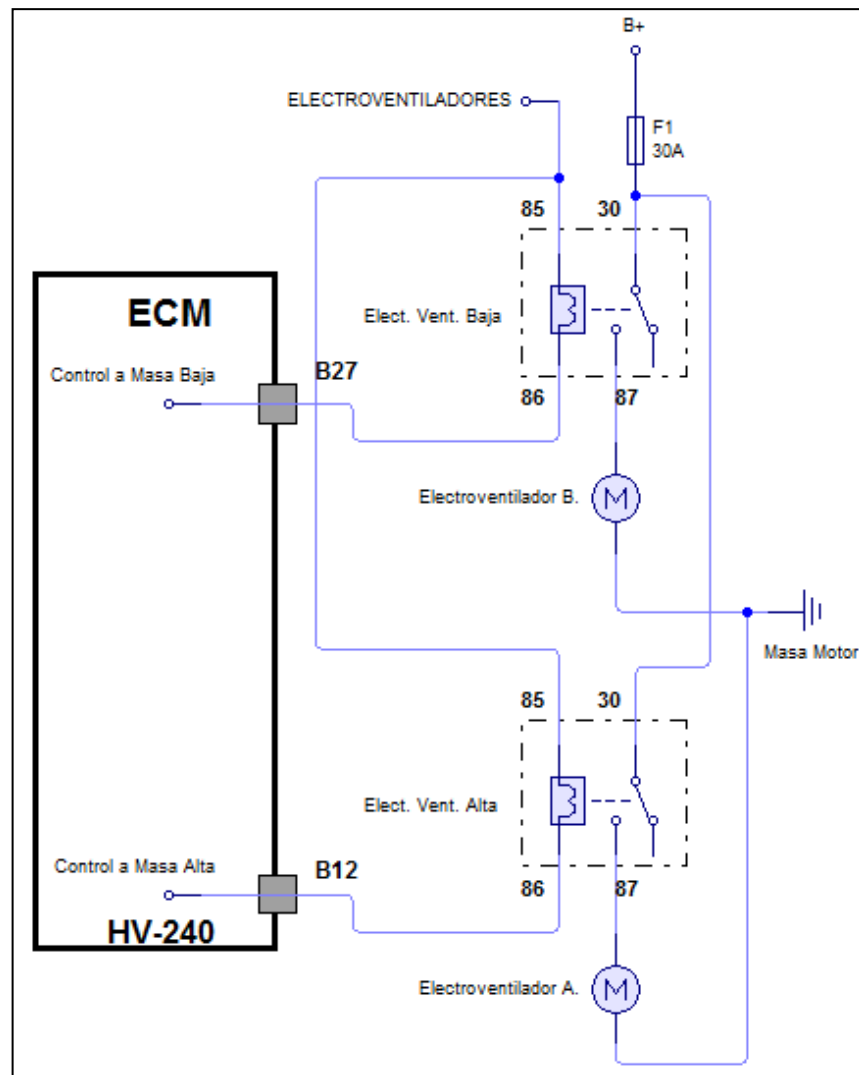
b. ELECTROVENTILADORES

Para controlar la temperatura del refrigerante, por consiguiente la temperatura de funcionamiento del motor; se tiene un sistema de enfriamiento que consta de 2 electroventiladores que son activados por la ECM.

Tabla 4.6. Funcionamiento de los electroventiladores

Electroventilador	Temperatura ECT(°C)	
	ON	OFF
Baja	97,5/93	95,3/90
Alta	101,3/97	99/94

Fuente: Manual de Servicio Opra



Fuente: Miguel Angel Rosero

Figura 4.14. Circuito eléctrico electroventiladores

Tabla 4.7. Información de conector electroventilador baja

Pin #	Extremo Pin #	Color	Descripción
1	87	RD	+12 V Relé Baja
2	Masa	BK	Masa

Fuente: Miguel Angel Rosero

Tabla 4.8. Información de conector electroventilador alta

Pin #	Extremo Pin #	Color	Descripción
1	87	RD	+12 V Relé Alta
2	Masa	BK	Masa

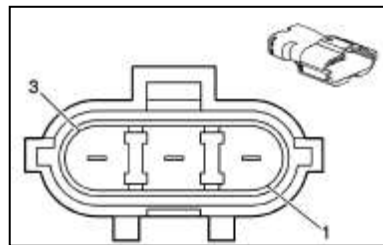
Fuente: Miguel Angel Rosero

c. SWITCH RON



Fuente: Miguel Angel Rosero

Figura 4.15. Ubicación del SWITCH RON



Fuente: Manual de Servicio Optrá

Figura 4.16. Vista del conector SWITCH RON

Tabla 4.9. Información de conector SWITCH RON

Pin #	Extremo Pin #	Color	Descripción
1	B22	PU	Señal 1
2	Masa	BK/WH	Masa
3	B8	L-BU	Señal 2

Fuente: Miguel Angel Rosero

Tabla 4.10. Selección de octanos

ECM	Gasolina	
	Extra 87	Súper 92
Switch 1 (B22)	ON	OFF
Switch 2 (B8)	OFF	OFF

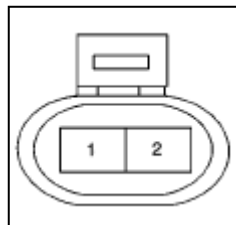
Fuente: Manual de Servicio Optrá

d. SENSOR ECT



Fuente: Miguel Angel Rosero

Figura 4.17. Ubicación del Sensor ECT



Fuente: Manual de Servicio Optrá

Figura 4.18. Vista del conector Sensor ECT

Tabla 4.11. Información de conector Sensor ECT

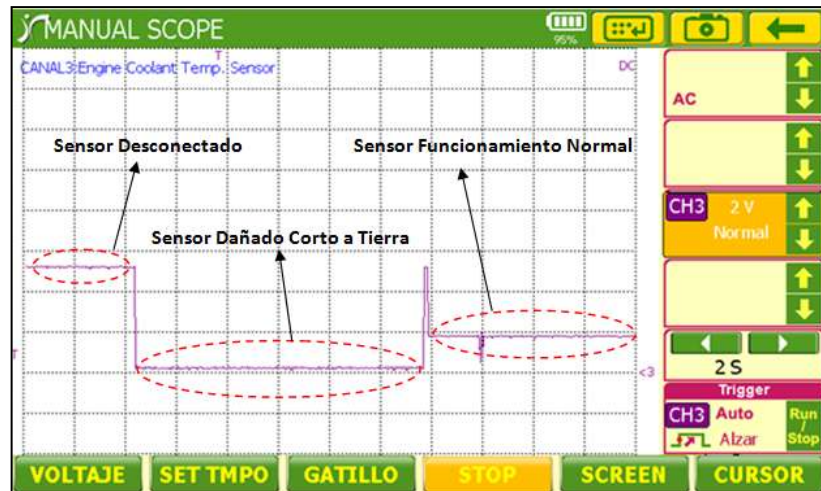
Pin #	Extremo Pin #	Color	Descripción
1	A11	L-GN	Señal
2	A3	BK	Referencia Baja

Fuente: Miguel Angel Rosero

Tabla 4.12. Valores del Sensor ECT

Circuito	Voltaje	Temperatura (°C)
Normal	1,377 V	39
	1,422 V	38
	1,456 V	37
Desconectado	4,96 V	-40
Puente	0 V	214
ECT 4,79 KΩ a 18°C		

Fuente: Miguel Angel Rosero



Fuente: Miguel Angel Rosero

Figura 4.19. Oscilograma del Sensor ECT

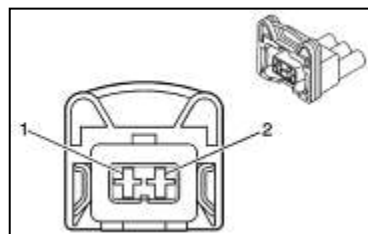
Este oscilograma representa la reacción del sensor ECT a la variación de la temperatura del refrigerante, así como las posibles fallas del mismo.

e. SENSOR IAT



Fuente: Miguel Angel Rosero

Figura 4.20. Ubicación del Sensor IAT



Fuente: Manual de Servicio Optra

Figura 4.21. Vista del conector Sensor IAT

Tabla 4.13. Información de conector Sensor IAT

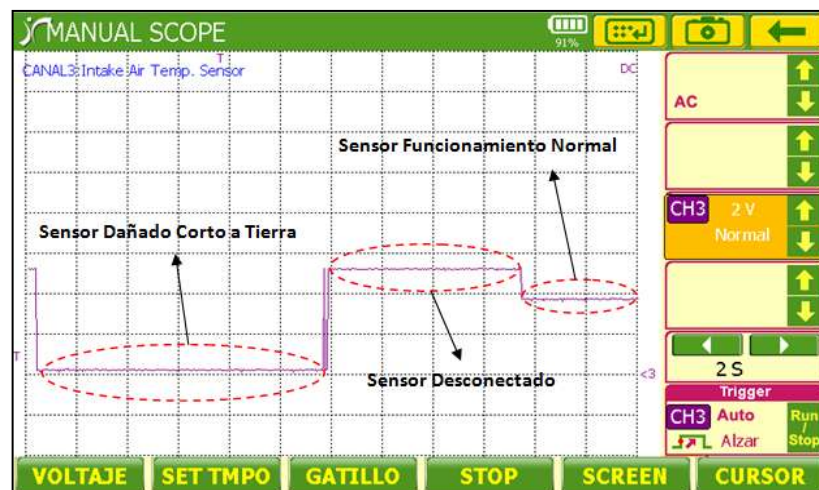
Pin #	Extremo Pin #	Color	Descripción
1	A3	BK	Referencia Baja
2	A23	GY	Señal

Fuente: Miguel Angel Rosero

Tabla 4.14. Valores del Sensor IAT

Circuito	Voltaje	Temperatura (°C)
Normal	3,47 V	21
Desconectado	4,97 V	-40
Puente	0 V	170
IAT 3,085 K Ω a 22°C		

Fuente: Miguel Angel Rosero



Fuente: Miguel Angel Rosero

Figura 4.22. Oscilograma del Sensor IAT

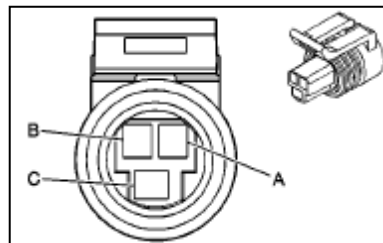
Este oscilograma representa la reacción del sensor IAT a la variación de la temperatura del aire que ingresa en el múltiple, así como las posibles fallas del mismo.

f. SENSOR TPS



Fuente: Miguel Angel Rosero

Figura 4.23. Ubicación del Sensor TPS



Fuente: Manual de Servicio Opra

Figura 4.24. Vista del conector Sensor TPS

Tabla 4.15. Información de conector Sensor TPS

Pin #	Extremo Pin #	Color	Descripción
A	A15	D-GN/WH	Referencia +5 V
B	A3	D-BU/WH	Referencia Baja
C	A7	GY	Señal

Fuente: Miguel Angel Rosero

Tabla 4.16. Valores de resistencia a 0% de apertura del Sensor TPS

Pin #	Resistencia
A-B	6,99 K Ω
B-C	8,28 K Ω
A-C	2,1 K Ω

Fuente: Miguel Angel Rosero

Tabla 4.17. Valores del Sensor TPS

Circuito	Voltaje	Apertura Mariposa (%)
Normal	0,244 V	0
	3,622 V	92,9
	4,09 V	100
Desconectado	0 V	-
Puente A-C	4,98 V	-

Fuente: Miguel Angel Rosero

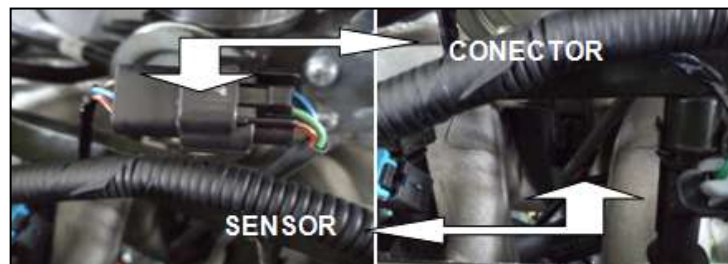


Fuente: Miguel Angel Rosero

Figura 4.25. Oscilograma del Sensor TPS

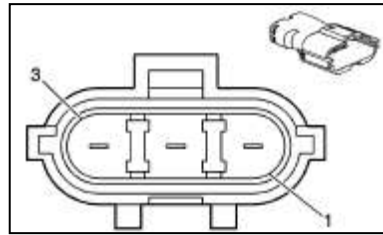
Este oscilograma representa la reacción del sensor TPS a la variación de la mariposa de aceleración.

g. SENSOR MAP



Fuente: Miguel Angel Rosero

Figura 4.26. Ubicación del Sensor MAP



Fuente: Manual de Servicio Optra

Figura 4.27. Vista del conector Sensor MAP

Tabla 4.18. Información de conector Sensor MAP

Pin #	Extremo Pin #	Color	Descripción
1	A31	BN/BK	Referencia +5 V
2	A24	D-BU/WH	Señal
3	A16	OG/BK	Referencia Baja

