



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

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

CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

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

**TEMA: ANÁLISIS AVANZADO DE LOCALIZACIÓN DE AVERÍAS
MECÁNICAS Y ELECTRÓNICAS EN MOTORES DE COMBUSTIÓN
INTERNA MEDIANTE EL USO DEL OSCILOSCOPIO AUTOMOTRIZ**

AUTORES: BALSECA TIPANTUÑA, CRISTIAN PAUL

PEÑAFIEL LEÓN, DIANA ELIZABETH

DIRECTOR: ING. ERAZO LAVERDE, WASHINGTON GERMÁN

LATACUNGA

2019



DEPARTAMENTO DE CIENCIA DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

CERTIFICACIÓN

Certifico que el trabajo de titulación, ***“ANÁLISIS AVANZADO DE LOCALIZACIÓN DE AVERÍAS MECÁNICAS Y ELECTRÓNICAS EN MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA MEDIANTE EL USO DEL OSCILOSCOPIO AUTOMOTRIZ”*** fue realizado por los señores ***Balseca Tipantuña, Cristian Paul y Peñafiel León, Diana Elizabeth*** el mismo que ha sido revisado en su totalidad, analizado por la herramienta de verificación de similitud de contenido; por lo tanto cumple con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que lo sustente públicamente.

Latacunga, 18 de Julio del 2019

Ing. Erazo Laverde, Washington German

C.C: 050231279-6



DEPARTAMENTO DE CIENCIA DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD

Nosotros, ***Balseca Tipantuña, Cristian Paul y Peñafiel León, Diana Elizabeth***, declaramos que el contenido, ideas y criterios del trabajo de titulación. “***Análisis avanzado de localización de averías mecánicas y electrónicas en motores de combustión interna mediante el uso del osciloscopio automotriz***” es de nuestra autoría y responsabilidad cumpliendo con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas. Consecuentemente el contenido de la investigación mencionada es veraz.

Latacunga, 18 de Julio del 2019



Cristian Paul Balseca Tipantuña
C.C.: 1720033008



Diana Elizabeth Peñafiel León
C.C.: 0503170037



DEPARTAMENTO DE CIENCIA DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

AUTORIZACIÓN

Nosotros, **Balseca Tipantuña, Cristian Paul** y **Peñañiel León, Diana Elizabeth**, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE a publicar el trabajo de titulación **“ANÁLISIS AVANZADO DE LOCALIZACIÓN DE AVERÍAS MECÁNICAS Y ELECTRÓNICAS EN MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA MEDIANTE EL USO DEL OSCILOSCOPIO AUTOMOTRIZ”** en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra responsabilidad.

Latacunga, 18 de Julio del 2019



Cristian Paul Balseca Tipantuña
C.C.: 1720033008



Diana Elizabeth Peñañiel León
C.C.: 0503170037

DEDICATORIA

A mi Papá Ángel y a mi Mamá María que durante toda mi vida me cuidaron, guiaron y amaron de una forma muy especial y sé que ahora desde el cielo me están cuidando y guiándome en mi camino este logro fue en gran parte por ustedes siempre los voy a amar.

A mis padres, Octavio Balseca y María Tipantuña, que en todo momento estuvieron apoyándome y quienes han sido mi roca sobre los cuales me sostuve cuando todo se veía perdido. A mis padres que siempre estuvieron en los momentos más difíciles de mi vida dándome sus fuerzas y levantándome en cada caída. No alcanzan las palabras para expresarles lo mucho que los amo y lo feliz que me siento de tenerlos en mi vida, todas las metas que he logrado alcanzar son por ustedes y éste en especial va dedicada para ustedes los AMO.

“La vida no viene con un manual de instrucciones, pero por suerte la mía vino con los mejores Padres”

Cristian Paul Balseca Tipantuña

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradezco a Dios quien a lo largo de mi vida siempre ha estado acompañándome en mi camino ayudándome a superar cada obstáculo que se ha presentado y dándome la fortaleza y la salud para poder alcanzar este tan esperado logro en mi vida

Agradezco a mis Padres quienes han sido un pilar fundamental a lo largo de mi vida, agradezco sus consejos, sus exigencias y su gran apoyo incondicional que me han brindado siempre.

Un eterno agradecimiento a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE-L, facultad de Ingeniería Automotriz, por brindarme todos los conocimientos como estudiante de esta prestigiosa carrera y así poder alcanzar el objetivo de ser un profesional.

Un agradecimiento especial para el Ing. Germán Erazo quien me a guiado en todo momento en la realización de este proyecto brindándome aportaciones muy importantes para lograr cumplir mi objetivo.

A mis hermanos Ángel, Henry, Gabriela, mis primos Ronny, Alex y mis amigos Andrés, Vlady, Daniela, Joselyn, Jessica, Dayana que siempre me brindaron su apoyo para estudiar y me motivaron a seguir adelante y cumplir mis metas.

“La gratitud es la memoria del corazón”

Cristian Paul Balseca Tipantuña.

DEDICATORIA

A mis padres por apoyar cada uno de mis sueños, por no escatimar esfuerzos para verme realizada en la vida, por ser mi ejemplo para seguir, gracias por inculcar en mí valores, así como el ejemplo de esfuerzo y valentía de no temer o levantarme frente adversidades porque Dios está conmigo siempre.

A mis hermanos, por ser mis compañeros en cada etapa de mi vida, por cuidarme desde pequeña y por tener siempre una palabra de apoyo y cariño; a mi esposo Gabriel por ser la alegría y uno de los más grandes apoyos en mi vida, por motivarme a ser mejor siempre, por su amor y ternura incondicional, por alentarme cada día, por enseñarme a diario el significado de un amor correspondido, por su paciencia y respeto.

A mi angelito en el Cielo, porque llenaste mi vida de esperanza y amor sin medida porque, aunque no estés físicamente conmigo siempre estarás en mi mente y corazón motivando cada uno de mis pasos.

Diana Elizabeth Peñafiel León

AGRADECIMIENTO

A Dios, por estar en cada uno de mis pasos, por darme salud, sabiduría y fortaleza para cumplir cada una de mis metas, por darme el regalo de tener unos buenos padres y hermanos.

A mis padres por acompañarme en cada logro y en cada tropiezo, por su entrega y amor, por luchar a diario para verme convertida en una profesional.

A Gabriel, por ser mi apoyo incondicional y el pilar fundamental de mi vida, por no permitir que me rindiera en momentos difíciles.

A cada una de las personas que me han tendido una mano permitiendo que alcance cada uno de mis logros, Sra. Marínita Segovía, Huguíto Rivera y sus familiares gracias, por tanto.

A mi querida universidad, por acogerme y convertirse en mi segunda casa; a cada uno de mis docentes por brindarme sus conocimientos.

Al Ing. Germán Erazo por ser la más gran guía en el desarrollo de este proyecto y por brindarme conocimientos y consejos durante toda mi formación profesional.

Diana Elizabeth Peñafiel León

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARATULA

CERTIFICACIÓN	ii
AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD.....	iii
AUTORIZACIÓN	iv
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO	vi
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO.....	vii
INDICE DE CONTENIDO.....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	xiv
ÍNDICE DE TABLAS	xiv
RESUMEN.....	xxi
ABSTRACT.....	xxi

CAPÍTULO I

MARCO METODOLÓGICO DE LA INVESTIGACIÓN

1.1	Antecedentes investigativos	1
1.2	Planteamiento del problema.....	3
1.3	Descripción resumida del proyecto.....	4
1.4	Justificación e importancia	5
1.5	Objetivos	6
1.5.1	Objetivo general.....	6
1.6	Objetivos específicos.....	6
1.7	Metas del proyecto	7
1.8	Hipótesis.....	7
1.9	Variables de investigación.....	7
1.9.1	Variable independiente	7
1.9.2	Variable dependiente.....	8
1.10	Metodología de desarrollo del proyecto.....	9
1.10.1	Método inductivo.....	9

1.10.2	Método deductivo	9
1.10.3	Método analítico	9
1.10.4	Método de síntesis.....	9
1.10.5	Método experimental	10
1.10.6	Método comparativo	10
1.10.7	Método de observación directa.....	10
1.10.8	Método de medición	10

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1	Osciloscopio	13
2.2	Osciloscopio automotriz	14
2.2.1	Características del osciloscopio automotriz.....	15
2.3	Tipos de osciloscopio	17
2.3.1	Osciloscopios análogos	17
2.3.2	Osciloscopios digitales	17
2.4	Funciones del osciloscopio.....	18
2.4.1	Ajuste vertical en el osciloscopio (eje Y).....	18
2.4.2	Ajuste horizontal en el osciloscopio (eje X)	18
2.5	Sistemas de control electrónico.....	19
2.5.1	Sistemas de inyección CRDi	19
2.5.2	Sistema de control electrónico gasolina	21
2.6	Sensores del sistema de control electrónico	22
2.6.1	Sensor de posición del árbol de levas CMP.	22
2.6.2	Sensor de efecto Hall	24
2.6.3	Sensor de efecto óptico	24
2.6.4	Sensor de efecto inductivo	25
2.7	Sensor de revolución y posiciones del cigüeñal CKP.....	26
2.7.1	Sensor CKP inductivo.....	27
2.7.2	Sensor CKP óptico	27
2.7.3	Sensor CKP efecto hall.....	28
2.8	Sensor de posición del pedal del acelerador TPS.....	29
2.8.1	Curva característica del sensor TPS	31