Fuente: Miguel Angel Rosero

Tabla 4.19. Valores de resistencia a 10 PSI del Sensor MAP

Pin #	Resistencia
1-2	25,80 K Ω
1-3	1,649 K Ω
2-3	25,89 K Ω

Fuente: Miguel Angel Rosero

Tabla 4.20. Valores del Sensor MAP

Circuito	Voltaje	Presión (PSI)
Normal	3,323 V	10 (motor apagado)
	0,84 V	3 (ralentí)
Desconectado	0,007 V	1
Puente 1-2	4,98 V	15

Fuente: Miguel Angel Rosero

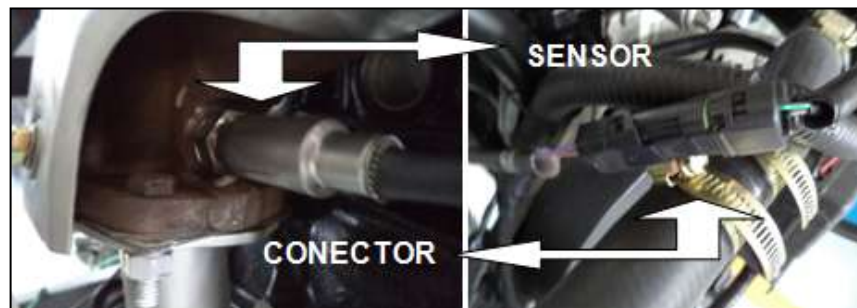


Fuente: Miguel Angel Rosero

Figura 4.28. Oscilograma del Sensor MAP

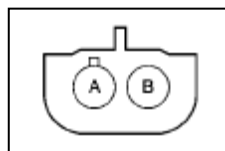
Este oscilograma representa la reacción del sensor MAP a la variación de la presión del aire que ingresa en el múltiple.

h. SENSOR EGO



Fuente: Miguel Angel Rosero

Figura 4.29. Ubicación del Sensor EGO



Fuente: Manual de Servicio Optrá

Figura 4.30. Vista del conector Sensor EGO

Tabla 4.21. Información de conector Sensor EGO

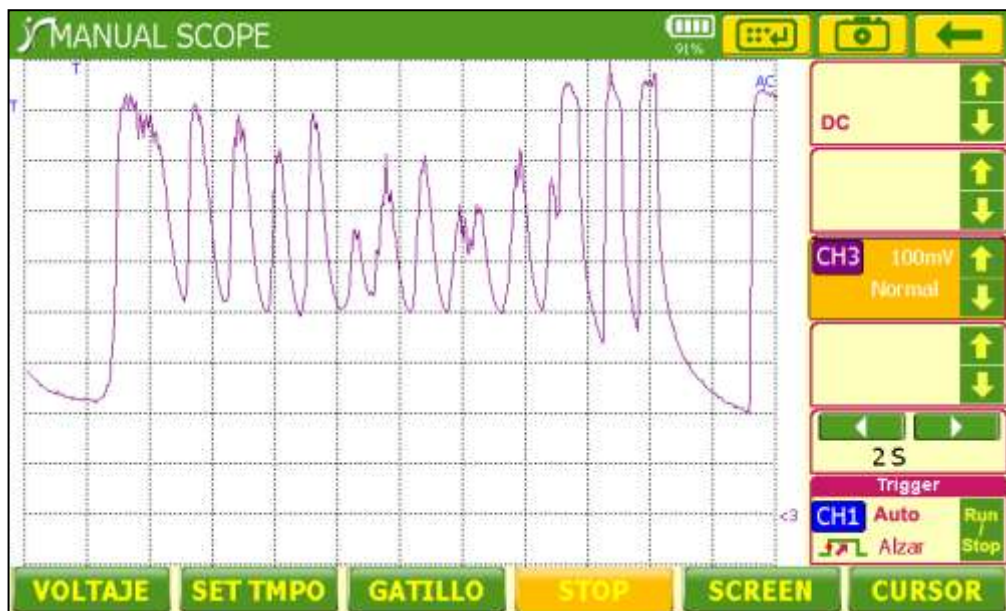
Pin #	Extremo Pin #	Color	Descripción
A	A27	GY	Señal
B	A12	D-GN/RD	Referencia Baja

Fuente: Miguel Angel Rosero

Tabla 4.22. Valores del Sensor EGO

Circuito	Voltaje	Condición
Normal	200 mV	Mezcla Pobre
	773,8 mV	Mezcla Rica

Fuente: Miguel Angel Rosero



Fuente: Miguel Angel Rosero

Figura 4.31. Oscilograma del Sensor EGO

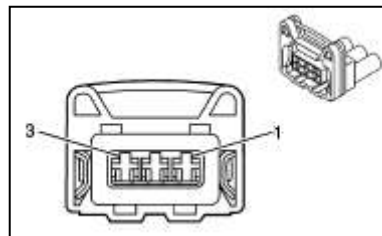
Este oscilograma representa la reacción del sensor EGO a la variación de contenido de oxígeno presente en los gases de escape.

i. SENSOR CMP



Fuente: Miguel Angel Rosero

Figura 4.32. Ubicación del Sensor CMP



Fuente: Manual de Servicio Optrá

Figura 4.33. Vista del conector Sensor CMP

Tabla 4.23. Información de conector Sensor CMP

Pin #	Extremo Pin #	Color	Descripción
1	Fusible F8	PK/BK	+12 V Fusible F8
2	A10	BK/WH	Referencia Baja
3	A25	PU	Señal

Fuente: Miguel Angel Rosero

Tabla 4.24. Valores de resistencia del Sensor CMP

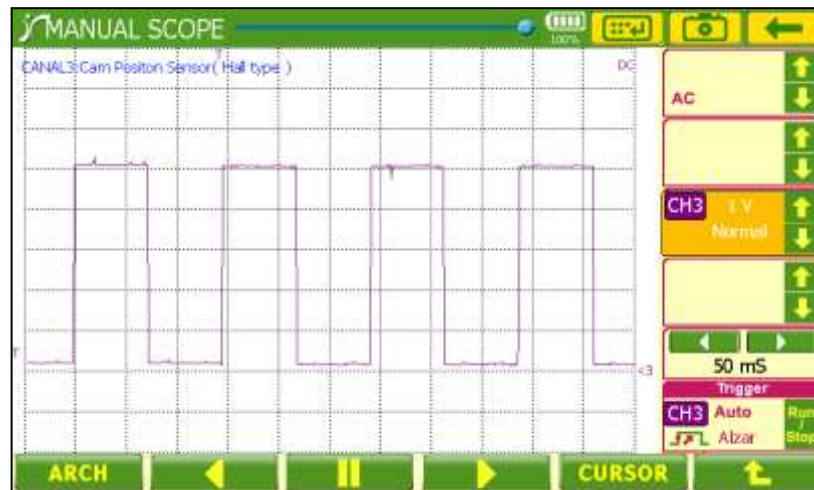
Pin #	Resistencia
1-2	33,43 MΩ
1-3	∞
2-3	∞

Fuente: Miguel Angel Rosero

Tabla 4.25. Valores del Sensor CMP (Señal)

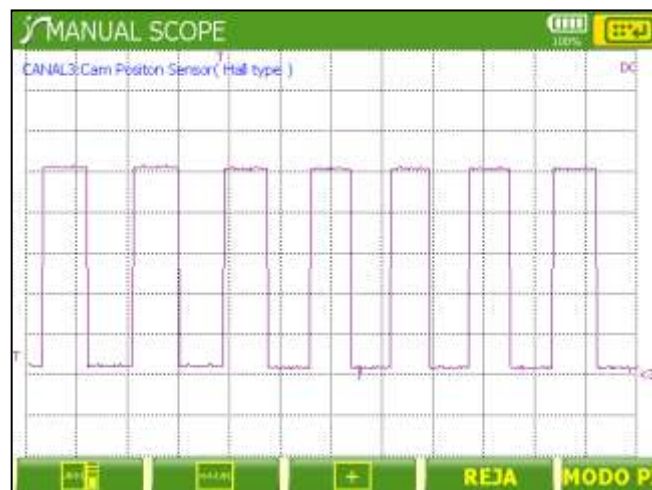
Circuito	Voltaje	Condición
Normal	0-5 V	Señal Cuadrada
Desconectado	5 V	-

Fuente: Miguel Angel Rosero



Fuente: Miguel Angel Rosero

Figura 4.34. Oscilograma del Sensor CMP a ralentí



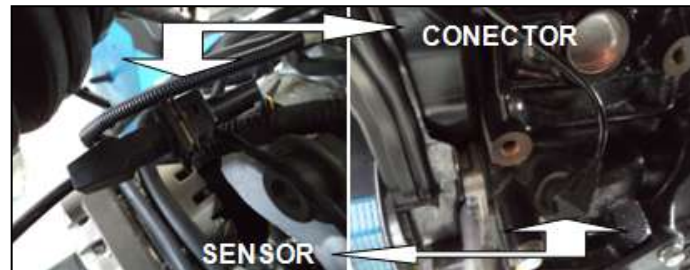
Fuente: Miguel Angel Rosero

Figura 4.35. Oscilograma del Sensor CMP a revoluciones altas

Este oscilograma representa el trabajo que realiza el sensor al tomar como punto de referencia al cilindro 1, muy útil para controlar la inyección

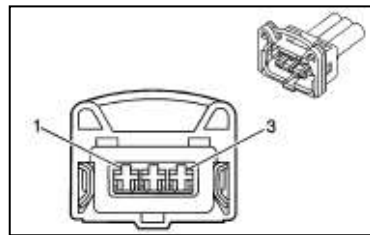
secuencial. Al aumentar las revoluciones del motor la frecuencia de la onda aumenta por lo tanto el periodo disminuye.

j. SENSOR CKP



Fuente: Miguel Angel Rosero

Figura 4.36. Ubicación del Sensor CKP



Fuente: Manual de Servicio Opra

Figura 4.37. Vista del conector Sensor CKP

Tabla 4.26. Información de conector Sensor CKP

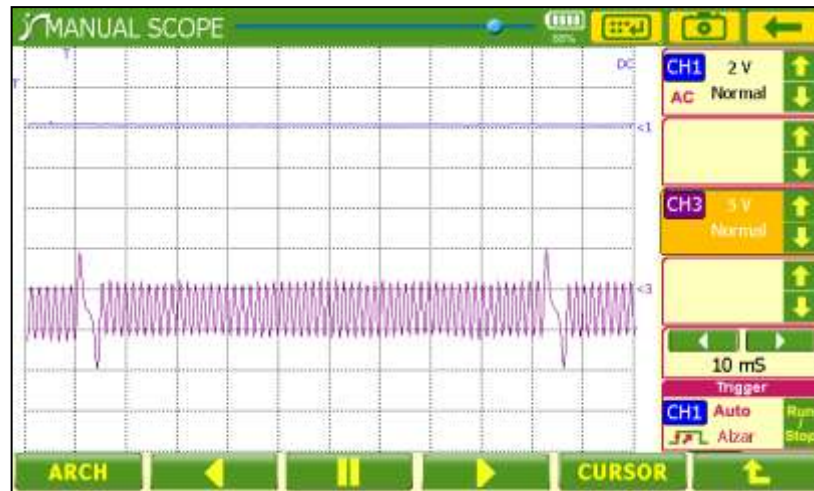
Pin #	Extremo Pin #	Color	Descripción
1	A21	D-BU/WH	Señal
2	A6	YE/BK	Referencia Baja
3	Masa	BK	Masa

Fuente: Miguel Angel Rosero

Tabla 4.27. Valores de resistencia del Sensor CKP

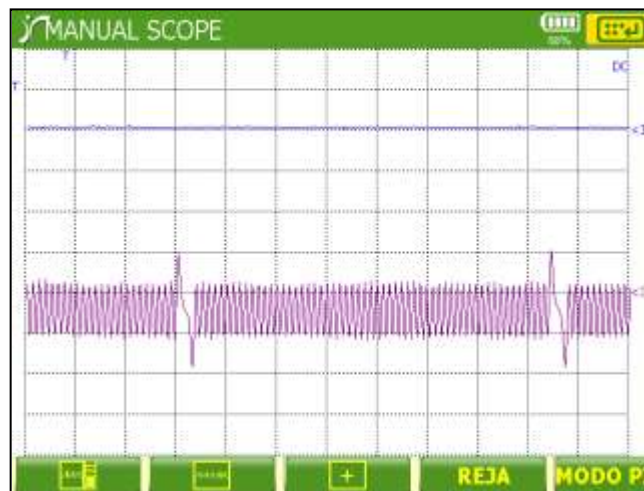
Pin #	Resistencia
1-2	0,547 K Ω
1-3	∞
2-3	∞

Fuente: Miguel Angel Rosero



Fuente: Miguel Angel Rosero

Figura 4.38. Oscilograma del Sensor CKP a ralenti



Fuente: Miguel Angel Rosero

Figura 4.39. Oscilograma del Sensor CKP a altas revoluciones

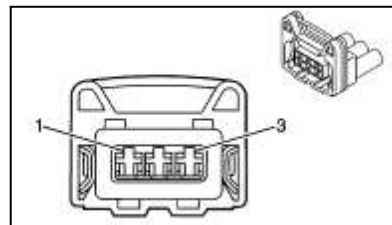
Este oscilograma representa el trabajo que realiza el sensor al tomar como punto de referencia los 2 dientes faltantes en la rueda reluctora, muy útil para controlar el encendido electrónico. Al aumentar las revoluciones del motor la frecuencia de la onda aumenta por lo tanto el periodo disminuye.