2.8.2	Fallas que ocasiona al vehículo.....	31
2.9	Sensor de presión absoluta del múltiple (MAP).....	32
2.10	Sensor de presión de sobrealimentación FRP:	36
2.10.1	Curva característica del sensor FRP.....	38
2.11	Sensor BARO.....	39
2.11.1	Curva característica del sensor baro	40
2.12	Sensor de temperatura del aire de ingreso al múltiple (IAT).	41
2.13	Sensor de temperatura del refrigerante WTS.....	43
2.13.1	Curva característica del Sensor.....	44
2.14	Sensor EGO – HEGO.....	46
2.15	Actuadores	48
2.16	Inyectores de alta presión.	48
2.17	Bobina	50
2.17.1	Funcionamiento de las bobinas de encendido.....	51
2.18	Válvula reguladora de presión.....	54
2.19	Diagnóstico y lectura de averías electrónicas	55
2.20	Averías o fallas en un motor de combustión interna.....	57
2.21	Medición de compresión y vacío mediante el uso del osciloscopio	58
2.21.1	Compresión relativa.....	58
2.22	Medición de vacío.....	61
2.23	Equipos utilizados en las pruebas de diagnóstico	63
2.23.1	Vacuómetro automotriz.....	63
2.23.2	Transductores.....	67
2.23.3	Tipos y clasificación de transductores	67
2.23.4	Pinzas amperimétricas	68

CAPITULO III

EXPERIMENTACIÓN Y PRUEBAS

3.1	Características técnicas del motor Chevrolet Captiva	71
3.2	Datos del vehículo Chevrolet Captiva.....	72
3.2.1	Bobina de encendido	72
3.2.2	Sensor CMP	74
3.2.3	Sensor de temperatura del refrigerante ECT	75

3.2.4	Sensor de temperatura del aire de admisión IAT	77
3.2.5	Inyectores Chevrolet Captiva.....	78
3.3	Banco de pruebas KIA Carens 2.0 CRDI	80
3.3.1	Medición de sensores y actuadores del vehículo.	80
3.3.2	Sensor de temperatura del combustible FTS	81
3.3.3	Sensor de posición del cigüeñal CKP.....	82
3.3.4	Sensor de posición del árbol de levas CMP	84
3.3.5	Sensor APP	88
3.3.6	Válvula reguladora de presión IPR	89
3.3.7	Inyectores	91
3.4	Nissan Datsun 1200	92
3.4.1	Sensor de presión absoluta del múltiple MAP	93
3.4.2.	Sensor de presión de riel de combustible TPS.....	94
3.4.2	Sensor de temperatura del refrigerante ECT.....	95
3.4.3	Sensor de temperatura de aire de admisión IAT	96
3.4.4	Sensor CKP.....	97
3.4.5	Inyectores	98
3.4.6	Bobina de encendido DIS	99

CAPITULO IV

ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1	Análisis de comprobaciones.....	101
4.2	Análisis de la señal del inyector	101
4.2.1	Análisis de datos obtenidos	106
4.3	Análisis de compresión relativa	106
4.4	Análisis de una prueba de vacío	110

CAPÍTULO V

MARCO ADMINISTRATIVO

5.1	Recursos humanos.....	114
5.2	Recursos tecnológicos.	114
5.3	Recursos materiales.....	115
5.4	Recursos financieros.....	115

CONCLUSIONES.....	116
RECOMENDACIONES.....	118
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	119
ANEXOS	123

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	<i>Variable independiente averías mecánicas y electrónicas</i>	7
Tabla 2.	<i>Operacionalización de la variable dependiente</i>	8
Tabla 3.	<i>Metodología de la investigación</i>	10
Tabla 4.	<i>Valores de voltaje del sensor TPS</i>	31
Tabla 5.	<i>Valores estimados de voltaje y presiones del sensor MAP.</i>	35
Tabla 6.	<i>Sensor FRP presión vs voltaje</i>	38
Tabla 7.	<i>Valores estimados de voltaje y presión del sensor BARO</i>	40
Tabla 8.	<i>Valores de resistencia eléctrica, voltaje y temperatura de funcionamiento ..</i>	44
Tabla 9.	<i>Valores estimados de voltaje y lambda del sensor EGO - HEGO</i>	48
Tabla 10.	<i>Valores bobinas de encendido</i>	52
Tabla 11.	<i>Características del motor Chevrolet Captiva</i>	71
Tabla 12.	<i>Bobina de encendido DIS características</i>	72
Tabla 13.	<i>Valores obtenidos de la bobina de encendido</i>	73
Tabla 14.	<i>Sensor de posición del árbol de levas CMP características</i>	74
Tabla 15.	<i>Datos obtenidos del sensor del árbol de levas</i>	75
Tabla 16.	<i>Sensor de temperatura del refrigerante ETC</i>	75
Tabla 17.	<i>Valores medidos sensor ECT a diferentes temperaturas</i>	76
Tabla 18.	<i>Sensor IAT características</i>	77
Tabla 19.	<i>Datos tomados del sensor IAT a distintas revoluciones del motor.</i>	78
Tabla 20.	<i>Inyectores característicos</i>	78
Tabla 21.	<i>Datos del inyector a distintos rpm</i>	80
Tabla 22.	<i>Características del motor KIA Carens 2.0 CRDI</i>	80

Tabla 23. <i>Datos obtenidos del sensor FTS</i>	81
Tabla 24. <i>Datos del sensor CKP</i>	83
Tabla 25. <i>Datos obtenidos del sensor CMP</i>	85
Tabla 26. <i>Datos obtenidos del sensor MAF y sensor IAT</i>	87
Tabla 27. <i>Datos obtenidos del sensor APP</i>	89
Tabla 28. <i>Datos recopilados de la válvula IPR</i>	90
Tabla 29. <i>Datos obtenidos en los inyectores</i>	91
Tabla 30. <i>Características del motor Nissan Datsun A12</i>	92
Tabla 31. <i>Características del sensor MAP incorporado en un Nissan Datsun</i>	93
Tabla 32. <i>Toma de datos del sensor TPS incorporado en un Nissan Datsun</i>	94
Tabla 33. <i>Toma de datos del sensor ECT</i>	95
Tabla 34. <i>Toma de datos del sensor IAT</i>	96
Tabla 35. <i>Datos del sensor CKP</i>	97
Tabla 36: <i>Datos del sensor de posición del cigüeñal CKP</i>	98
Tabla 37. <i>Señal y valor del voltaje de los inyectores</i>	99
Tabla 38. <i>Datos tomados de la bobina DIS</i>	100
Tabla 39. <i>Descripción de las etapas de la señal del inyector a ralentí</i>	102
Tabla 40. <i>Descripción del funcionamiento del inyector a 2500 rpm</i>	103
Tabla 41. <i>Descripción del funcionamiento del inyector a 4000rpm</i>	105
Tabla 42. <i>Datos obtenidos en un estado normal del automóvil</i>	112
Tabla 43. <i>Recursos humanos del proyecto</i>	114
Tabla 44. <i>Recursos tecnológicos del proyecto</i>	115
Tabla 45. <i>Recursos materiales del proyecto</i>	115

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Diagrama causa efecto.....	4
Figura 2.	Señal voltaje vs tiempo.....	13
Figura 3.	Osciloscopio automotriz G-Scope 2.....	15
Figura 4.	Representación de la onda senoidal.....	16
Figura 5.	Mapa conceptual del osciloscopio automotriz	19
Figura 6.	Sistema de inyección CRDI	21
Figura 8.	Circuito sensor CMP efecto Hall	24
Figura 9.	Circuito sensor CMP óptico	24
Figura 10.	Circuito CMP inductivo	25
Figura 11.	Mapa conceptual del sensor CKP.....	26
Figura 12.	Circuito sensor CKP inductivo	27
Figura 13.	Circuito sensor CKP óptico.....	28
Figura 14.	Circuito sensor CKP hall.....	28
Figura 15.	Circuito sensor TPS.....	29
Figura 16.	Mapa conceptual del sensor TPS.....	30
Figura 17.	Curvas del funcionamiento del sensor TPS.....	32
Figura 18.	Mapa conceptual del sensor MAP	33
Figura 19.	Circuito eléctrico del sensor MAP, funcionamiento normal.....	34
Figura 20.	Circuito eléctrico del sensor MAP, circuito abierto.....	34
Figura 22.	Curva característica del sensor MAP.....	35
Figura 23.	Mapa conceptual del sensor FRT	36

Figura 24. Circuito sensor FRP.....	37
Figura 25. Curva característica sensor FRP	38
Figura 26. Mapa conceptual del sensor BARO.....	39
Figura 27. Circuito sensor BARO.....	40
Figura 28. Curvas características del sensor BARO.....	41
Figura 29. Circuito eléctrico del sensor IAT	42
Figura 30. Mapa conceptual del sensor WTS.....	43
Figura 31. Circuito sensor WTS.....	44
Figura 32. Curva de funcionamiento del sensor WTS o ECT	45
Figura 33. Mapa conceptual del sensor HEGO	46
Figura 34. Circuito sensor EGO-HEGO	47
Figura 35. Circuito inyección semi-secuencial.....	49
Figura 36. Circuito inyección secuencial.....	49
Figura 37. Circuito inyección simultánea	50
Figura 38. Configuración de las bobinas de encendido.....	51
Figura 39. Circuito de la bobina.....	53
Figura 40. Circuito sistema DIS/COP	53
Figura 41. Circuito eléctrico de la bobina.....	54
Figura 42. Circuito válvula EGR.....	55
Figura 43. Inspecciones previas a la obtención de oscilogramas	56
Figura 44. Conexión para la prueba de compresión relativa	58
Figura 45. Medición de compresión relativa en base a la corriente eléctrica.....	60
Figura 46. Transductor de presión para osciloscopio	61

Figura 47. Valores obtenidos mediante un vacuómetro y un transductor de presión ..	62
Figura 48. Vacuómetro automotriz.....	63
Figura 49. Cuadro de fallas mecánicas mediante el vacuómetro	66
Figura 50. Pinza amperimétrica	69
Figura 51. Funcionamiento de la pinza amperimétrica	70
Figura 52. Señal de la bobina de encendido circuito primario	73
Figura 53. Señal del sensor CMP	74
Figura 54. Sensor ECT a 95°C.....	76
Figura 55. Sensor ECT a 100 °C	76
Figura 56. Sensor IAT en ralentí.....	77
Figura 57. Sensor IAT acelerado	78
Figura 58. Señal del inyector	79
Figura 59. Pulso de inyectores	79
Figura 60. Sensor FTS	81
Figura 61. Señal del sensor FTS	82
Figura 62. Sensor CKP	82
Figura 63. Señal del sensor CKP.....	83
Figura 64. Señal del sensor CKP conectado en el pin S2	83
Figura 65. Sensor de posición del árbol de levas CMP	84
Figura 66. Señal del sensor CMP tomado del pin de señal S1 del banco de pruebas	84
Figura 67. Señal del sensor CMP tomado del pin de señal S2 del banco de pruebas	85
Figura 68. Sensor MAF + IAT	86
Figura 69. Señal del sensor MAF	86

Figura 70. Señal del sensor IAT	87
Figura 71. Sensor APP	88
Figura 72. Señal del sensor APP	89
Figura 73. Válvula IPR:.....	89
Figura 74. Señal de la válvula IPR.....	90
Figura 75. Inyectores Kia Carens	91
Figura 76. Señal de voltaje y corriente del inyector	91
Figura 77. Sensor MAP Nissan Datsun	93
Figura 78. Oscilograma del sensor MAP	93
Figura 79. Sensor TPS adaptado a un Nissan Datsun	94
Figura 80. Señal del sensor TPS	94
Figura 81. Sensor ECT	95
Figura 82. Señal del sensor ECT	95
Figura 83. Sensor IAT.....	96
Figura 84. Señal del sensor IAT	96
Figura 85. Sensor CKP	97
Figura 86. Señal del sensor CKP.....	97
Figura 87. Inyectores acoplados al Nissan Datsun.....	98
Figura 88. Señal de los inyectores.....	98
Figura 89. Bobina de encendido DIS	99
Figura 90. Señal de la bobina	100
Figura 92. Etapas de la señal del inyector	102
Figura 93. Señal del inyector a 1500 rpm	103

Figura 94. Señal del inyector a 4000 rpm	105
Figura 95. Conexión del osciloscopio y la punta amperimétrica	107
Figura 96. Señal de medición de compresión relativa	108
Figura 97. Señal con falta de compresión en los cilindros	109
Figura 98. Conexión del traductor de presión y del vacuómetro	110
Figura 99. Toma de mediciones a ralentí de motor	111
Figura 100. Mediciones acelerado a fondo	111
Figura 101. Diagrama vacío vs voltaje	112

RESUMEN

En el proyecto “análisis avanzado de localización de averías mecánicas y electrónicas en motores de combustión interna mediante el uso del osciloscopio automotriz”, se realizó un estudio con resultados reales usando un equipo de diagnóstico de última tecnología, el cual nos permitió obtener datos mucho más exactos para lo cual se recopilación de información de fuentes confiables como es el caso de los libros, manuales, tesis, normas, fichas técnicas, bases digitales, además se determinó los parámetros generales de funcionamiento tanto de los elementos del vehículo como del equipo utilizado para la investigación. Se generó una base o patrones de comparación u oscilogramas de comportamiento mecánico y electrónico del motor de combustión interna, con el apoyo del osciloscopio automotriz tomados a distintos parámetros de funcionamiento de sensores y actuadores que se utiliza para el funcionamiento de un motor de combustión interna lo que permitió realizar una mejor detección de fallas electrónicas y mecánicas obteniendo un ahorro de tiempo en el proceso.

PALABRA CLAVE

- **OSCILOSCOPIO AUTOMOTRIZ**
- **MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA**
- **AUTOMÓVILES - SENSORES**
- **VEHÍCULOS - ACTUADORES**
- **AUTOMÓVILES - FALLAS ELECTRÓNICAS**

ABSTRACT

In the project "advanced analysis of location of mechanical and electronic faults in internal combustion engine engines through the use of the automotive oscilloscope", a study was conducted with real results using a state-of-the-art diagnostic equipment, which allowed us to obtain much data. more accurate for which information is collected from reliable sources such as books, manuals, theses, standards, technical data sheets, digital databases, in addition to the general parameters of operation of both the elements of the vehicle and the equipment used. for the investigation. A base or patterns of comparison or oscilograms of mechanical and electronic behavior of the internal combustion engine were generated, with the support of the automotive oscilloscope, the different operating parameters of sensors and actuators used for the operation of an internal combustion engine were analyzed. what allowed to realize a better detection of electronic and mechanical failures allowing to have a saving of time in the process.

KEYWORD

- **AUTOMOTIVE OSCILLOSCOPE**
- **INTERNAL COMBUSTION ENGINES**
- **AUTOMOBILES - SENSORS**
- **VEHICLES - ACTUATORS**
- **AUTOMOBILES - ELECTRONIC FAILURES**

CAPÍTULO I

MARCO METODOLÓGICO DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Antecedentes investigativos

La evolución que está experimentando el sector automotriz está relacionada con el desarrollo e implementación de dispositivos electrónicos. Por ejemplo, en lo relacionado con la confortabilidad del usuario ha aumentado durante los últimos años debido a la instalación de sistemas como: “control de velocidad de crucero”, “sistemas de aire acondicionado”, “retrovisores autoregulables”, etc. (Violero, 2017, p. 2)

En base a las necesidades y especificaciones técnicas de la aplicación automotriz a fabricar, en este caso un dispositivo electrónico, se debe analizar las condiciones de funcionamiento de la pieza, de manera individual y en conjunto; tomando en cuenta aspectos técnicos de diseño y fabricación. Como todo elemento de uso automotriz debe pasar por rigurosos métodos de evaluación y pruebas, para cumplir con las especificaciones. (Parera, 2000, p. 2)

(Lázaro & Gaspariano, 2017) Dice que “La evolución de la electrónica de consumo ha dado lugar a requisitos más exigentes para las comunicaciones y las funciones de entretenimiento de los vehículos. Por lo que el desarrollo de control de seguridad y comunicaciones y electrónica de entretenimiento pronostican un rápido crecimiento. En vista de la situación actual, las principales empresas manufactureras de autos considerarán a la electrónica de automóviles como el factor clave para competir por un mercado de clientes.” (pág. 1)

En los sistemas automotrices cada vez se sustituyen los sistemas mecánicos a electrónicos. Por ejemplo, la unidad de control electrónico es el corazón de un vehículo debido a sus múltiples funciones como el control de la combustión; hay una multitud de computadoras en todo el vehículo que controlan diferentes sistemas. Hoy en día un vehículo típicamente contiene alrededor de 25 a 35 microcontroladores, y los de lujo llegan a tener aproximadamente de 60 a 100. (Lázaro & Gaspariano, 2017, p. 1)

Hoy por hoy, 30 por ciento del costo de producción de un vehículo está relacionado con la electrónica de este. Más aún, 90 por ciento de las innovaciones en los automóviles modernos son o están relacionadas con algún tipo de sistema electrónico.

Este posicionamiento de la electrónica en los sistemas automotrices va a continuar en crecimiento en el mediano y largo plazo. Tomando en cuenta, por ejemplo, el escenario de los vehículos autónomos, los cuales están llamados a revolucionar la industria automotriz a nivel mundial. El despliegue comercial de vehículos autónomos genera grandes expectativas por las posibilidades que conlleva para los pasajeros poder realizar otras actividades mientras su medio de transporte los lleva a su destino. Dado el escenario de gran movilidad en el cual se lleva a cabo la navegación vehicular, la comunicación inalámbrica entre vehículos, así como con nodos de control en las carreteras es inevitable. Sin olvidar que los sistemas de comunicación inalámbrica por excelencia son electrónicos. Otros cambios en el automóvil en el corto y mediano plazo incluyen: comunicación autónoma entre automóviles en la carretera para asistencia vial y prevención de siniestros; tableros de mando con realidad aumentada para la ergonomía entre la interfaz piloto-automóvil; y la implementación de carrocerías con sistemas

cosechadores de energía, tales como paneles solares, para almacenamiento de energía en vehículos eléctricos e híbridos, por nombrar algunos. (Lázaro & Gaspariano, 2017, p. 1)

1.2 Planteamiento del problema

En la actualidad la mayoría de los vehículos cuentan con un gran número de sistemas eléctricos, electrónicos y redes de comunicación, por lo cual es necesario un mayor conocimiento sobre sensores y actuadores, para efectuar un diagnóstico eficaz del vehículo. Por tal motivo el uso de un osciloscopio automotriz es de gran importancia en la verificación y diagnóstico de los distintos sensores y actuadores que funcionan en el vehículo y para ayudar con la localización de averías mecánicas y electrónicas de una forma más adecuado y rápida del mismo.

La reducida información del proceso de diagnóstico de vehículos así como el avance tecnológico que ocasionado el automóvil genera que existan nuevas técnicas de diagnóstico o detección de averías las cuales requieren de técnicos o especialistas en el área para permitir generar información experimental adecuada en lo que corresponde a sistemas de control del vehículo y estar acorde al avance tecnológico a través de métodos innovadores de diagnóstico que permitan generar datos de aplicación y diagnóstico vehicular, en tal razón el problema a investigar es análisis de proceso avanzado de localización de averías mecánicas y electrónicas en el motor de combustión interna.

En varios casos la mayoría de los problemas en el vehículo son por causa del mal funcionamiento de los sensores o actuadores y por la escasa disponibilidad de

información de funcionamiento, por lo cual con nuestro proyecto se recopiló más información para la localización de las averías mecánicas y electrónicas del motor de combustión interna.