k. SENSOR KS



Fuente: Miguel Angel Rosero

Figura 4.40 Ubicación del Sensor KS



Fuente: Manual de Servicio Optra

Figura 4.41. Vista del conector Sensor KS

Tabla 4.28. Información de conector Sensor KS

Pin #	Extremo Pin #	Color	Descripción
1	A32	YE/BK	Señal
2	A3	D-BU/WH	Referencia Baja
3	Masa	BK	Masa

Fuente: Miguel Angel Rosero

Tabla 4.29. Valores de resistencia del Sensor KS

Pin #	Resistencia
1-2	4,58 MΩ
1-3	∞
2-3	∞

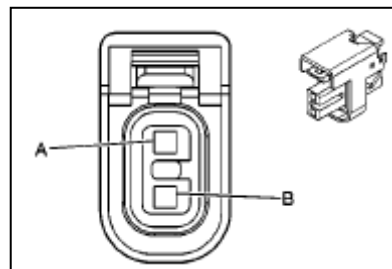
Fuente: Miguel Angel Rosero

I. INYECTORES



Fuente: Miguel Angel Rosero

Figura 4.42. Ubicación conectores de los inyectores



Fuente: Manual de Servicio Opra

Figura 4.43. Vista del conector Inyector

Tabla 4.30. Valores de resistencia de los inyectores

Inyector	Resistencia
1	12 Ω
2	12 Ω
3	12 Ω
4	12 Ω

Fuente: Miguel Angel Rosero

Tabla 4.31. Información conector de inyectores

#	Pin #	Extremo Pin #	Color	Descripción
1	A	Fusible F7	PK	+12 V Fusible F7
	B	A9	YE/BU	Control a Masa
2	A	Fusible F7	PK	+12 V Fusible F7
	B	A22	BN/WH	Control a Masa
3	A	Fusible F7	PK	+12 V Fusible F7
	B	A8	D-GN/BK	Control a Masa
4	A	Fusible F7	PK	+12 V Fusible F7
	B	A26	D-GN/WH	Control a Masa

Fuente: Miguel Angel Rosero



Fuente: Miguel Angel Rosero

Figura 4.44. Oscilograma del inyector a ralentí

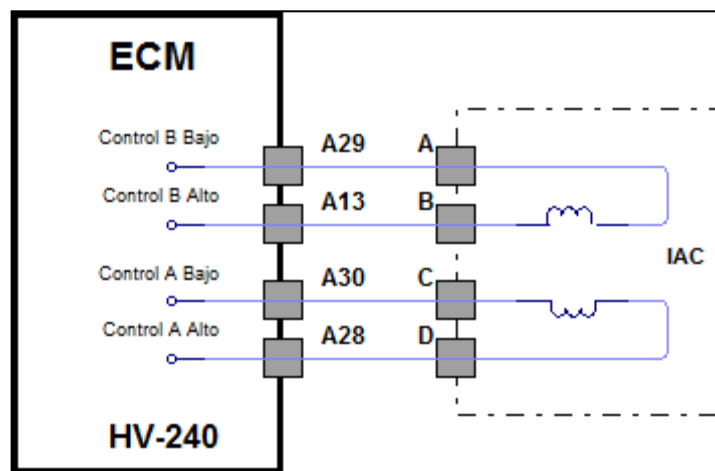
Fuente: Miguel Angel Rosero

Figura 4.45. Oscilograma del inyector a altas revoluciones

Este oscilograma representa el trabajo que realiza el inyector durante la inyección de combustible. Al aumentar las revoluciones del motor la frecuencia de la onda aumenta por lo tanto el periodo disminuye, además el tiempo de inyección disminuye.

m. VÁLVULA IAC

Es del tipo motor paso a paso, ideal para mantener estables las revoluciones del motor en ralentí.



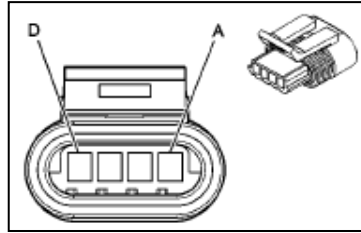
Fuente: Miguel Angel Rosero

Figura 4.46. Circuito eléctrico IAC



Fuente: Miguel Angel Rosero

Figura 4.47. Ubicación de la válvula IAC



Fuente: Manual de Servicio Optra

Figura 4.48. Vista del conector válvula IAC

Tabla 4.32. Información de conector válvula IAC

Pin #	Extremo Pin #	Color	Descripción
A	A29	WH	Control B Bajo
B	A13	PU/WH	Control B Alto
C	A30	YE/WH	Control A Bajo
D	A28	BN	Control A Alto

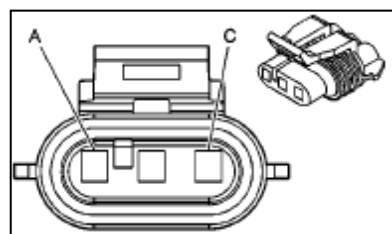
Fuente: Miguel Angel Rosero

n. SISTEMA DIS



Fuente: Miguel Angel Rosero

Figura 4.49. Ubicación del conector sistema DIS



Fuente: Manual de Servicio Optra

Figura 4.50. Vista del conector sistema DIS

Tabla 4.33. Información de conector sistema DIS

Pin #	Extremo Pin #	Color	Descripción
A	A18	L-BU	Control Bobina 1-4
B	Fusible F5	PK	+12 V Fusible F5
C	A19	D-GN/WH	Control Bobina 2-3

Fuente: Miguel Angel Rosero

Tabla 4.34. Valores de resistencia de los bobinados secundarios

Bobina	Resistencia
1-4	5,02 K Ω
2-3	5,04 K Ω

Fuente: Miguel Angel Rosero

Tabla 4.35. Valores de resistencia de los cables de alta tensión

Cable	Resistencia
#1	2,5 K Ω
#2	2,13 K Ω
#3	1,43 K Ω
#4	1,24 K Ω

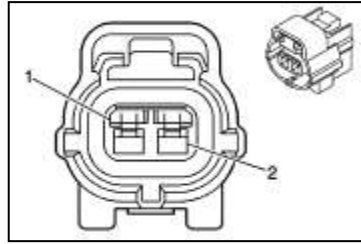
Fuente: Miguel Angel Rosero

ñ. VÁLVULA EGR



Fuente: Miguel Angel Rosero

Figura 4.51. Ubicación de la válvula EGR



Fuente: Manual de Servicio Optrá

Figura 4.52. Vista del conector válvula EGR

Tabla 4.36. Información de conector válvula EGR

Pin #	Extremo Pin #	Color	Descripción
1	Fusible F7	PK	+12 V Fusible F7
2	A4	D-GN	Control a Masa

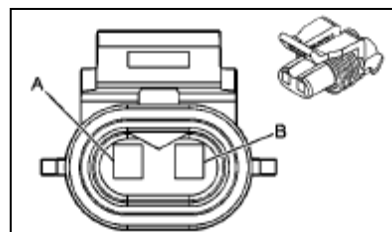
Fuente: Miguel Angel Rosero

o. VÁLVULA EVAP



Fuente: Miguel Angel Rosero

Figura 4.53. Ubicación de la válvula EVAP



Fuente: Manual de Servicio Optrá

Figura 4.54. Vista del conector válvula EVAP

Tabla 4.37. Información de conector válvula EVAP

Pin #	Extremo Pin #	Color	Descripción
A	A20	PK/BK	Control a Masa
B	Fusible F8	WH	+12 V Fusible F8

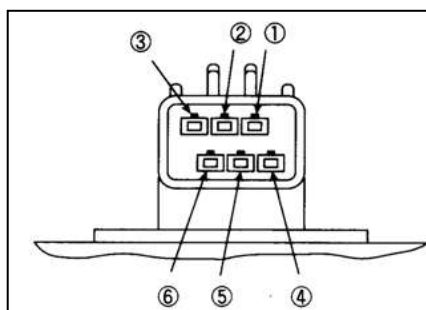
Fuente: Miguel Angel Rosero

p. MÓDULO BOMBA DE COMBUSTIBLE



Fuente: Miguel Angel Rosero

Figura 4.55. Ubicación del conector módulo bomba de combustible



Fuente: Manual de Servicio Opra

Figura 4.56. Vista del conector módulo bomba de combustible

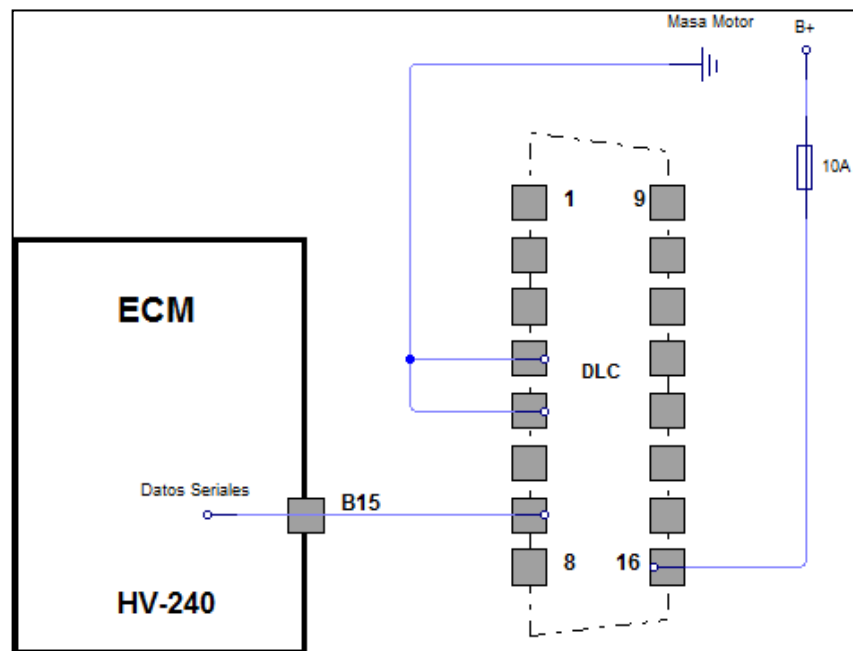
Tabla 4.38. Información de conector módulo bomba de combustible

Pin #	Extremo Pin #	Color	Descripción
1	B19	BN/WH	Señal Nivel
2	Masa	BN	Masa Bomba
3	Fusible F6	RD/BU	+12 V Fusible F6
4-5	-	-	Sin uso
6	B1	L-BU/BK	Referencia Baja

Fuente: Miguel Angel Rosero

q. CONECTOR DLC (CONECTOR DE LÍNEA DE DATOS)

Brinda al operador la facilidad de emplear herramientas de exploración para realizar el estudio de parámetros de funcionamiento y diagnóstico de averías de los sistemas del motor.



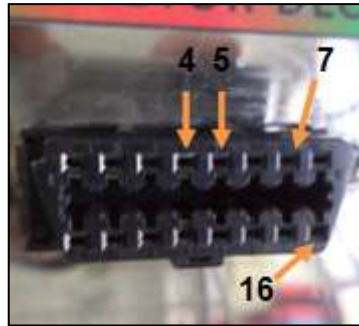
Fuente: Miguel Angel Rosero

Figura 4.57. Circuito eléctrico del conector DLC



Fuente: Miguel Angel Rosero

Figura 4.58. Ubicación del conector DLC



Fuente: Manual de Servicio Opra

Figura 4.59. Vista del conector DLC

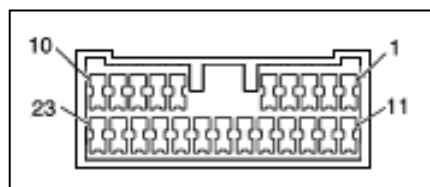
Tabla 4.39. Información de conector DLC

Pin #	Extremo Pin #	Color	Descripción
1-3	-	-	Sin uso
4-5	Masa	BK	Masa
6	-	-	Sin uso
7	B15	PU	Datos seriales Línea K-ECM
8-15	-	-	Sin uso
16	B+	OG	+12 V Batería

Fuente: Miguel Angel Rosero

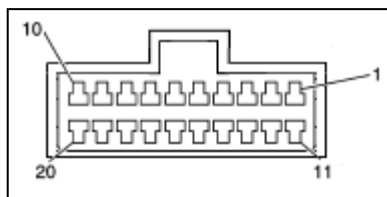
r. PANEL DE INSTRUMENTOS

Los indicadores del panel de instrumentos son fundamentales para brindar al operador cierta información de funcionamiento del banco, como: revoluciones del motor, temperatura de refrigerante, nivel de combustible, estado de carga de batería, presión de aceite y fallas del sistema de control electrónico.