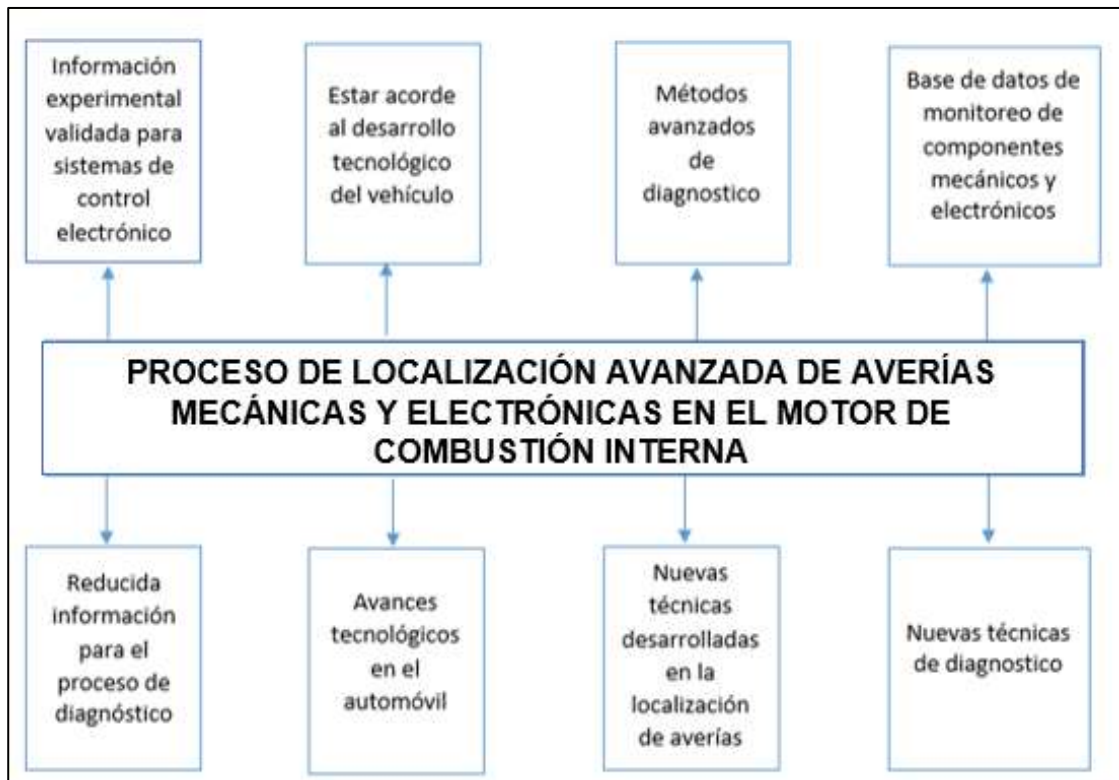


Figura 1. Diagrama causa efecto

1.3 Descripción resumida del proyecto

La investigación “Análisis avanzado de localización de averías mecánicas y electrónicas en motores de combustión interna mediante el uso del osciloscopio automotriz”, considera los siguientes tópicos:

- Se realizó una recopilación de información con fuentes confiables como es el caso de los libros, manuales, tesis, normas, fichas técnicas, bases digitales.

- Se realizó el análisis del sistema de alta presión y curvas de funcionamiento de inyectores CRDI.
- Se verificó la presión de sistemas de inyección CRDI en base a variables eléctricas para obtener la presión del circuito de combustible.
- Se analizó los oscilogramas de corriente y voltaje de sistemas CRDI como de bobinas de encendido.
- Se realizó mediciones avanzadas en el osciloscopio que relacionaron la parte mecánica con la parte electrónica.
- Se generó una base o patrones de comparación u oscilogramas de comportamiento mecánico y electrónico del motor de combustión interna a gasolina y Diesel.

1.4 Justificación e importancia

Debido a la reducida información que existe del proceso de diagnóstico y a los avances tecnológicos que corresponden a sistemas de control electrónico del vehículo, es necesario un mayor conocimiento en el análisis avanzado de localización de averías mecánicas y electrónicas para efectuar un diagnóstico eficaz y preciso en motores de combustión interna, tomando en cuenta la información experimental recopilada de nuevas técnicas y equipos de diagnóstico, es de gran importancia la utilización de un osciloscopio automotriz para un diagnóstico más rápido y preciso del vehículo.

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo general

Realizar el análisis avanzado de localización de averías mecánicas y electrónicas en motores de combustión interna mediante el uso del osciloscopio para optimizar los procesos de diagnóstico.

1.6 Objetivos específicos

- Obtener documentación e información confiable referente a las distintas averías mecánicas y electrónicas que se presentan en un motor de combustión interna, al igual que el adecuado uso del osciloscopio automotriz y sus distintos parámetros de trabajo.
- Analizar los resultados de la utilización de un osciloscopio automotriz para la localización de averías en el motor de combustión interna
- Investigar los distintos parámetros de funcionamiento de sensores y actuadores que se utiliza para el funcionamiento de un motor de combustión interna a gasolina y diésel.
- Analizar las distintas fallas tanto mecánicas como electrónicas que se producen en el motor de combustión interna.
- Utilizar el osciloscopio automotriz para la toma de mediciones en los diferentes sistemas electrónicos que ayudan con el funcionamiento del motor de combustión interna.
- Estimar la generación de problemas mecánicos de acuerdo con la obtención de curvas en el osciloscopio.

1.7 Metas del proyecto

- Obtener un 90% de eficiencia en el diagnóstico de averías en motores de combustión interna.
- Tener una base de datos que permita solucionar fallas en el ámbito automotriz.

1.8 Hipótesis

El uso del osciloscopio automotriz permite obtener un diagnóstico avanzado y preciso de averías en motores de combustión interna.

1.9 Variables de investigación

1.9.1 Variable independiente

Tabla 1.

Variable independiente averías mecánicas y electrónicas

Concepto	Categoría	Indicadores	Ítem	Técnicas	Instrumentos
Elementos que pueden sufrir daños que se ocasionan en el motor de combustión en los sistemas eléctrico electrónico.	Sensores	Sensor de presión del aire de admisión (MAP)	KPa	Medición	Protocolo de pruebas
		Sensor de flujo de aire (MAF)	gr/s	Medición	Protocolo de pruebas
		Sensor de temperatura de refrigerante del motor (ECT)	°C	Medición	Protocolo de pruebas
		Sensor de posición de mariposa (TPS)	%	Medición	Protocolo de pruebas

CONTINÚA



	Sensor de oxígeno (LAMBDA)	V	Medición	Protocolo de pruebas
	Sensor de temperatura del aire (IAT)	°C	Medición	Protocolo de pruebas
	Sensor de efecto Hall (CKP)	V	Medición	Protocolo de pruebas
Actuadores	Válvula (IAC)	V	Medición	Protocolo de pruebas
	Inyectores		Medición	Protocolo de pruebas

1.9.2 Variable dependiente

Pruebas de verificación de componentes del vehículo

Tabla 2.
Operacionalización de la variable dependiente

Concepto	Categoría	Indicadores	Técnicas	Instrumentos
Pruebas que se realizan para verificar el estado de los componentes que forman parte de un motor de combustión interna.	Académico Tecnológico	Circuito Electrónico Corriente de Alta Tensión	Medición Pruebas	Protocolo de pruebas Guía de practica
		Monitoreo gráfico de las diferentes señales de inyección	Medición Pruebas	Protocolo de pruebas Guía de práctica
	Académico Tecnológico	monitoreo del voltaje y monitoreo del tiempo	Medición	Protocolo de pruebas Guía de práctica
		Pruebas bajo condiciones reales	Medición	Protocolo de pruebas Guía de práctica

1.10 Metodología de desarrollo del proyecto

1.10.1 Método inductivo

Este método permitió interpretar las características que posee la investigación en el proceso de generar curvas voltaje - corriente a través de equipos de tecnología de punta para establecer una base de datos y patrones que normalmente se encuentran en un diagnóstico de este tipo, así como también el tratamiento de las variables de investigación con el objetivo de obtener conclusiones del tema.

1.10.2 Método deductivo

La presente investigación analizó los parámetros característicos de funcionamiento de los sistemas que ayudan al funcionamiento del motor de combustión interna, además de los resultados obtenidos se examinó estos parámetros si están dentro de los rangos correctos de funcionamiento.

1.10.3 Método analítico

Por medio de este método se determinó comparaciones de valores estableciendo la diferencia de fase de dos ondas, para realizarlo se tubo a consideración parámetros como la frecuencia en las que se producen estas gráficas. Las ondas obtenidas mediante un osciloscopio generan finalmente una figura resultante.

1.10.4 Método de síntesis

El presente método ayudo a generar un resumen del trabajo realizado en nuestras condiciones llegando a emitir una explicación de los datos resultantes de las pruebas realizadas bajo la influencia del correcto funcionamiento del motor del vehículo.

1.10.5 Método experimental

Se aplicó este método debido a la realización de pruebas y mediciones con la ayuda del osciloscopio automotriz, el cual aporta con los parámetros característicos ideales de funcionamiento de los elementos que conforman el motor de combustión interna.

1.10.6 Método comparativo

En esta investigación el método comparativo permitió establecer variaciones de los parámetros característicos de cada uno de los elementos en los cuales se realizó las medidas con el osciloscopio, basándose en datos y mediciones realizadas en condiciones normales de funcionamiento del sistema.

1.10.7 Método de observación directa

El método permitió la observación de pruebas que se realizó en los diferentes vehículos de prueba y cómo influye en el comportamiento del funcionamiento del motor de combustión interna.

1.10.8 Método de medición

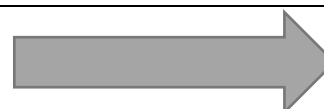
A través del método de medición se estableció el protocolo de pruebas en función de los distintos rpm del motor, se determinó los valores de cada elemento a verificar, tomando en cuenta las escalas de los equipos con los que se realizó las pruebas.

Tabla 3.

Metodología de la investigación

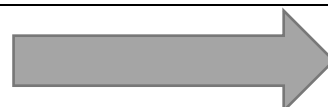
Metodología	Descripción	Equipo	Laboratorio
Inductivo	Este método permitió interpretar las características que posee la investigación en el proceso de generación de curvas voltaje - corriente a través de equipos de	<ul style="list-style-type: none"> • Osciloscopio • Multímetro 	<ul style="list-style-type: none"> • Laboratorio de mecánica de patio ESPE-L

CONTINÚA



	tecnología de punta para establecer una base de datos y patrones que normalmente se encuentran en un diagnóstico de este tipo, así como también el tratamiento de las variables de investigación con el objetivo de obtener conclusiones del tema.		<ul style="list-style-type: none"> • Universidad de las Fuerzas Armadas
Deductivo	La presente investigación analizó los parámetros característicos de funcionamiento de los sistemas que ayudan al funcionamiento del motor de combustión interna, además de los resultados obtenidos se examinó estos parámetros si están dentro de los rangos correctos de funcionamiento.	<ul style="list-style-type: none"> • Osciloscopio • Multímetro 	<ul style="list-style-type: none"> • Laboratorio de mecánica de patio ESPE-L • Universidad de las Fuerzas Armadas
Analítico	Por medio de este método se determinó comparaciones de valores estableciendo la diferencia de fase de dos ondas, para realizarlo se tubo a consideración parámetros como la frecuencia en las que se producen estas gráficas. Las ondas obtenidas mediante un osciloscopio generan finalmente una figura resultante.	<ul style="list-style-type: none"> • Osciloscopio • Multímetro 	<ul style="list-style-type: none"> • Laboratorio de mecánica de patio ESPE-L • Universidad de las Fuerzas Armadas
Síntesis	El presente método ayudo a generar un resumen del trabajo realizado en nuestras condiciones llegando a emitir una explicación de los datos resultantes de las pruebas realizadas bajo la influencia del correcto funcionamiento del motor de combustión interna	<ul style="list-style-type: none"> • Computador personal. • Office/Excel 	
Experimental	Se aplico este método debido a la realización de pruebas y mediciones con la ayuda del osciloscopio automotriz, el cual aporto con los parámetros característicos ideales de funcionamiento de los elementos que conforman el funcionamiento del motor de combustión interna	<ul style="list-style-type: none"> • Osciloscopio • Multímetro 	<ul style="list-style-type: none"> • Laboratorio de Motores • Laboratorio de Mecánica de Patio

CONTINÚA



Comparativo	En esta investigación el método comparativo permitió establecer variaciones de los parámetros característicos de cada uno de los elementos en los cuales se realizó las medidas con el osciloscopio, basándose en datos y mediciones realizadas en condiciones normales de funcionamiento del sistema.	<ul style="list-style-type: none"> • Computador personal.
Observación Directa	El método permitió la observación de pruebas que se realizó en los diferentes vehículos de prueba y cómo influye en el comportamiento del funcionamiento del motor de combustión interna	<ul style="list-style-type: none"> • Osciloscopio • Multímetro • Laboratorio de mecánica de patio ESPE-L • Universidad de las Fuerzas Armadas
Medición	A través del método de medición se estableció el protocolo de pruebas en función de los distintos rpm del motor, se determinó los valores de cada elemento a verificar, tomando en cuenta las escalas de los equipos con los que se realizó las pruebas	<ul style="list-style-type: none"> • Osciloscopio • Multímetro • Computador. • Office/Excel • Laboratorio de mecánica de patio ESPE-L • Universidad de las Fuerzas Armadas

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Osciloscopio

(Mendoza & Ordoñez, 2012) mencionan que: “Es un instrumento que permite visualizar señales eléctricas y estimar sus diferentes parámetros como son: frecuencia, período, amplitud, valores máximos y mínimos”. (p.1)

Según (Diaz, 2009) “El osciloscopio es un equipo de medida capaz de visualizar en gráficas todas las mediciones eléctricas que se realizan con polímetro, además de otras que por la velocidad con la que cambian de valor no se puede medir con el polímetro.”

La gráfica que se aprecia en la figura 2, nos indica cómo las señales van variando con el tiempo: el eje vertical (Y) que representa el voltaje y el eje horizontal (X) representa el tiempo.

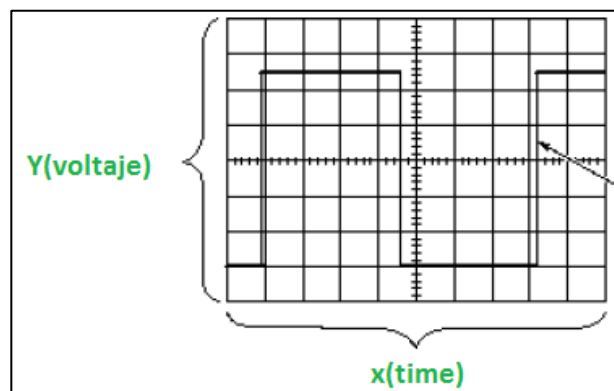


Figura 2. Señal voltaje vs tiempo

2.2. Osciloscopio automotriz

(Calderón & Castro, 2011) aseguran que: “El osciloscopio automotriz es un instrumento en el que se puede interpretar y visualizar gráficamente lo que ocurre con un componente electrónico del automóvil.

(Cise Electrónica , 2011) Dice que “Este instrumento permite interpretar gráficamente lo que está sucediendo con el componente, y también hace posible que se logre medidas en escala de tiempo pequeñas, tan pequeñas, como son los diferentes tipos de señales en los sistemas de control electrónico.”

Las variantes con los osciloscopios analógicos que son usados para realizar pruebas de alta tensión del encendido es que los osciloscopios digitales de hoy en día incluyen una escala de tensión variable que permite visualizar tensiones bajas (normalmente de 0-5 V o de 0-12V), así como también una escala de tiempo graduable que nos facilita el mostrar cualquier forma de onda de manera óptima y adecuada”.
(p.123)

En la pantalla del osciloscopio se visualizan la amplitud, frecuencia, anchura de los impulsos, forma y patrón de la señal recibida mediante un gráfico de tensión (vertical) y de tiempo (horizontal), este instrumento de diagnóstico automotriz toma una mayor cantidad muestras por segundo. Figura 2. (Booster, 2012)



Figura 3. Osciloscopio automotriz G-Scope 2

El osciloscopio posee tres aspectos que se deben ajustar:

- La amplitud de la señal (volts/ div)
- La base de tiempo (seg/div)
- El gatillo o disparador (Trigger) para estabilizar una señal repetitiva.

2.2.1. Características del osciloscopio automotriz

Según (Donado, 2013) “El Osciloscopio Automotriz es un instrumento que permite visualizar señales eléctricas y estimar sus diferentes parámetros: Frecuencia, periodo, amplitud, valores máximos y mínimos. En un Osciloscopio Automotriz se puede ver gráficamente como las señales cambian con el tiempo. Ya que cuenta con un eje vertical "Y", que representa el voltaje y un eje horizontal " X" que representa el tiempo”.

- **Medida de los parámetros**

Las medidas más corrientes para describir una forma de onda:

- **Periodo y frecuencia**

Si se tiene una señal que se repite en el tiempo y posee una frecuencia (f). La frecuencia será medida en Hertz (Hz) y será por consiguiente igual al número de veces que la señal se repite en un segundo (1 seg), con esto se da por entendido que, 1Hz equivale a 1 ciclo por segundo. Una señal repetitiva también posee otro parámetro: el periodo, definiéndose como el tiempo que tarda la señal en completar un ciclo.

- **Período y frecuencia son recíprocos el uno del otro:**

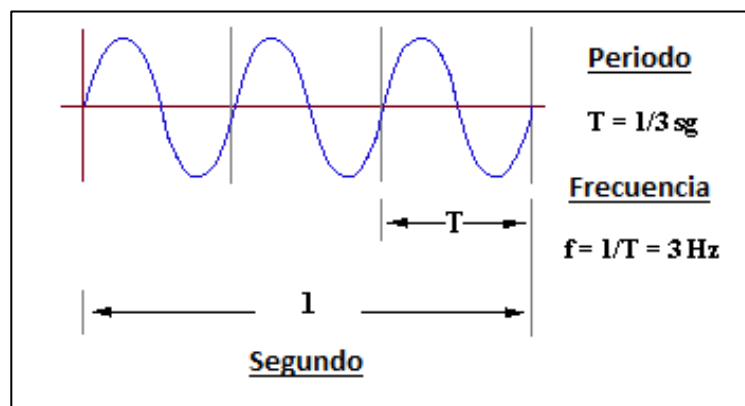


Figura 4. Representación de la onda senoidal
Fuente: (Donado, 2013)

- **Voltaje**

Es aquella diferencia de potencial eléctrico entre dos puntos que se encuentran en un circuito. Por lo general uno de esos puntos se masa (GND, 0v), pero no siempre es así, por ejemplo, se puede tomar las medidas del voltaje pico a pico de una señal (V_{pp})

como la diferencia entre el valor máximo y mínimo de esta. Amplitud es la expresión que significa la diferencia entre el valor máximo de una señal y masa.

2.3. Tipos de osciloscopio

Los osciloscopios automotrices son clasificados según el funcionamiento interno que poseen y estos pueden ser tanto analógicos como digitales.

2.3.1. Osciloscopios análogos

Hace un "seguimiento de la señal", el voltaje ingresa, se amplifica y energiza a los electromagnetos para direccionar el haz de electrones hacia donde deben ir para representar la imagen pues debe tener una alimentación continua por tanto si esta se llega a interrumpir, la proyección de la imagen también por ende se detiene sin contar también con que son muy frágiles y pesados.

2.3.2. Osciloscopios digitales

Son pequeños dispositivos operados por una microcomputadora en su interior en este osciloscopio de tipo digital la señal es previamente digitalizada por un conversor analógico digital y al depender de la fiabilidad de la visualización de la calidad de este componente, esta debe ser cuidada al máximo.

(Gevara & Campaña, 2012) aseguran que: "La principal característica de un osciloscopio digital es la frecuencia de muestreo, la misma determinará el ancho de banda máximo que puede medir el instrumento, viene expresada generalmente en MS/s (millones de muestra por segundo)". (p.46)

2.4. Funciones del osciloscopio

2.4.1. Ajuste vertical en el osciloscopio (eje Y)

El eje considerado como “Y” en la pantalla del osciloscopio nos permite visualizar el nivel de tensión de la señal para que esta no se vea muy pequeña mediante el empleo o el uso de escalas adecuadas según la necesidad y por consiguiente sea suficiente en la pantalla; se toma los valores de Voltios/ división y es esta que divide la pantalla en cuadrículas.

2.4.2. Ajuste horizontal en el osciloscopio (eje X)

El eje considerado como “X” en la pantalla del osciloscopio nos permite visualizar el rango en función del tiempo, el cual durará un ciclo o período de modo que cada uno de estos, sea aproximadamente una división, con lo que en el ancho de pantalla veremos varios ciclos y se tendrá una clara visión cerca de la señal.