Fuente: Miguel Angel Rosero

Figura 4.60. Vista del conector A



Fuente: Miguel Angel Rosero

Figura 4.61. Vista del conector B

Tabla 4.40. Información de conector A

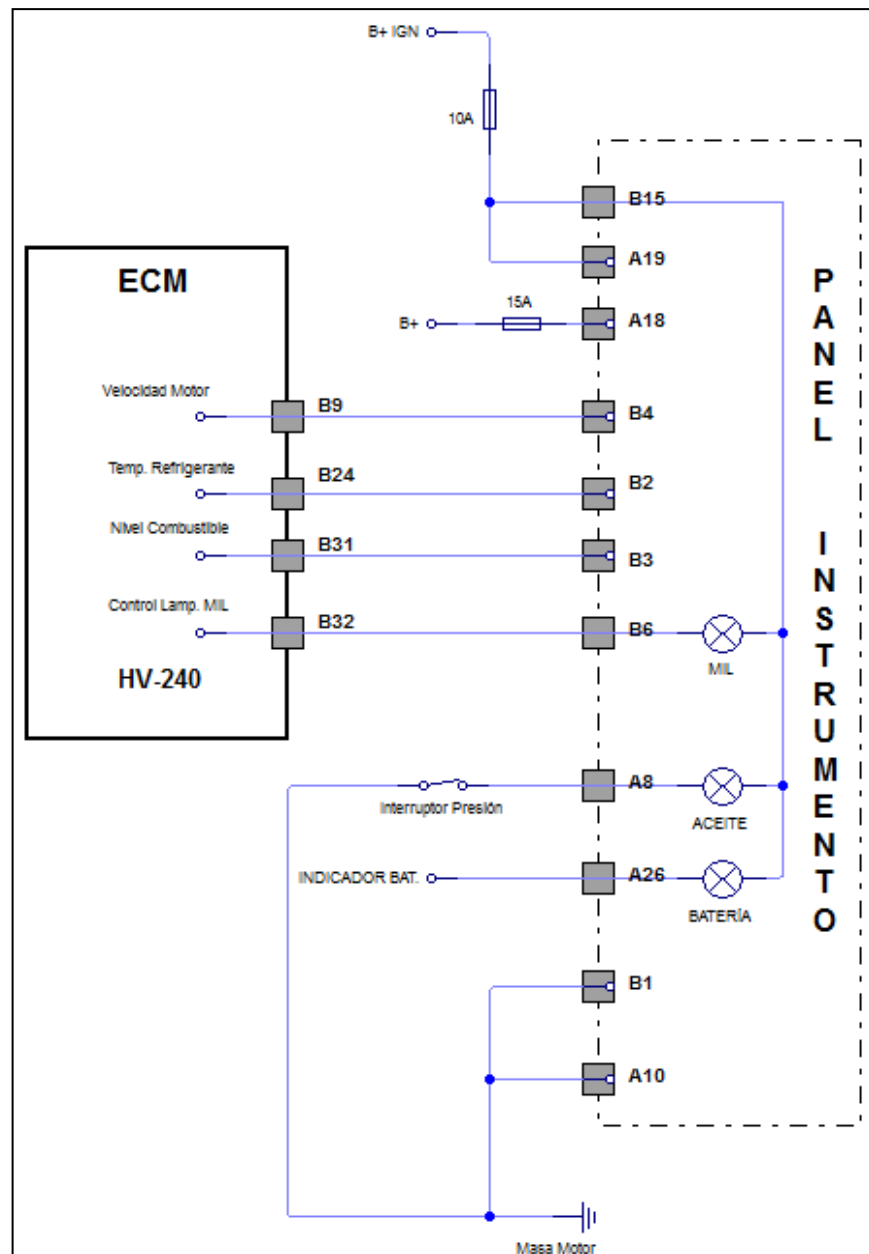
Pin #	Extremo Pin #	Color	Descripción
1	-	-	Sin uso
2	L	-	Indicador Carga Batería
3-9	-	-	Sin uso
10	Masa	-	Masa
11-17	-	-	Sin uso
18	B+	-	+12 V Batería
19	B+ IGN	-	+12 V Ignición
20-23	-	-	Sin uso

Fuente: Miguel Angel Rosero

Tabla 4.41. Información de conector B

Pin #	Extremo Pin #	Color	Descripción
1	Masa	-	Masa
2	B24	-	Señal Temperatura
3	B31	-	Señal Nivel Combustible
4	B9	-	Señal Revoluciones Motor
5	-	-	Sin uso
6	B32	-	Control Lámpara MIL
7	-	-	Sin uso
8	Sensor Presión	-	Control Presión Aceite
9-14	-	-	Sin uso
15	B+ IGN	-	+12 V Ignición
16-20	-	-	Sin uso

Fuente: Miguel Angel Rosero



Fuente: Miguel Angel Rosero

Figura 4.62. Circuito eléctrico panel de instrumentos

4.5 ENCENDIDO POR TECLADO

Con el fin de automatizar el sistema de encendido se optó por implementar un circuito electrónico, el cual permite ingresar una clave para proceder al encendido.

Tenemos un circuito comandado por un microcontrolador ATMEGA8A; el cual trabaja en función de lo que se ingrese a través de un

teclado matricial y a su vez informa al usuario la operación que se está realizando por medio de una pantalla LCD.

Si el procedimiento seguido es correcto, el microcontrolador activará o desactivará un RELÉ por medio de transistor; además se cuenta con un pulsador de RESET.

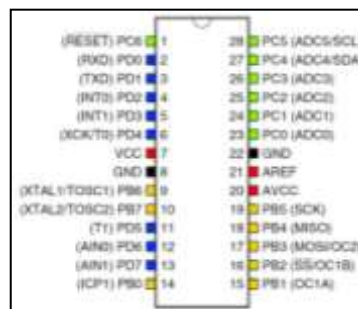
Ya que se trabaja a partir de la batería de 12V DC que alimenta a todo el sistema, tenemos un regulador de voltaje 7805 que regula de +12V a +5V.

4.5.1 COMPONENTES ELECTRÓNICOS

Tenemos un sinnúmero de componentes electrónicos que fueron utilizados en la fabricación del circuito, de los cuales se detallarán los más sobresalientes.

a. MICROCONTROLADOR ATMEGA8A

Microcontrolador de la casa Atmel, basado en arquitectura AVR RISC de 8 bit de alto rendimiento y bajo consumo.



Fuente: Protostack

Figura 4.63. Distribución de pines Microcontrolador ATMEGA8A

b. TECLADO MATRICIAL

Se utilizó un teclado matricial de 4x4, con una presentación visual de 16 botones.

c. PANTALLA LCD

Display LCD alfanumérico de 16x2, con backlight (luz de fondo) tipo LED color azul, caracteres en color blanco y alimentación de 5V.



Fuente: Electrónicos CALDAS

Figura 4.64. Pantalla LCD

d. REGULADOR DE VOLTAJE

Debido a que todos los componentes del circuito necesitan operar con un voltaje de +5V, se optó por acoplar al circuito un regulador de voltaje 7805.

e. TRANSISTOR 2N3904

Es un transistor bipolar (BJT) de tipo NPN, diseñado para operar como switch (interruptor eléctrico).

4.5.2 CONSTRUCCIÓN DE LA PLACA DE CONTROL E INSTALACIÓN

a. CONSTRUIR

Primeramente se realizó una simulación electrónica del circuito en el software Proteus 7 Professional (ISIS 7 Professional), con la finalidad de conocer los elementos y obtener un bosquejo para construir la placa.

Para la construcción se utilizó baquelita (15x10) cm, cloruro férrico como químico degradante y estaño para soldar los componentes.

b. PROGRAMAR Y COMPILAR MICROCONTROLADOR

El manejo de instrucciones es fundamental, por lo que se necesita programar un microcontrolador que sea capaz de recibir instrucciones, procesarlas y actuar en función de ellas.

El microcontrolador ATMEGA8A necesita de un programador y compilador único y específico. La programación se realizó por medio del software BASCOM-AVR, el archivo resultante fue "lcd_clave4dig.bas".

Para cargar la programación en el micro se utilizó el programa PROGISP y se cargó el archivo "LCD_CLAVE4DIG.HEX".



Fuente: Miguel Angel Rosero

Figura 4.65. Quemador de Microcontroladores casa Atmel

c. INSTALAR



Fuente: Miguel Angel Rosero

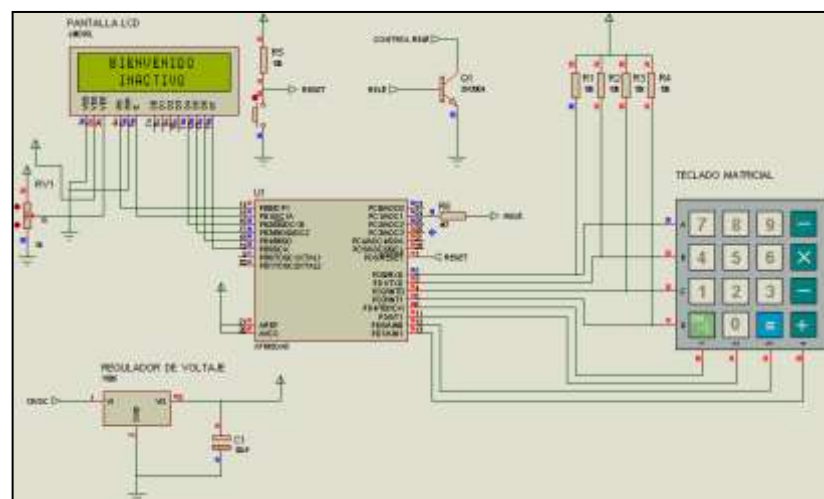
Figura 4.66. Instalación del sistema de encendido por teclado

Una vez cargado el programa en el micro se procedió a armar la placa y a ubicarlo sobre el sistema principal de encendido.

4.5.3 PASOS PARA ACTIVAR Y DESACTIVAR EL SISTEMA

Una vez ensamblada la placa de control dentro del circuito principal de encendido, debemos seguir ciertos pasos para operar el sistema de encendido por teclado y así encender el motor.

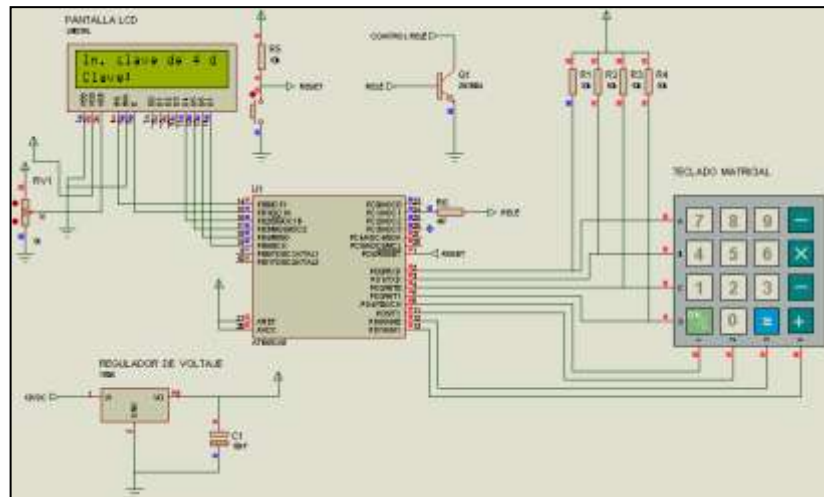
Paso 1: Conectar los bornes de la batería al circuito principal, tomando en cuenta que el valor de voltaje entre los bornes de la batería debe marcar como mínimo +11,5 V; enseguida la pantalla LCD nos mostrará un mensaje.



Fuente: Miguel Angel Rosero

Figura 4.67. Mensaje inicial de bienvenida en la pantalla

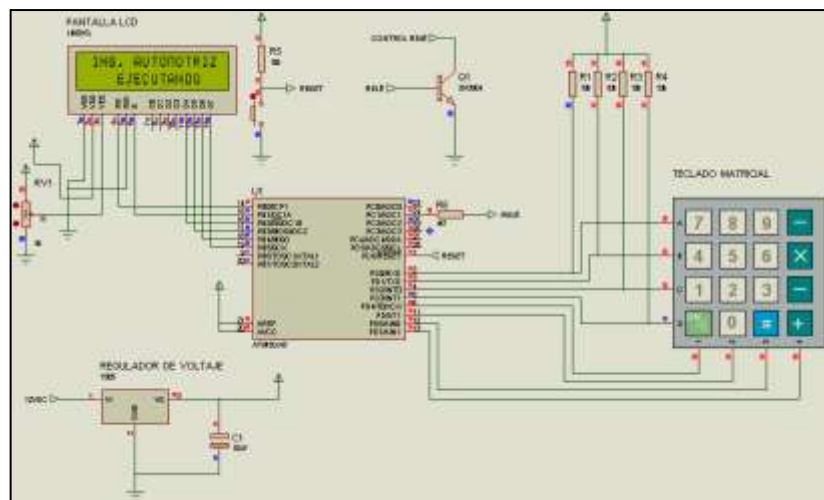
Paso 2: Debemos oprimir cualquier tecla para acceder al mensaje de ingreso de una clave. Luego ingresar una clave de 4 dígitos que es "1489", la cual permitirá activar el relé.



Fuente: Miguel Angel Rosero

Figura 4.68. Mensaje de ingreso de clave

Paso 3: Con la clave ingresada correctamente, se procederá a esperar un tiempo estimado de 20 segundos antes de oprimir el pulsador “**START**”.



Fuente: Miguel Angel Rosero

Figura 4.69. Mensaje de ingreso correcto de clave

Paso 4: Cuando se finalice la práctica, debemos ingresar por medio del teclado “**33**” y automáticamente el motor dejará de funcionar. Luego desconectar el borne negativo de la batería para evitar que se descargue innecesariamente.

4.6 PRESENTACIÓN FINAL

Después de sobrellevar un sinnúmero de inconvenientes en la puesta a punto, tenemos un banco funcionando al 100%.



Fuente: Miguel Angel Rosero

Figura 4.70. Presentación final del banco

CAPÍTULO 5

DIAGNÓSTICO Y CÓDIGOS DE FALLA

5.1 CÓDIGOS DE FALLA

Un código de falla se genera cuando el sistema de control detecta una eventual avería o parámetro de funcionamiento fuera de rango permitido de sensor, actuador, sistema afín a generación de chispa o alimentación de combustible.

Se puede entender que existe un código de falla cuando la lámpara MIL ubicada en el panel de instrumentos se enciende; aunque para conocer en detalle la característica del código se utiliza un scanner.

El scanner permite borrar el código del sistema pero eso no necesariamente indica que la falla se eliminó, por lo cual se emplean otras herramientas como: multímetro u osciloscopio para estudiar el sistema o componente defectuoso.

En este capítulo se detallarán los códigos de falla más comunes con los que se puede encontrar un operario; por consiguiente se estudiará ubicación, estudio y proceso para corregir la falla.

5.1.1 PROBLEMAS EN EL SENSOR MAP

Para este sensor se pueden generar los códigos P0107, P0108. El código P0107 se da por voltaje bajo en el circuito, el código P0108 se genera por voltaje alto en el circuito del sensor.

Tabla 5.1. Condiciones de funcionamiento MAP

Circuito	Corto circuito a tierra	Abierto	Corto circuito a voltaje
Rango normal: 3-4,5 PSI, Lazo cerrado en ralentí.			
Referencia 5V	1 PSI	1 PSI	15 PSI
Señal	1 PSI	1 PSI	15 PSI
Baja referencia	-	1 PSI	-

Fuente: Miguel Angel Rosero

a. CONDICIONES PARA ESTABLECER EL DTC

- **P0107:** El ECM detecta que el parámetro del MAP es menor a 2 PSI por más de 5 segundos.
- **P0108:** El ECM detecta que el parámetro del MAP es mayor a 14 PSI por más de 5 segundos.

b. INFORMACIÓN DE LA FALLA

El DTC P0107 se genera por daños en el circuito del sensor, como corto circuito a tierra o circuito abierto.

El DTC P0108 se genera específicamente por corto circuito a voltaje.

c. REVISIÓN DEL SISTEMA Y/O CIRCUITO

Paso 1: Con el motor apagado se procede a desconectar el conector del MAP.

Paso 2: Identificar la función de cada pin del conector según lo indica el diagrama.

Paso 3: Con la ignición encendida y ayuda de una herramienta de medición en este caso multímetro se procede a ubicar la punta roja sobre el **PIN 3**

(Referencia Baja) del conector y la punta negra en un punto de conexión a masa o tierra.

El valor marcado debe ser menor a 0,8 voltios, si es mayor comprobar que en el circuito de referencia baja no exista corto circuito a voltaje; si el circuito está en buenas condiciones reemplazar la ECM.

Paso 4: Con la ignición encendida, colocar la punta roja de prueba al **PIN 1** (Referencia 5V) y la punta negra de prueba a tierra; verificar que se genere un valor de voltaje entre 4,8-5,2 voltios.

Si el valor mostrado es menor a 4,8V, comprobar que en el circuito de referencia 5V no exista corto circuito a tierra o circuito abierto; si el circuito está en buenas condiciones reemplazar la ECM.

Si el valor mostrado es mayor a 5,2V, comprobar que en el circuito de referencia 5V no exista corto circuito a voltaje; si el circuito está en buenas condiciones reemplazar la ECM.

Paso 5: Con la ayuda de un scanner, trabajar en la función de visualización de parámetros. Verificar que el parámetro del sensor sea menor a 2 PSI.

Si el valor mostrado es mayor, comprobar que en el circuito de señal no exista corto circuito a voltaje; si el circuito está en buenas condiciones reemplazar la ECM.

Paso 6: Colocar un puente entre el **PIN 1** (Referencia 5V) y el **PIN 2** (Señal), verificar que el parámetro del sensor sea mayor a 14 PSI.

Si el valor mostrado es menor, comprobar que en el circuito de señal no exista corto circuito a tierra o circuito abierto; si el circuito está en buenas condiciones reemplazar la ECM.

Paso 7: Comprobado que los circuitos estén en buenas condiciones, reemplazar el sensor MAP.

5.1.2 PROBLEMAS EN EL SENSOR IAT

Para este sensor se pueden generar los códigos P0112, P0113. El código P0112 se da por voltaje bajo en el circuito, el código P0113 se genera por voltaje alto en el circuito del sensor.

Tabla 5.2. Condiciones de funcionamiento IAT

Circuito	Corto circuito a tierra	Abierto	Corto circuito a voltaje
Rango normal: Varía, Lazo cerrado.			
Señal	170 °C	-40 °C	-40 °C
Baja referencia	-	-40 °C	-

Fuente: Miguel Angel Rosero

a. CONDICIONES PARA ESTABLECER EL DTC

- **P0112:** El ECM detecta que el parámetro del IAT es mayor a 149 °C por 10 segundos.
- **P0113:** El ECM detecta que el parámetro del IAT es menor a -38 °C por 4 segundos.

b. INFORMACIÓN DE LA FALLA

El DTC P0112 se genera específicamente por corto circuito a tierra.

El DTC P0113 se genera por daños en el circuito del sensor, como corto circuito a voltaje o circuito abierto.

c. REVISIÓN DEL SISTEMA Y/O CIRCUITO

Paso 1: Con el motor apagado se procede a desconectar el conector del IAT.

Paso 2: Identificar la función de cada pin del conector según lo indica el diagrama.

Paso 3: Con la ignición encendida y con ayuda de un scanner, trabajar en la función de visualización de parámetros. Verificar que el parámetro del sensor sea menor a $-38\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Si el valor mostrado es mayor, comprobar que en el circuito de señal no exista corto circuito a tierra; si el circuito está en buenas condiciones reemplazar la ECM.

Paso 4: Con la ignición encendida y ayuda de una herramienta de medición en este caso multímetro se procede a ubicar la punta roja sobre el **PIN 1** (Referencia Baja) del conector y la punta negra en un punto de conexión a masa o tierra.

El valor marcado debe ser menor a 0,8 voltios, si es mayor comprobar que en el circuito de referencia baja no exista corto circuito a voltaje; si el circuito está en buenas condiciones reemplazar la ECM.

Paso 5: Colocar un puente entre el **PIN 1** (Referencia Baja) y el **PIN 2** (Señal), verificar que el parámetro del sensor sea mayor a $128\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Si el valor mostrado es menor, comprobar que en el circuito de señal no exista corto circuito a voltaje o circuito abierto; si el circuito está en buenas condiciones reemplazar la ECM.

Paso 6: Comprobado que los circuitos estén en buenas condiciones, reemplazar el sensor IAT.

5.1.3 PROBLEMAS EN EL SENSOR ECT

Para este sensor se pueden generar los códigos P0117, P0118. El código P0117 se da por voltaje bajo en el circuito, el código P0118 se genera por voltaje alto en el circuito del sensor.

Tabla 5.3. Condiciones de funcionamiento ECT

Circuito	Corto circuito a tierra	Abierto	Corto circuito a voltaje
Rango normal: Varía, Lazo cerrado.			
Señal	214 °C	-40 °C	-40 °C
Baja referencia	-	-40 °C	-

Fuente: Miguel Angel Rosero

a. CONDICIONES PARA ESTABLECER EL DTC

- **P0117:** El ECM detecta que el parámetro del ECT es mayor a 149 °C por 4 segundos.
- **P0118:** El ECM detecta que el parámetro del ECT es menor a -38 °C por 4 segundos.

b. INFORMACIÓN DE LA FALLA

El DTC P0117 se genera específicamente por corto circuito a tierra.

El DTC P0118 se genera por daños en el circuito del sensor, como corto circuito a voltaje o circuito abierto.

c. REVISIÓN DEL SISTEMA Y/O CIRCUITO

Paso 1: Con el motor apagado se procede a desconectar el conector del ECT.

Paso 2: Identificar la función de cada pin del conector según lo indica el diagrama.

Paso 3: Con la ignición encendida y con ayuda de un scanner, trabajar en la función de visualización de parámetros. Verificar que el parámetro del sensor sea menor a $-38\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Si el valor mostrado es mayor, comprobar que en el circuito de señal no exista corto circuito a tierra; si el circuito está en buenas condiciones reemplazar la ECM.

Paso 4: Con la ignición encendida y ayuda de una herramienta de medición en este caso multímetro se procede a ubicar la punta roja sobre el **PIN 2** (Referencia Baja) del conector y la punta negra en un punto de conexión a masa o tierra.

El valor marcado debe ser menor a 0,8 voltios, si es mayor comprobar que en el circuito de referencia baja no exista corto circuito a voltaje; si el circuito está en buenas condiciones reemplazar la ECM.

Paso 5: Colocar un puente entre el **PIN 1** (Señal) y el **PIN 2** (Referencia Baja), verificar que el parámetro del sensor sea mayor a $128\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Si el valor mostrado es menor, comprobar que en el circuito de señal no exista corto circuito a voltaje o circuito abierto; si el circuito está en buenas condiciones reemplazar la ECM.

Paso 6: Comprobado que los circuitos estén en buenas condiciones, reemplazar el sensor ECT.

5.1.4 PROBLEMAS EN EL SENSOR TPS

Para este sensor se pueden generar los códigos P0122, P0123. El código P0122 se da por voltaje bajo en el circuito, el código P0123 se genera por voltaje alto en el circuito del sensor.

Tabla 5.4. Condiciones de funcionamiento TPS

Circuito	Corto circuito a tierra	Abierto	Corto circuito a voltaje
Rango normal: 0%, Lazo cerrado en ralentí.			
Referencia 5V	0%	0%	100%
Señal	0%	0%	100%
Baja referencia	-	100%	-

Fuente: Miguel Angel Rosero

a. CONDICIONES PARA ESTABLECER EL DTC

- **P0122:** El ECM detecta que el voltaje de señal del sensor es menor que 0,3 voltios por 2,5 segundos.
- **P0123:** El ECM detecta que el voltaje de señal del sensor es mayor que 4,9 voltios por 2,5 segundos.

b. INFORMACIÓN DE LA FALLA

El DTC P0122 se genera por daños en el circuito del sensor, como corto circuito a tierra o circuito abierto.

El DTC P0123 se genera por daños en el circuito del sensor, como corto circuito a voltaje o circuito abierto.

c. REVISIÓN DEL SISTEMA Y/O CIRCUITO

Paso 1: Con el motor apagado se procede a desconectar el conector del TPS.

Paso 2: Identificar la función de cada pin del conector según lo indica el diagrama.

Paso 3: Con la ignición encendida y ayuda de una herramienta de medición en este caso multímetro se procede a ubicar la punta roja sobre el **PIN B** (Referencia Baja) del conector y la punta negra en un punto de conexión a masa o tierra.

El valor marcado debe ser menor a 0,8 voltios, si es mayor comprobar que en el circuito de referencia baja no exista corto circuito a voltaje; si el circuito está en buenas condiciones reemplazar la ECM.

Paso 4: Con la ignición encendida, ubicar la punta roja sobre el **PIN A** (Referencia 5V) del conector y la punta negra en un punto de conexión a masa o tierra; comprobar que el valor se encuentre entre 4,8–5,2 voltios.

Si el valor mostrado es menor a 4,8V, comprobar que en el circuito de referencia 5V no exista corto circuito a tierra o circuito abierto; si el circuito está en buenas condiciones reemplazar la ECM.

Si el valor mostrado es mayor a 5,2V, comprobar que en el circuito de referencia 5V no exista corto circuito a voltaje; si el circuito está en buenas condiciones reemplazar la ECM.

Paso 5: Colocar la punta roja de prueba al **PIN C** (Señal) y la punta negra de prueba a tierra; verificar que se genere un valor de voltaje menor a 0,3 voltios.

Si el valor mostrado es mayor, comprobar que en el circuito de señal no exista corto circuito a voltaje; si el circuito está en buenas condiciones reemplazar la ECM.

Paso 6: Colocar un puente entre el **PIN A** (Referencia 5V) y el **PIN C** (Señal), verificar que el parámetro del sensor sea mayor a 4,8V.

Si el valor mostrado es menor, comprobar que en el circuito de señal no exista corto circuito a tierra o circuito abierto; si el circuito está en buenas condiciones reemplazar la ECM.

Paso 7: Comprobado que los circuitos estén en buenas condiciones, reemplazar el sensor TPS.