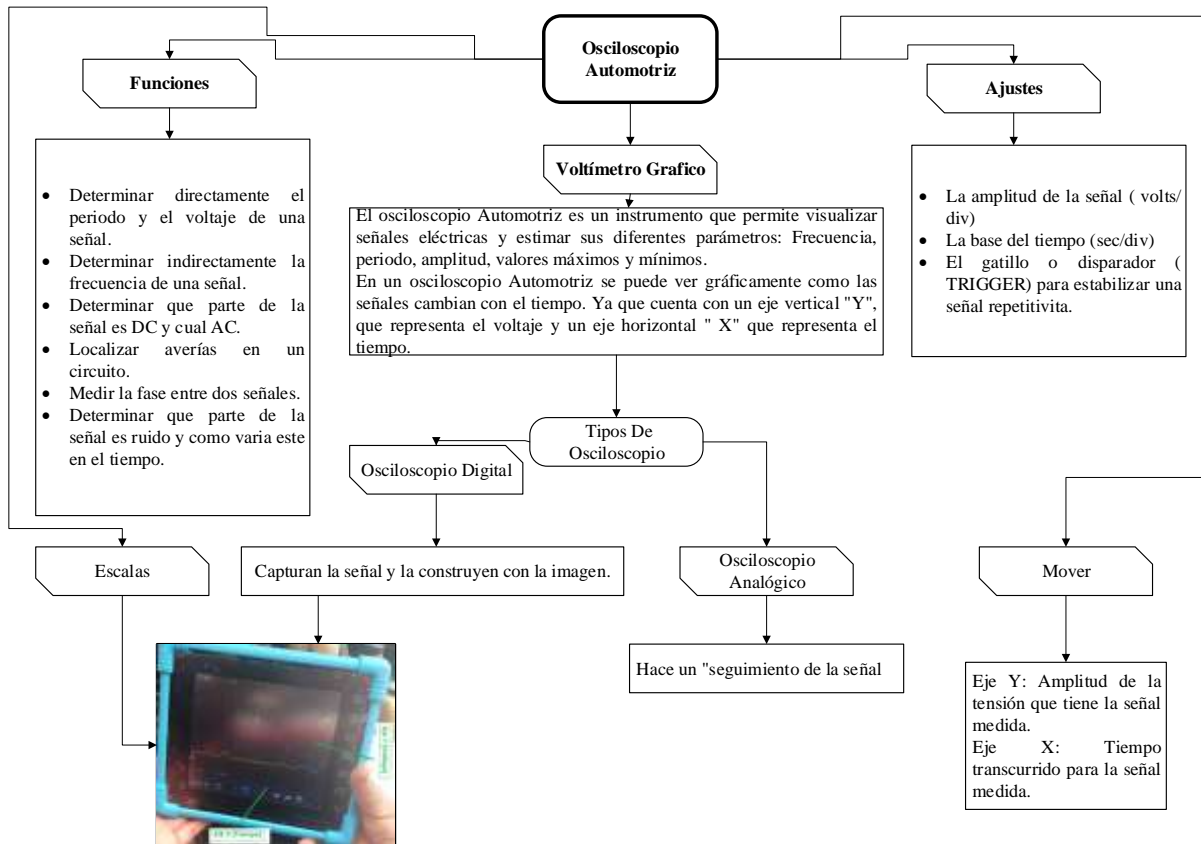


Figura 5. Mapa conceptual del osciloscopio automotriz

2.5. Sistemas de control electrónico

2.5.1. Sistemas de inyección CRDI

(Bosch, 2015) Dice que “Los vehículos modernos cada día incorporan más componentes electrónicos. Como consecuencia, también se ha aumentado el número de sensores. Estos sensores actúan como los “órganos sensitivos” de un vehículo, registrando un amplio espectro de señales esenciales. Evidentemente, los conductores de hoy no quieren prescindir de los beneficios que estos sistemas proporcionan: calidad, seguridad y confort.” (p. 2)

(Gudiño, 2016) menciona que: “Es un sistema en el que se tiene un solo riel, el cual acumula combustible previo a la inyección según el orden de encendido del vehículo, este sistema resta algunas ventajas en comparación a los sistemas anteriores de inyección Diesel”.

Características:

- Altas presiones de inyección lo que conlleva a una mejor pulverización.
- Suministra el combustible ideal en cualquier circunstancia.
- Su campo de aplicación va desde vehículos livianos hasta motores de barco.
- Al tener características electrónicas tiene comunicación con el resto de los sistemas en el vehículo.

Funcionamiento

(Perez & Pozo, 2013) aseguran que “Este sistema cuenta con una separación en la zona de alta presión y los inyectores, la misma que genera mayor presión mediante una bomba aislada e independiente del régimen del motor, el combustible a alta presión es depositado en el interior de un riel común para todos los inyectores y por consiguiente una unidad de control electrónico es la encargada de controlar el sistema de inyección”.

(p.47)

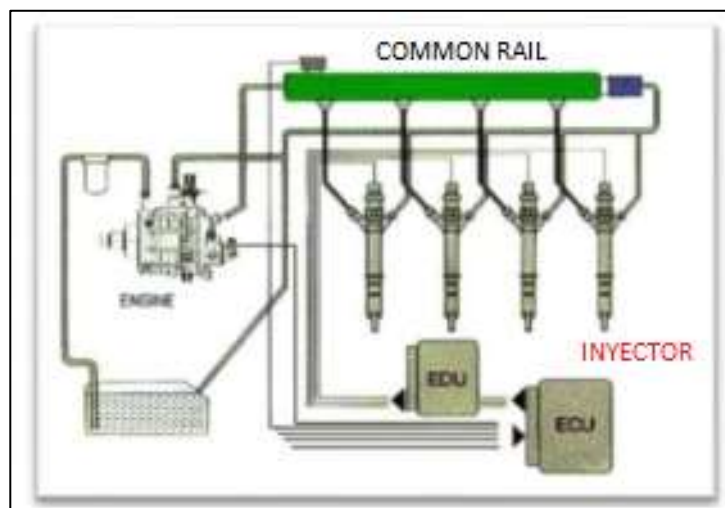


Figura 6. Sistema de inyección CRDI

Fuente: (Hermogenes, 2007)

2.5.2. Sistema de control electrónico gasolina

Este sistema de control de mando del motor está compuesto en su totalidad de tres grupos que incluyen sensores, así como sus señales, la ECU que es uno de los componentes principales del motor que nos sirve para procesar toda señal dada por el sensor y compartirla con el actuador para que este proceda. (Calameo, 2003)

Cuando ocurre el arranque en el vehículo, los pistones del motor suben y bajan y el sensor de revolución señala a la unidad de mando la revolución del motor. Las funciones de la ECU del motor de combustión interna se dividen en control EFI, ESA, ISC, función de diagnóstico.

En el movimiento descendiente del pistón, se produce en el múltiple de admisión una aspiración (vacío), que aspira aire de la atmósfera y pasa por el medidor de flujo o masa de aire y por la mariposa de aceleración, llegando hasta los cilindros del motor. El medidor informa a la unidad de mando el volumen de aire admitido. La unidad de mando,

a su vez, permite que las válvulas de inyección proporcionen la cantidad de combustible ideal para el volumen de aire admitido, generando la perfecta relación aire/combustible, que es llamada de mezcla. Cuanto más adecuada la mezcla, mejor el rendimiento y la economía, con una menor emisión de gases contaminantes. Los sistemas de inyección son constituidos básicamente por sensores y actuadores. (Bosch, 2015, p. 2)

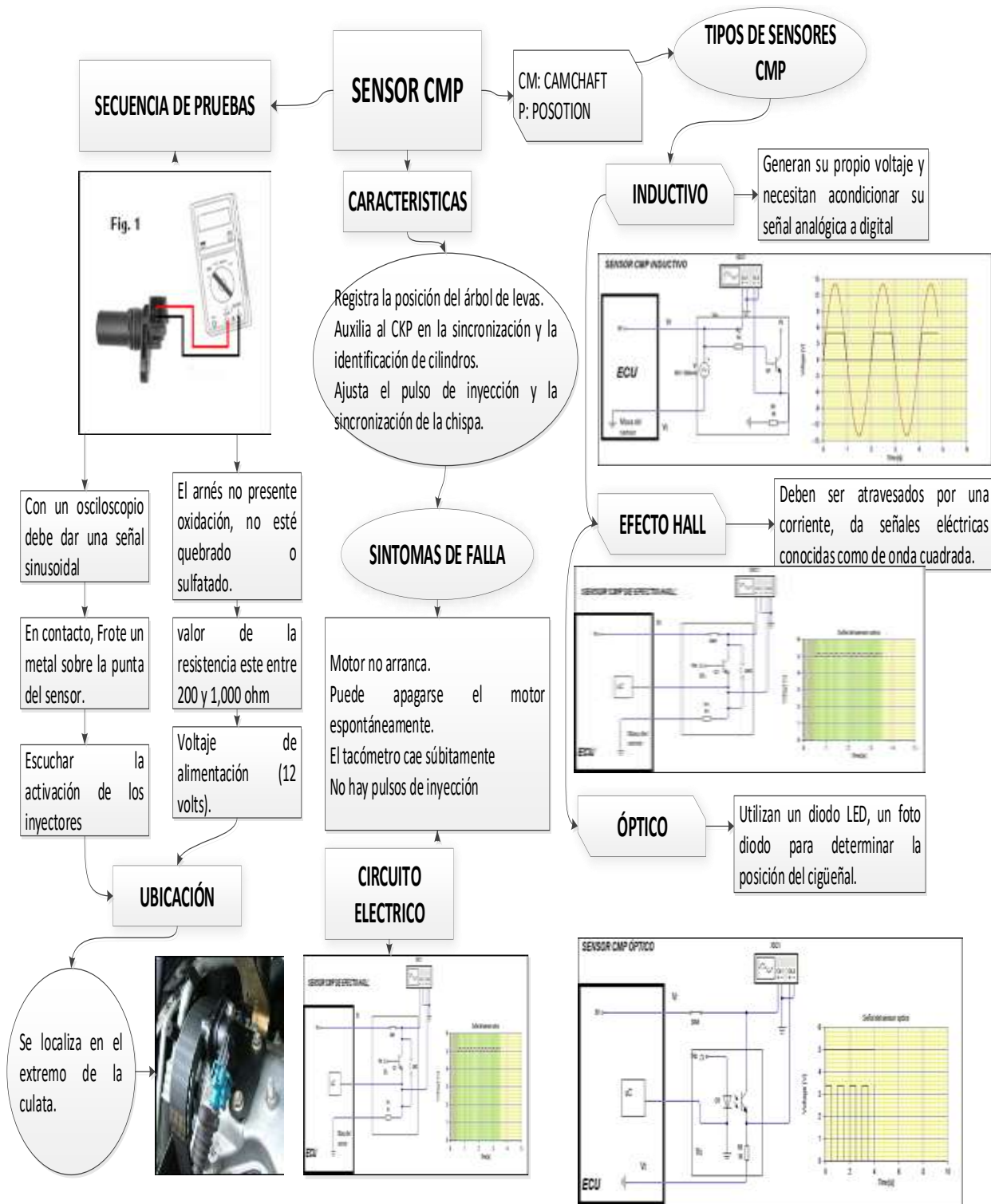
2.6. Sensores del sistema de control electrónico