5.1.5 PROBLEMAS EN EL SENSOR CMP

Para este sensor se pueden generar los códigos P0016, P0340. El código P0016 se da por falla en la correlación entre la posición del cigüeñal y árbol de levas, el código P0340 se genera por problemas en el circuito del sensor.

a. CONDICIONES PARA ESTABLECER EL DTC

- **P0016:** El ECM detecta una señal incorrecta del CMP por 5 segundos.
- **P0340:** El ECM no detecta señal del CMP por 32 eventos del cilindro 1 en el PMS.

b. INFORMACIÓN DE LA FALLA

Físicamente el DTC P0016 se puede generar por problemas físicos en el sensor o rueda reluctora, como instalación incorrecta o daños.

El DTC P0340 se genera por problemas referentes al circuito del sensor, que pueden darse por corto circuito a tierra o circuito abierto.

c. REVISIÓN DEL SISTEMA Y/O CIRCUITO

Paso 1: Con el motor apagado se procede a desconectar el conector del CMP, no sin antes desmontar el protector ubicado sobre la tapa válvulas.

Paso 2: Identificar la función de cada pin del conector según lo indica el diagrama.

Paso 3: Con la ayuda de una herramienta de medición en este caso multímetro se procede a ubicar la punta roja sobre el **PIN 1** del conector y la punta negra en un punto de conexión a masa o tierra.

Paso 4: Con la ignición encendida comprobar que el valor de voltaje extraído sea correcto.

El valor de voltaje debe ser igual al valor que genera la batería, caso contrario revisar que no exista un corto circuito a tierra o circuito abierto en el circuito que alimenta al sensor.

Paso 5: Cambiar la punta negra de prueba al **PIN 2** (Referencia Baja) y verificar que se genere un valor de voltaje aceptable, caso contrario revisar que no exista corto a tierra o circuito abierto en el circuito de referencia baja.

Si el circuito está en buenas condiciones reemplazar la ECM.

Paso 6: Con la ignición apagada, vuelva a conectar el conector del sensor.

Posicione la punta roja en el circuito de señal (**PIN 3**) y la punta negra en el **PIN 2** (Referencia Baja).

Paso 7: Con la ignición encendida, verificar que se genere un voltaje promedio entre 4,8-5,2 voltios.

Si hay un valor menor a 4,8 comprobar que no exista un corto a tierra o circuito abierto en el circuito de señal, si el circuito está bien reemplazar la ECM.

Si hay un valor mayor a 5,2 comprobar que no exista un corto a voltaje en el circuito de señal, si el circuito está bien reemplazar la ECM.

Paso 8: Comprobado que los circuitos estén en buenas condiciones, reemplazar el sensor CMP.

5.1.6 PROBLEMAS EN EL SENSOR CKP

Para este sensor se pueden generar los códigos P0335, P0336. El código P0335 se da por falla en el circuito del sensor, el código P0336 se genera por problemas en la señal.

a. CONDICIONES PARA ESTABLECER EL DTC

- **P0335:** El ECM no detecta la señal del sensor.
- **P0336:** El ECM detecta un número incorrecto de pulsos de referencia del sensor por 10 revoluciones consecutivas del cigüeñal.

b. INFORMACIÓN DE LA FALLA

El DTC P0335 se genera por daños en el circuito del sensor, específicamente por circuito abierto.

Físicamente el DTC P0336 se puede generar por problemas físicos en el sensor o rueda reluctora, como instalación incorrecta o daños.

c. REVISIÓN DEL SISTEMA Y/O CIRCUITO

Importante: Si el conductor del sensor presenta anomalías, reemplazar el sensor CKP.

Paso 1: Con el motor apagado se procede a desconectar el conector del CKP.

Paso 2: Identificar la función de cada pin del conector según lo indica el diagrama.

Paso 3: Con la ignición apagada y ayuda de una herramienta de medición en este caso multímetro se procede a medir la resistencia entre el **PIN 1** (Señal) y **PIN 2** (Referencia Baja) del conector.

El valor marcado debe estar entre 460-620 Ω ; si el valor está fuera del rango reemplazar el CKP.

5.1.7 PROBLEMAS EN EL SENSOR EGO

Para este sensor se pueden generar los códigos P0131, P0132. El código P0131 se da por voltaje bajo en el circuito, el código P0132 se genera por voltaje alto en el circuito del sensor.

a. CONDICIONES PARA ESTABLECER EL DTC

- **P0131:** El ECM detecta que el voltaje del sensor es menor que 50 mV.
- **P0132:** El ECM detecta que el voltaje del sensor es mayor que 952 mV.

b. INFORMACIÓN DE LA FALLA

El DTC P0131 se genera por daños en el circuito de señal del sensor, específicamente por corto circuito a tierra.

El DTC P0132 se genera por daños en el circuito del sensor, específicamente por corto circuito a voltaje.

c. REVISIÓN DEL SISTEMA Y/O CIRCUITO

Paso 1: Con el motor apagado se procede a desconectar el conector del sensor EGO en el módulo de control.

Paso 2: Identificar la función de cada pin del conector según lo indica el diagrama.

Paso 3: Con la ayuda de una herramienta de medición en este caso multímetro se procede a ubicar la punta roja sobre el **PIN A** (Señal) del conector y la punta negra en el **PIN B** (Referencia Baja); verificar que el valor se encuentre entre 250-500 mV.

Si el valor mostrado es menor a 250 mV, comprobar que en el circuito de señal no exista corto circuito a tierra; si el circuito está en buenas condiciones reemplazar la ECM.

Si el valor mostrado es mayor a 500 mV, comprobar que en el circuito de señal no exista corto circuito a voltaje; si el circuito está en buenas condiciones reemplazar la ECM.

Paso 4: Ubicar la punta roja sobre el **PIN B** (Referencia Baja) del conector y la punta negra en un punto de conexión a masa o tierra; comprobar que el valor sea menor a 100 mV.

Si el valor mostrado es mayor a 100 mV, comprobar que en el circuito de referencia baja no exista corto circuito a voltaje; si el circuito está en buenas condiciones reemplazar la ECM.

Paso 5: Comprobado que los circuitos estén en buenas condiciones, reemplazar el sensor EGO.

Importante: Verificar que no existan ninguna de las siguientes condiciones mecánicas externas.

- Problemas en los inyectores.
- Presión incorrecta en el sistema de combustible.
- Combustible contaminado.
- Fugas del escape cerca al sensor.
- Fugas de vacío.

5.1.8 PROBLEMAS EN LOS INYECTORES

Se pueden generar los códigos P0201 (Inyector 1), P0202 (Inyector 2), P0203 (Inyector 3), P0204 (Inyector 4). Estos códigos se dan por inconvenientes en los circuitos de los inyectores.

a. INFORMACIÓN DE LA FALLA

Los DTC's P0201, P0202, P0203, P0204 se generan por daños en los circuitos de los inyectores; como por corto circuito a tierra, a voltaje o circuito abierto.

b. REVISIÓN DEL SISTEMA Y/O CIRCUITO

Paso 1: Con el motor apagado se procede a desconectar el conector del inyector correspondiente.

Paso 2: Identificar la función de cada pin del conector según lo indica el diagrama.

Paso 3: Con ignición encendida y con la ayuda de una herramienta de medición en este caso multímetro se procede a ubicar la punta roja sobre el **PIN A** (Alimentación de voltaje +12V) del conector y la punta negra en un punto de conexión a masa o tierra; verificar que el valor sea proporcional al voltaje de la batería.

Si el valor mostrado es menor, comprobar que en el circuito no exista corto circuito a tierra o circuito abierto.

Paso 4: Ubicar una lámpara de prueba entre el **PIN A** (Alimentación de voltaje +12V) y **PIN B** (Control) del conector del inyector.

Paso 5: Con el motor funcionando); verificar que la lámpara se encienda de manera intermitente.

Si la lámpara permanece encendida, comprobar que en el circuito de control no exista corto circuito a tierra; si el circuito está en buenas condiciones reemplazar la ECM.

Si la lámpara permanece apagada, comprobar que en el circuito de control no exista corto circuito a voltaje o circuito abierto; si el circuito está en buenas condiciones reemplazar la ECM.

Paso 6: Comprobado que los circuitos estén en buenas condiciones, reemplazar el inyector correspondiente.

5.1.9 PROBLEMAS EN EL SISTEMA DE ENCENDIDO

Se pueden generar los códigos P0300 (Falla de encendido del motor), P0301 (Cilindro 1), P0302 (Cilindro 2), P0303 (Cilindro 3), P0304 (Cilindro 4).

a. REVISIÓN DEL SISTEMA Y/O CIRCUITO

Importante: Verificar que no existan ninguna de las siguientes condiciones mecánicas externas.

- Fugas de vacío.
- Presión incorrecta en el sistema de combustible.
- Combustible contaminado.
- Obstrucciones en el sistema de escape.

Paso 1: Con el motor apagado se procede a desconectar el cable de bujía del cilindro correspondiente.

Paso 2: Con la ayuda de una herramienta de medición en este caso multímetro se procede a medir la resistencia del cable.

Tomar como referencia que por cada 30 cm se debe tener un valor de aproximadamente 1000 ohmios; si el valor mostrado es mayor al dato propuesto cambiar el cable.

Paso 3: Comprobar el estado de los bobinados secundarios de la bobina de ignición, medir la resistencia con un valor promedio de 5 K Ω .

Si existe un valor diferente al dato propuesto cambiar la bobina de ignición.

Paso 4: Desmontar la bujía del cilindro que presenta problemas, examinar la existencia de las siguientes condiciones.

- Contaminación por aceite, carbonilla.
- Roturas.
- Desgaste de electrodos pronunciado.
- Holgura entre electrodos incorrecta.

Si la bujía presenta cualquiera de estas condiciones, reemplazar la bujía.

5.1.10 PROBLEMAS EN LA BOBINA DE IGNICIÓN

Se pueden generar los códigos P0351 (Control de bobina 1-4), P0352 (Control de bobina 2-3).

a. INFORMACIÓN DE LA FALLA

Los DTC's P0351, P0352 se generan por daños en el circuito de control de la bobina de ignición; como por corto circuito a tierra, a voltaje o circuito abierto.

b. REVISIÓN DEL SISTEMA Y/O CIRCUITO

Paso 1: Con el motor apagado se procede a desconectar el conector de la bobina de ignición.

Paso 2: Identificar la función de cada pin del conector según lo indica el diagrama.

Paso 3: Con la ayuda de una herramienta de medición en este caso multímetro se procede a ubicar la punta roja sobre el **PIN B** del conector y la punta negra en un punto de conexión a masa o tierra.

Paso 4: Con la ignición encendida comprobar que el valor de voltaje extraído sea correcto.

El valor de voltaje debe ser igual al valor que genera la batería, caso contrario revisar que no exista un corto circuito a tierra o circuito abierto en el circuito que alimenta a la bobina.

Paso 5: Utilizando el parámetro Hertzios del multímetro colocar las puntas de prueba entre el **PIN A o PIN C** (Control de bobina de ignición) y punto de conexión a masa o tierra.

Paso 6: Poner en marcha al motor, revisar que el valor generado sea mayor a 3 Hz.

Si el valor mostrado es menor, comprobar que en el circuito de control no exista corto circuito a voltaje, a tierra o circuito abierto; si el circuito está en buenas condiciones reemplazar la ECM.

Paso 7: Comprobado que los circuitos estén en buenas condiciones, reemplazar la bobina de ignición.

5.2 HERRAMIENTAS DE DIAGNÓSTICO

Son de gran ayuda ya que permiten visualizar parámetros de funcionamiento de distintos sistemas incorporados en los motores.

En un principio estas herramientas eran de acceso limitado a grandes concesionarios, pero gradualmente se ha ido ampliando su uso en el área automotriz.

La evolución de estas herramientas va a la par con los cambios tecnológicos, permitiendo encontrar en el mercado elementos versátiles y de uso amigable para el operario; además actualmente se puede disponer de aplicaciones virtuales compatibles con teléfonos inteligentes y computadores que brindan los mismos beneficios que una herramienta física.

5.2.1 SCANNER-OSCILOSCOPIO CARMAN SCAN VG

Es una herramienta muy eficiente y amigable con el usuario, de uso común en el área automotriz; además brinda muchos servicios entre los más sobresalientes están la modalidad scanner y osciloscopio.

Esta herramienta cuenta con una base de datos muy amplia, diferentes marcas y modelos. También brinda la oportunidad de ir capturando las pantallas de las pruebas para que el operario pueda disponer de estas posteriormente.

a. UTILIZACIÓN

Paso 1: Reconocer y ubicar los implementos necesarios para poner en operación el CARMAN SCAN VG.



Fuente: Miguel Angel Rosero

Figura 5.1. Implementos del CARMAN SCAN VG

Paso 2: Ubicar los puntos de conexión; conexión del cargador, conector DLC, y los 4 canales para la función osciloscopio.



Fuente: Miguel Angel Rosero

Figura 5.2. Puntos de conexión del CARMAN SCAN VG

Paso 3: Encender el CARMAN SCAN VG; una vez encendido, este brinda la posibilidad de acceder a sus diferentes servicios mediante el uso de un lápiz óptico o por medio de sus distintos botones.



Fuente: Miguel Angel Rosero

Figura 5.3. Presentación de la pantalla principal

Paso 4: Para acceder a la modalidad de scanner, oprimir “DIAGNÓSTICO VEHÍCULO” seguido de “VEHÍCULO DIAGNÓSTICO”.