Según (Fonseca, 2007) “Los sensores en este sistema son aquellos encargados de transformar variables físicas en electrónicas, con el objetivo de que la unidad de control electrónico o ECU pueda estar al tanto de las correcciones a realizar en los actuadores acorde a los requerimientos y necesidades del vehículo”.

Existen varios tipos de sensores que cumplen diferentes funciones, los más comunes son los siguientes:

2.6.1. Sensor de posición del árbol de levas CMP

(Perez & Pozo, 2013) mencionan que: “Estos sensores pueden ser de tipo efecto hall, óptico o inductivo, su misión es la de ayudar a la ECU a saber en qué posición y tiempo se encuentra el motor a la vez que trabaja en correlación con el sensor de posición del cigüeñal, es decir el mismo que se encarga de la sincronización del tiempo de distribución con el tiempo de inyección”.



2.6.2. Sensor de efecto Hall

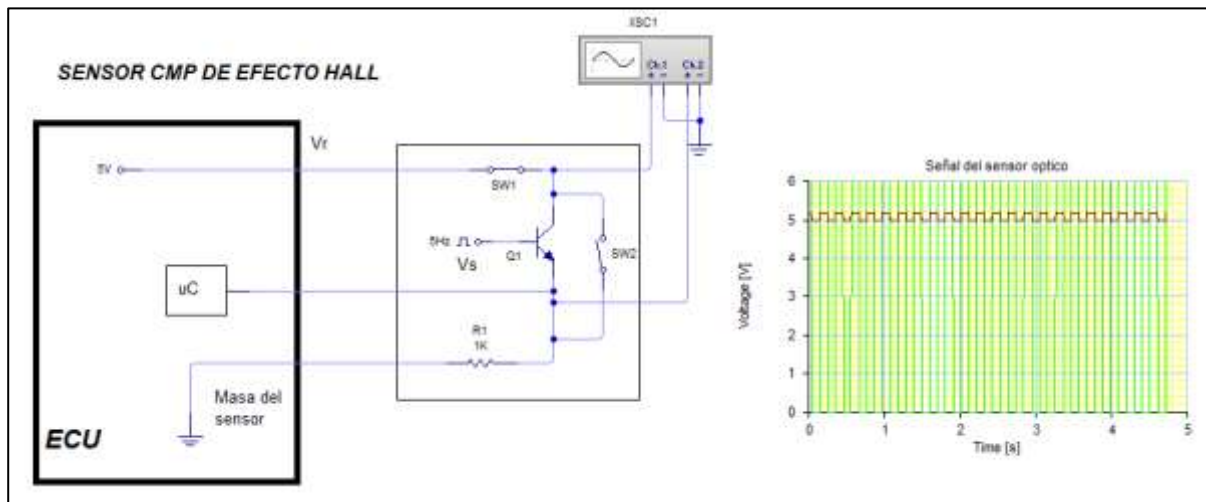


Figura 8. Circuito sensor CMP efecto Hall

Este tipo de sensor es atravesado por una corriente, donde nos muestra una señal eléctrica conocida como onda cuadrada.

2.6.3. Sensor de efecto óptico

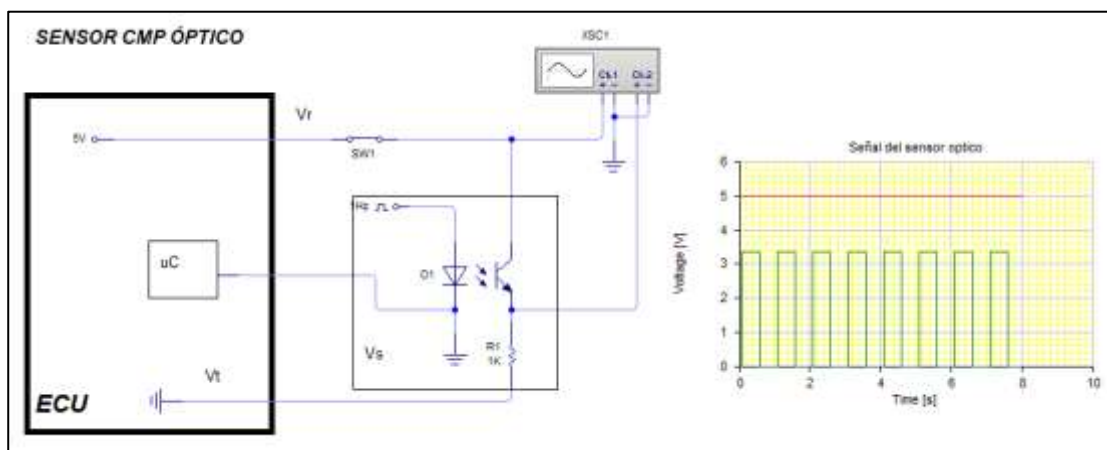


Figura 9. Circuito sensor CMP óptico

El sensor CMP óptico utiliza un diodo led y un fotodiodo para determinar la posición del cigüeñal.

2.6.4. Sensor de efecto inductivo

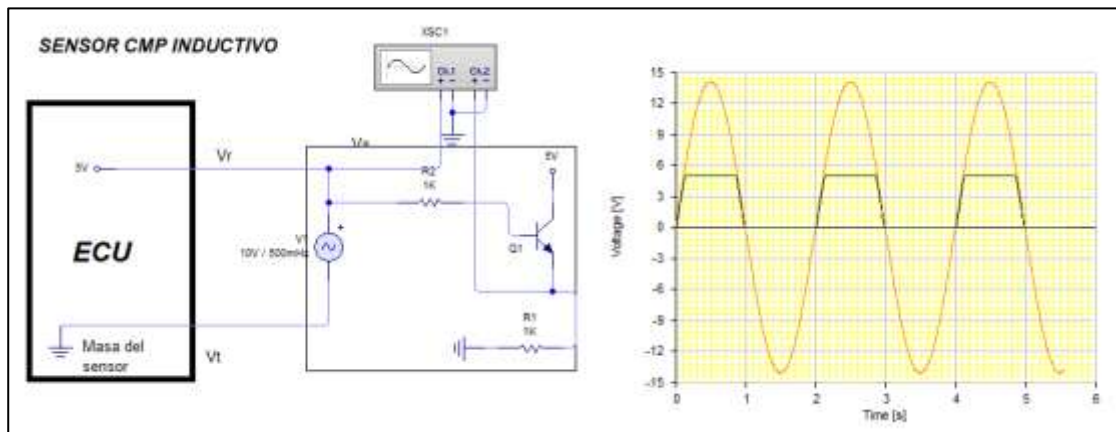


Figura 10. Circuito CMP inductivo

En este sensor se tendrá como parámetro de entrada el desplazamiento angular del árbol de levas y como salida una señal digital con un rango de la siguiente manera: de 0 a 5 voltios. Aquí se considera como señal baja la que está por debajo de los 2 voltios y señal alta la que supera este valor. (Afisca, 2015)

El CMP es el sensor que detecta la posición del árbol de levas y determina básicamente el instante en el que el primer cilindro se encuentra en fase de compresión muy adyacente al PMS. Alguna de las fallas que ocasiona al vehículo el mal funcionamiento del sensor CMP son las siguientes:

- El motor empieza por arrancar con gran dificultad.
- En frío el régimen de ralentí falla
- La potencia falta
- Suelen haber explosiones en el arranque.
- Se activa la luz de Check Engine

2.7. Sensor de revolución y posiciones del cigüeñal CKP.

Es un sensor que permite saber en qué posición está el cigüeñal para que así la ECU compruebe el tiempo en el que se encuentra el motor, las revoluciones del motor y envía esos datos para el análisis, posterior y la activación de los actuadores.