Paso 5: Ubicar el sector de origen del sistema motor, luego oprimir “INICIO”.



Fuente: Miguel Angel Rosero

Figura 5.4. Pantalla de presentación de sectores y modelos

Paso 6: Ubicar modelo específico, en este caso la búsqueda está dirigida hacia el CHEVROLET OPTRA 1.8.



Fuente: Miguel Angel Rosero

Figura 5.5. Ubicación de la marca del vehículo



Fuente: Miguel Angel Rosero

Figura 5.6. Ubicación del modelo del vehículo

Paso 7: Ubicado el sistema de interés, disfrutar de los beneficios que se presentan.



Fuente: Miguel Angel Rosero

Figura 5.7. Ubicación del sistema de interés

Paso 8: Para acceder a la función de osciloscopio, retornar a la pantalla de inicio y oprimir “OSCILOSCOPIO Y SIMULADOR”. Para facilitar el proceso tomar la opción “CONFIGURATION AUTOMÁTICA”.



Fuente: Miguel Angel Rosero

Figura 5.8. Pantalla de opciones de osciloscopio

Paso 9: Ubicar un canal del CARMAN y el componente a ser examinado, seguido de “GUARDAR”.



Fuente: Miguel Angel Rosero

Figura 5.9. Presentación de opciones de gráfica

5.2.2 INTERFAZ ELM 327 BLUETOOTH

Es una herramienta de análisis y diagnóstico compatible con todos los protocolos OBD-II.

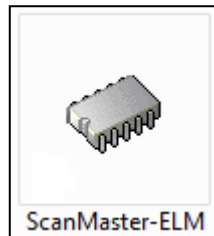
Es un artefacto fácil de movilizar y utilizar, de gran ayuda para operarios, propietarios de vehículos y personas aficionadas a la mecánica; ayuda a ahorrar tiempo y dinero ya que permite hacerle frente a los problemas cotidianos de forma rápida y sencilla.

a. CARACTERÍSTICAS

- Leer códigos de falla, genéricos y específicos de fabricante, y mostrar significado.
- Borrar códigos de falla y apagar luz MIL.
- Compatible con vehículos OBD II.
- Conexión bluetooth.
- Voltaje de trabajo +12V.
- Trabaja con multi-protocolos de comunicación.
- Permite visualizar parámetros de funcionamiento.

b. APLICACIÓN PARA PC

El software utilizado como medio de comunicación con el usuario es el “ScanMaster-ELM”, ya que es el que mejor se acopla a la interfaz.



Fuente: Miguel Angel Rosero

Figura 5.10. Icono del software

c. ACTIVAR COMUNICACIÓN

Esta interfaz se comunica con la PC por medio de Bluetooth, por lo que se pueden generar inconvenientes con los puertos de comunicación.

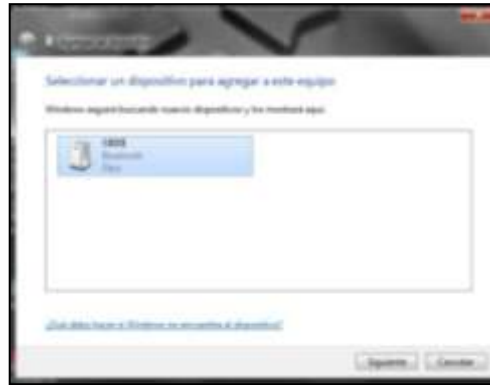
Paso 1: Ubicar la interfaz en el conector de datos del vehículo y activar la ignición.



Fuente: Miguel Angel Rosero

Figura 5.11. Interfaz conectada al conector DLC

Paso 2: Activar el Bluetooth de la PC, y proceder a agregar dispositivo. Ubicado el dispositivo proceder en “Siguiendo”.



Fuente: Miguel Angel Rosero

Figura 5.12. Selección del dispositivo

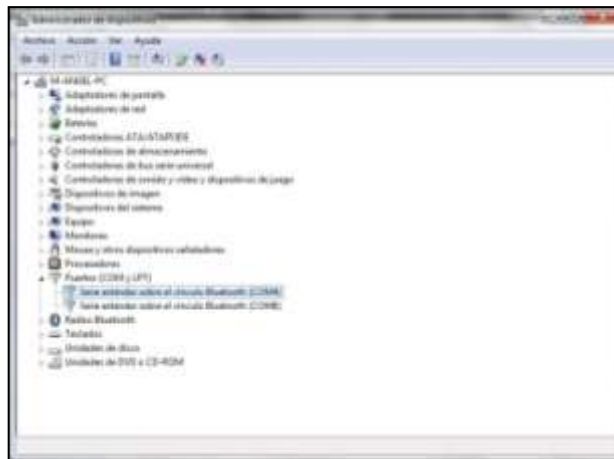
Paso 3: Ingresar código de emparejamiento del dispositivo, el código es 1234. Esperar mensaje de confirmación de ingreso de dispositivo.



Fuente: Miguel Angel Rosero

Figura 5.13. Ingreso de código de emparejamiento

Paso 4: Confirmar que la comunicación de la interfaz se realice por medio del puerto COM4, caso contrario no se podrán visualizar datos.



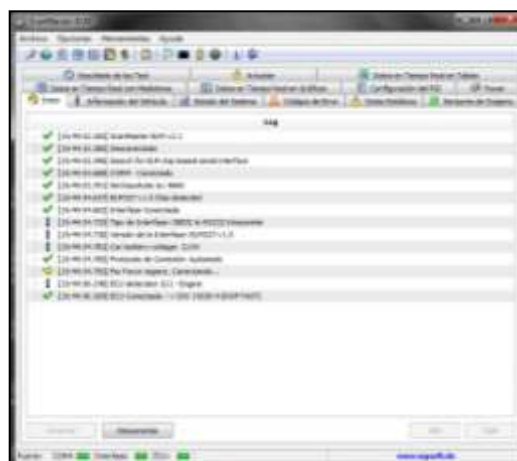
Fuente: Miguel Angel Rosero

Figura 5.14. Confirmación de los puertos de comunicación del dispositivo

d. UTILIZACIÓN

Paso 1: Ubicar la interfaz en el conector de datos del vehículo y activar la ignición.

Paso 2: Abrir el programa “ScanMaster-ELM” y presionar el icono “Conectar” para empezar a visualizar los datos del sistema motor.



Fuente: Miguel Angel Rosero

Figura 5.15. Presentación de la pantalla de Inicio

En la pantalla de inicio se puede visualizar las características de la interfaz, detalles de la comunicación.

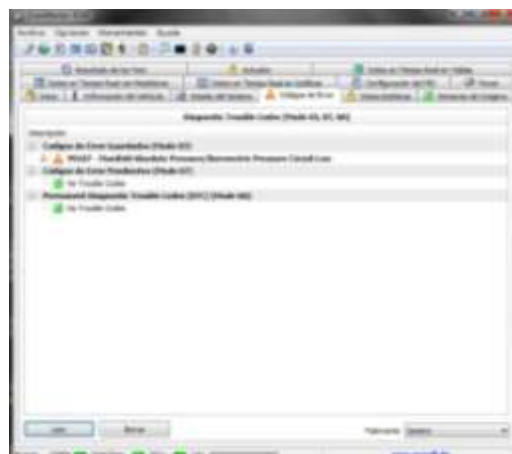
En la pantalla “Estado del Sistema” se pueden visualizar de manera puntual las características del sistema, como por ejemplo la presencia de DTC.



Fuente: Miguel Angel Rosero

Figura 5.16. Pantalla Estado de Sistema

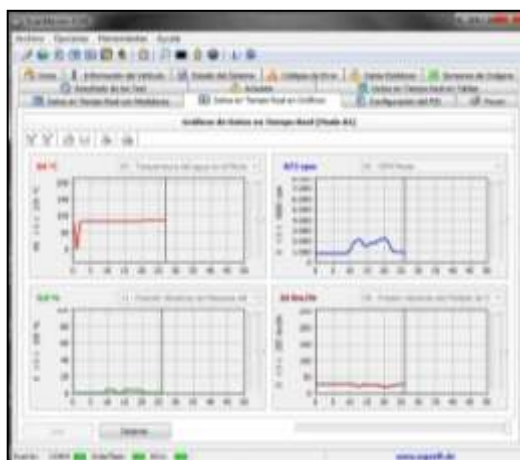
En la pantalla “Códigos de Error” se visualiza de manera puntual la descripción de los DTC`s.



Fuente: Miguel Angel Rosero

Figura 5.17. Pantalla Códigos de Error

En la pantalla “Datos en Tiempo Real en Gráficos” se visualizan ciertos parámetros de funcionamiento mediante gráficos.



Fuente: Miguel Angel Rosero

Figura 5.18. Pantalla Datos en Tiempo Real en Gráficos

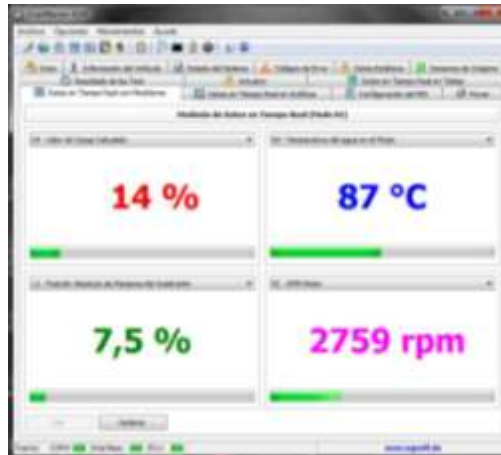
En la pantalla “Datos en Tiempo Real en Tablas” se visualizan los parámetros de funcionamiento de forma detallada.

Descripción	Unidad	Valor	Unidad	Valor	Unidad	Valor
01 - Fuente de Alimentación						
02 - Fuente de Alimentación						
03 - Fuente de Alimentación						
04 - Fuente de Alimentación						
05 - Fuente de Alimentación						
06 - Fuente de Alimentación						
07 - Fuente de Alimentación						
08 - Fuente de Alimentación						
09 - Fuente de Alimentación						
10 - Fuente de Alimentación						
11 - Fuente de Alimentación						
12 - Fuente de Alimentación						
13 - Fuente de Alimentación						
14 - Fuente de Alimentación						
15 - Fuente de Alimentación						
16 - Fuente de Alimentación						
17 - Fuente de Alimentación						
18 - Fuente de Alimentación						
19 - Fuente de Alimentación						
20 - Fuente de Alimentación						
21 - Fuente de Alimentación						
22 - Fuente de Alimentación						
23 - Fuente de Alimentación						
24 - Fuente de Alimentación						
25 - Fuente de Alimentación						
26 - Fuente de Alimentación						
27 - Fuente de Alimentación						
28 - Fuente de Alimentación						
29 - Fuente de Alimentación						
30 - Fuente de Alimentación						
31 - Fuente de Alimentación						
32 - Fuente de Alimentación						
33 - Fuente de Alimentación						
34 - Fuente de Alimentación						
35 - Fuente de Alimentación						
36 - Fuente de Alimentación						
37 - Fuente de Alimentación						
38 - Fuente de Alimentación						
39 - Fuente de Alimentación						
40 - Fuente de Alimentación						
41 - Fuente de Alimentación						
42 - Fuente de Alimentación						
43 - Fuente de Alimentación						
44 - Fuente de Alimentación						
45 - Fuente de Alimentación						
46 - Fuente de Alimentación						
47 - Fuente de Alimentación						
48 - Fuente de Alimentación						
49 - Fuente de Alimentación						
50 - Fuente de Alimentación						
51 - Fuente de Alimentación						
52 - Fuente de Alimentación						
53 - Fuente de Alimentación						
54 - Fuente de Alimentación						
55 - Fuente de Alimentación						
56 - Fuente de Alimentación						
57 - Fuente de Alimentación						
58 - Fuente de Alimentación						
59 - Fuente de Alimentación						
60 - Fuente de Alimentación						
61 - Fuente de Alimentación						
62 - Fuente de Alimentación						
63 - Fuente de Alimentación						
64 - Fuente de Alimentación						
65 - Fuente de Alimentación						
66 - Fuente de Alimentación						
67 - Fuente de Alimentación						
68 - Fuente de Alimentación						
69 - Fuente de Alimentación						
70 - Fuente de Alimentación						
71 - Fuente de Alimentación						
72 - Fuente de Alimentación						
73 - Fuente de Alimentación						
74 - Fuente de Alimentación						
75 - Fuente de Alimentación						
76 - Fuente de Alimentación						
77 - Fuente de Alimentación						
78 - Fuente de Alimentación						
79 - Fuente de Alimentación						
80 - Fuente de Alimentación						
81 - Fuente de Alimentación						
82 - Fuente de Alimentación						
83 - Fuente de Alimentación						
84 - Fuente de Alimentación						
85 - Fuente de Alimentación						
86 - Fuente de Alimentación						
87 - Fuente de Alimentación						
88 - Fuente de Alimentación						
89 - Fuente de Alimentación						
90 - Fuente de Alimentación						
91 - Fuente de Alimentación						
92 - Fuente de Alimentación						
93 - Fuente de Alimentación						
94 - Fuente de Alimentación						
95 - Fuente de Alimentación						
96 - Fuente de Alimentación						
97 - Fuente de Alimentación						
98 - Fuente de Alimentación						
99 - Fuente de Alimentación						
100 - Fuente de Alimentación						

Fuente: Miguel Angel Rosero

Figura 5.19. Pantalla Datos en Tiempo Real en Tablas

En la pantalla “Datos en Tiempo Real con Medidores” se visualizan ciertos parámetros de funcionamiento de forma numérica.



Fuente: Miguel Angel Rosero

Figura 5.20. Pantalla Datos en Tiempo Real con Medidores

Se tiene la posibilidad de visualizar ciertos parámetros de funcionamiento por medio de medidores que se asemejan a un tablero real.



Fuente: Miguel Angel Rosero

Figura 5.21. Presentación en forma de tablero

Paso 3: Para cerrar comunicación se debe presionar el icono “Desconectar” que se ubica en la pantalla Inicio.

CAPÍTULO 6

MARCO ADMINISTRATIVO

6.1 RECURSOS

Con la finalidad de realizar el proyecto de forma planificada, se plantea el estudio y análisis de recursos empleados, como: humanos, tecnológicos y materiales.

6.1.1 RECURSOS HUMANOS

Se detalla las personas que intervinieron en la realización de este proyecto.

Tabla 6.1. Recursos Humanos

Nombre	Función
Ing. Germán Erazo	Director del proyecto
Ing. José Quiroz	Codirector del proyecto
Miguel Angel Rosero	Autor del proyecto

Fuente: Miguel Angel Rosero

6.1.2 RECURSOS TECNOLÓGICOS

Tabla 6.2. Recursos Tecnológicos

No.	Función
1	Multímetro Automotriz
2	Scanner CARMAN SCAN VG
3	Interfaz OBD II ELM 327
4	Computador Personal

Fuente: Miguel Angel Rosero

6.1.3 RECURSOS MATERIALES

Se detallan los materiales y/o componentes físicos utilizados durante el trayecto de materialización del proyecto.

Tabla 6.3. Recursos materiales mecánicos

Cant.	Detalle
SISTEMA DE REFRIGERACIÓN	
1	Radiador
-	Mangueras de refrigeración
1	Depósito de compensación
-	Abrazaderas
1	Tubo de refrigeración
SUBSISTEMA DE ALIMENTACIÓN COMBUSTIBLE	
1	Tanque de combustible
-	Mangueras combustible
1	Filtro de combustible
SUBSISTEMA DE ADMISIÓN DE AIRE	
1	Conjunto filtro de aire
1	Sello admisión de aire
SISTEMA DE LUBRICACIÓN	
1	Filtro de aceite
1	Varilla de nivel de aceite
OTROS	
1	Protector térmico múltiple escape
1	Cubierta superior eje de válvulas
1	Polea cigüeñal
1	Correa alternador
1	Tubo de escape
5	Bases de caucho para motor
1	Motor T18SED DOHC L-4 (Donado)

Fuente: Miguel Angel Rosero

Tabla 6.4. Recursos materiales eléctricos y electrónicos

Cant.	Detalle
ELÉCTRICOS	
1	Arnés de cableado de motor
1	Módulo electrónico de control (Donado)
1	Conector de línea de datos (DLC)
1	Sensor de oxígeno (EGO)
2	Electroventiladores
1	Módulo de bomba combustible
1	Motor de arranque
1	Alternador (Donado)
1	Sensor de temperatura de aire de admisión (IAT)
1	Sensor de presión de aceite
1	Panel de instrumentos
1	Batería
1	Caja de fusibles y relés
-	Cables y accesorios
ELECTRÓNICOS	
1	Microprocesador ATMEGA8A
1	Teclado matricial
1	Pantalla LCD
1	Regulador de voltaje 7805
1	Transistor 2N3904
-	Resistencias
-	Elementos electrónicos

Fuente: Miguel Angel Rosero

6.2 PRESUPUESTO

Se detallan los precios de todos los recursos utilizados durante la implementación del proyecto.

Tabla 6.5. Presupuesto

Cant.	Detalle	Costo USD
1	Radiador	120.00
-	Mangueras de refrigeración	25.00
1	Depósito de compensación	10.00
-	Abrazaderas	8.00
1	Tubo de refrigeración	12.00
-	Mangueras combustible	4.00
1	Filtro de combustible	10.00
1	Conjunto filtro de aire	80.00
1	Conducto admisión de aire-Sensor IAT	100.00
1	Filtro de aceite	10.00
1	Varilla de nivel de aceite	10.00
1	Protector térmico múltiple escape	23.00
1	Cubierta superior eje de válvulas	25.00
1	Polea cigüeñal	50.00
1	Correa alternador	15.00
1	Tubo de escape	30.00
5	Bases de caucho para motor	35.00
-	Estructura en General	120.00
1	Arnés de cableado de motor	680.00
1	Conector de línea de datos (DLC)	40.00
1	Sensor de oxígeno (EGO)	180.00
2	Electroventiladores	120.00
1	Módulo de bomba combustible	400.00
1	Motor de arranque	100.00
1	Sensor de presión de aceite	30.00
1	Panel de instrumentos	380.00
1	Batería	120.00
1	Caja de fusibles y relés	100.00
-	Cables y accesorios	35.00
1	Microprocesador ATMEGA8A	5.00
1	Teclado matricial	8.00
1	Pantalla LCD	4.50
1	Regulador de voltaje 7805	0.25
1	Transistor 2N3904	0.25
-	Resistencias	1.00
-	Elementos electrónicos varios	20.00

-	Investigación	150.00
-	Talento humano	200.00
-	Varios	100.00
TOTAL		3361.00

Fuente: Miguel Angel Rosero

6.3 CRONOGRAMA

Ver en Anexos.

CONCLUSIONES

Concluido el presente proyecto de investigación presento las siguientes conclusiones.

Se implementó un banco didáctico que permite al estudiante obtener un conocimiento claro en la manipulación de componentes que intervienen en el control de inyección y encendido electrónico, así como manejo de herramientas modernas para el correcto diagnóstico de los sistemas del motor **T18SED DOHC L-4** perteneciente al vehículo CHEVROLET OPTRA 1.8.

Se acudió a la investigación de campo en concesionarias y talleres especializados para obtener asesoramiento durante la construcción e implementación del banco.

Se seleccionó los componentes mecánicos, eléctricos y electrónicos en base a las necesidades que se presentaron durante la construcción e implementación del banco de pruebas.

Se utilizó herramientas modernas de medición y exploración para obtener valores y parámetros de funcionamiento de sensores, actuadores y sistemas pertenecientes a este motor.

Se evaluó el nivel de precisión de la interfaz OBD II ELM 327 como instrumento virtual de exploración, permitiéndose obtener un sinnúmero de parámetros de funcionamiento, dando como resultado un nivel de precisión y confianza del 99%.

Se generó la guía didáctica, donde el usuario encontrará información de funcionamiento de los sistemas que intervienen en el control de inyección y encendido electrónico y los procedimientos de diagnóstico de las averías más comunes de este motor.

Se implementó un sistema de encendido mediante teclado de fácil acceso, seleccionando los componentes eléctricos y electrónicos en base a la necesidad del sistema.

RECOMENDACIONES

Poner en funcionamiento el banco cada periodo de tiempo para evitar problemas internos en el motor.

Antes de utilizar el banco revisar los niveles de aceite y refrigerante, y comprobar el voltaje de batería el cual como mínimo debe estar en 11,5 voltios.

Después de utilizar el banco desconectar el borne negativo de la batería, para evitar la descarga de la misma.

Desconectar el borne negativo de la batería, antes de manipular los circuitos eléctricos para evitar daños en sensores, actuadores, sistemas de control de inyección y encendido ó ECM.

Realizar la calibración e instalación correcta de las herramientas de exploración y medición para obtener datos confiables.

Durante el funcionamiento del motor evitar la colocación de elementos extraños alrededor de los electroventiladores.

Utilizar la guía generada en este proyecto como medio de consulta para realizar el diagnóstico de las averías.

Generar nuevos proyectos para implementar bancos didácticos de sistemas de motor de diferentes marcas de vehículos disponibles en el mercado nacional.

BIBLIOGRAFÍA

Arias-Paz, M. (2004). *MANUAL DE AUTOMÓVILES* (55 ed.). Madrid, España: Cie Inversiones Editoriales Dossat 2000 S.L.

Coello, E. (2005). *SISTEMAS DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA DE GASOLINA*. Quito, Ecuador: Ediciones América.

De Castro, M. (1989). *ELECTRICIDAD DEL AUTOMÓVIL-I ALIMENTACIÓN Y ARRANQUE*. Barcelona, España: EDICIONES CEAC, S.A.

Gerschler, H. (1985). *Tecnología del automóvil* (20 ed.). Barcelona, España: EDITORIAL REVERTÉ, S.A.

Watson, B. (1994). *MANUAL DE FUEL INJECTION BOSCH*. Naucalpan de Juárez, México: PRENTICE HALL HISPANOAMERICANA, S.A.

Watson, B. (1994). *MANUAL DE FUEL INJECTION CHEVROLET*. Naucalpan de Juárez, México: PRENTICE HALL HISPANOAMERICANA, S.A.

NETGRAFÍA

Refaccionaria Rogelio, S.A. de C.V. (2002). *Sensor inductivo*. Recuperado el 30 de Enero de 2014, de ROLCAR: <http://www.rolcar.com.mx/Tecno%20Tips/Sensor%20inductivo/Sensor%20inductivo.asp>

Aficionados a la Mecánica. (29 de Diciembre de 2013). *OBD (ON BOARD DIAGNOSTIC)*. Recuperado el 21 de Marzo de 2014, de <http://www.aficionadosalamecanica.com/obd2.htm>

Aficionados a la Mecánica. (2013). *Sensores en el automóvil*. Recuperado el 20 de Abril de 2014, de <http://www.aficionadosalamecanica.net/sensores.htm>

Aficionados a la Mecánica. (2013). *Sistemas Anticontaminación*. Recuperado el 20 de Abril de 2014, de http://www.aficionadosalamecanica.net/sistema_egr.htm

Blasco, V. (2012). *El sistema de encendido DIS*. Recuperado el 21 de Marzo de 2014, de http://www.geocities.ws/tecnilibros/articulos/Encendido_DIS.pdf

Cise Electronics. (2010). *SENSOR DE GIRO DE CIGÜEÑAL (CKP)*. Recuperado el 14 de Enero de 2014, de <http://www.cise.com>

COE, Consejo Ejecutivo Operaciones. (17 de Agosto de 2005). *Manual de servicio Optra*. Recuperado el 15 de Diciembre de 2013, de General Motors-Service and Parts Operations: <http://www.gm.com/>

Cuevas, A. (2002). *Diagnóstico a bordo Segunda y Tercera Generación*. Recuperado el 21 de Marzo de 2014, de <http://www.rolcar.com.mx/Tecno%20Tips/Diagnostico%20a%20bordo/diagnostico%20a%20bordo.asp>

EHT Motor's. (2012). *Sensores*. Recuperado el 3 de Febrero de 2014, de EHT Motor's: <http://ehtmotors.com/sensores.php>

GM & MOBIS CO.,LTD-NINGBO. (15 de Marzo de 1997). *Módulo de bomba combustible*. Recuperado el 23 de Enero de 2014, de <http://www.gm-mobis.com>: <http://www.gm-mobis.com/UploadFiles/2011218151519365.jpg>

ITA, Información Técnica Automotriz. (2012). *Guía para la Instalación Correcta de la Bomba de Combustible*. Recuperado el 20 de Abril de 2014, de <http://www.itacr.com/>: http://www.itacr.com/img/guia_img_007.jpg

Robert Bosch Ltda. (28 de Febrero de 2008). *Sistemas de Inyección Electrónica*. Recuperado el 20 de Abril de 2014, de BOSCH: http://www.boschservice.com.pe/informaciones_tecnicas/pdf/sistemas_inyeccion_electronica.pdf

Salazar, J. (15 de Septiembre de 2013). *Encendido*. Recuperado el 21 de Marzo de 2014, de <http://www.slideshare.net/jonathansalazar965580/encendido-26215422>

Whitacre, E. (17 de Agosto de 2005). *Apuntes técnicos servicio Opra*. Recuperado el 15 de Diciembre de 2013, de General Motors-Service and Parts Operations: <http://www.gm.com/>

ANEXOS

ANEXO A: Código de programación del microcontrolador ATMEGA8A.

ANEXO B: Cronograma.

ANEXO C: Artículo.

ANEXO A

**Código de programación del
microcontrolador ATMEGA8A.**

ANEXO B

Cronograma.

ANEXO C

Artículo.

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS-ESPE

CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

CERTIFICACIÓN

Se certifica que el presente trabajo fue desarrollado por el Señor Miguel Angel Rosero Gavidia bajo mi supervisión.

ING. GERMÁN ERAZO
DIRECTOR DEL PROYECTO

ING. JOSÉ QUIROZ
CODIRECTOR DEL PROYECTO

ING. JUAN CASTRO
DIRECTOR DE LA CARRERA

DR. FREDDY JARAMILLO CHECA
SECRETARIO ACADÉMICO