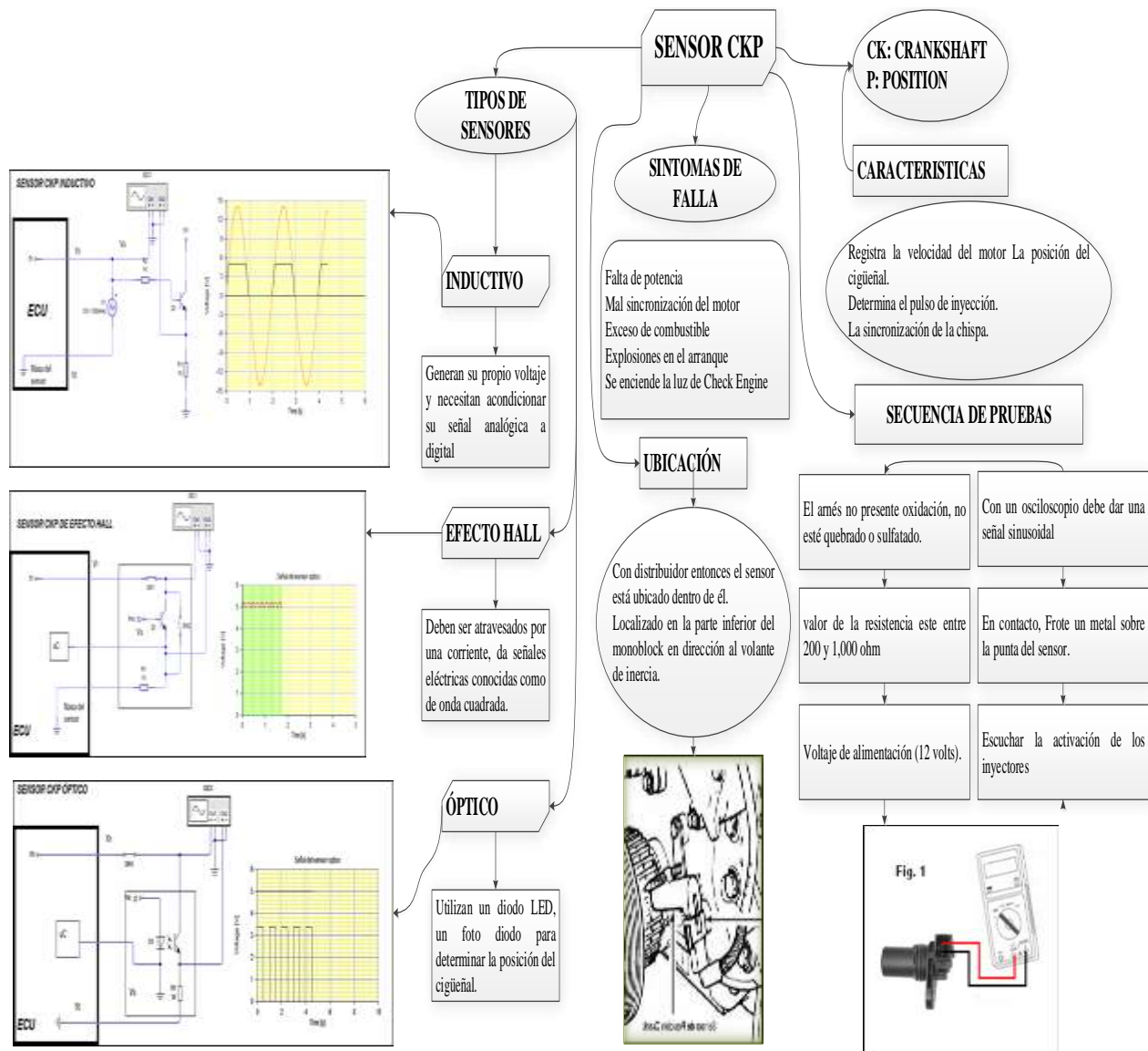


Figura 11. Mapa conceptual del sensor CKP

2.7.1. Sensor CKP inductivo.

Sensor con la función de un imán permanente el cual genera su propia señal (análoga) mediante la rotación de una rueda fónica, este sensor a su vez no recibe una señal de alimentación de masa de la ECU.

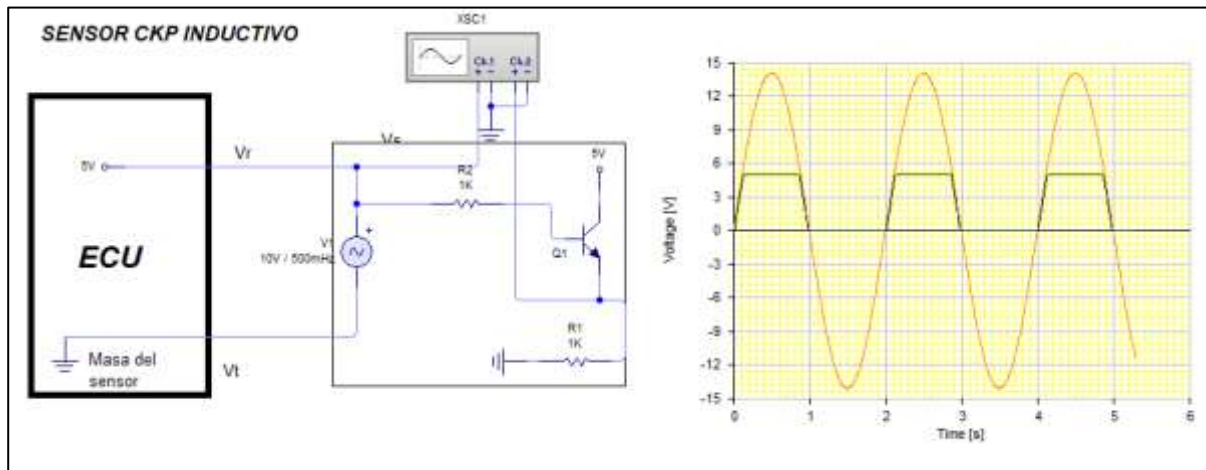


Figura 12. Circuito sensor CKP inductivo

2.7.2. Sensor CKP óptico

Generan una señal digital que es enviada a la ECU, los sensores de efecto hall se enfrentan a una rueda fónica igual que el caso anterior, mientras que los ópticos se ubican en su mayoría en los distribuidores, donde existen captadores para poder recibir las señales y enviarlas a la ECU.

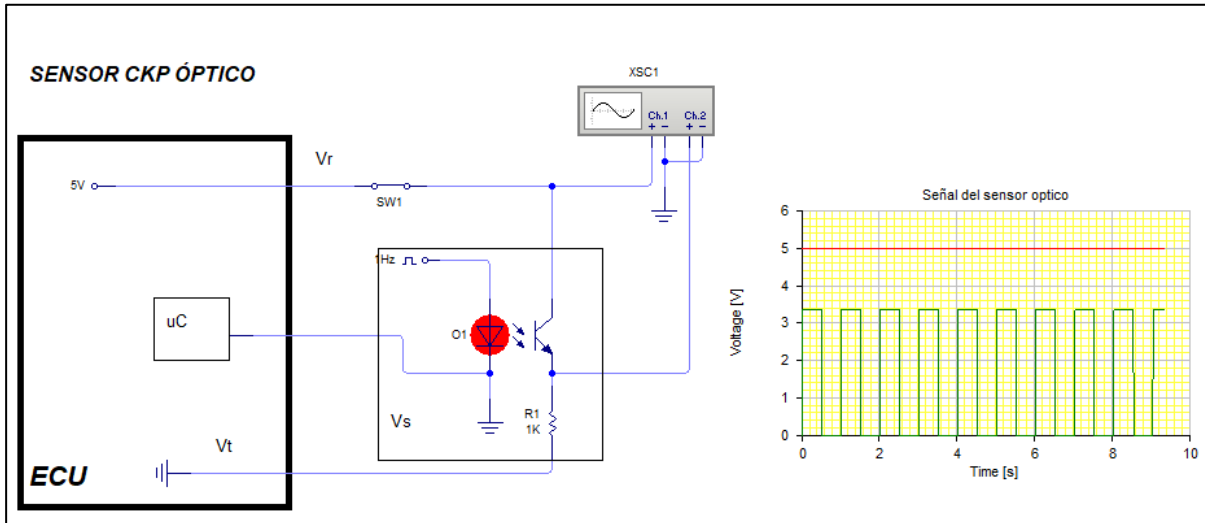


Figura 13. Circuito sensor CKP óptico

2.7.3. Sensor CKP efecto Hall

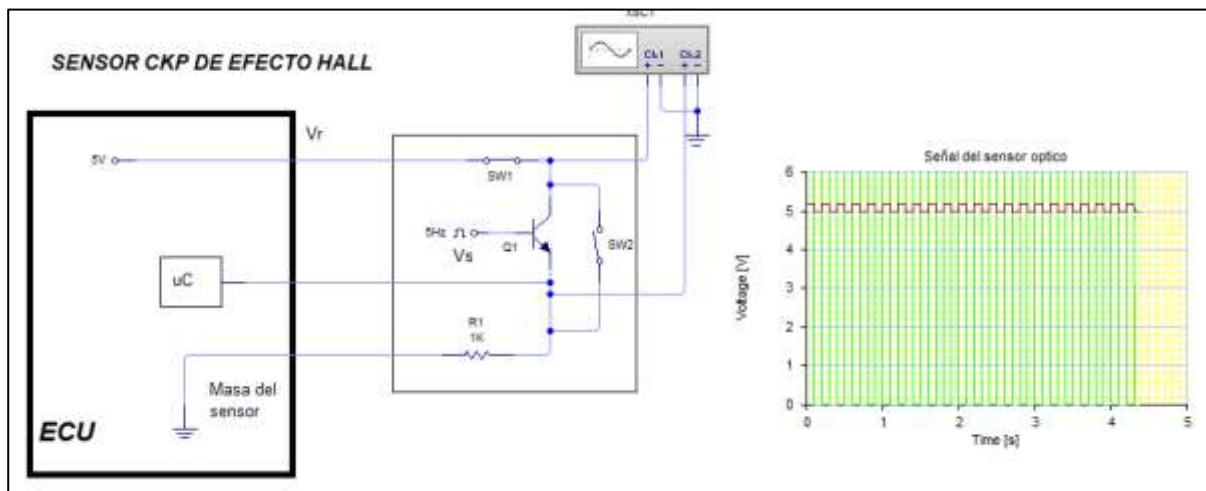


Figura 14. Circuito sensor CKP Hall

La función principal de estos sensores es la de informar a la ECU, las revoluciones y el tiempo en el que se encuentran los pistones y la variación en su funcionamiento. Algunas de las fallas que ocasiona al vehículo son:

- El motor empieza por arrancar con gran dificultad.
- En frío el régimen de ralentí falla
- La potencia falta
- Suelen haber explosiones en el arranque.
- Se activa la luz de Check Engine.

2.8. Sensor de posición del pedal del acelerador TPS.

La computadora o ECU del vehículo empadrona la variable de este sensor mediante una señal eléctrica que se envía mediante un potenciómetro el cual fluctúa su resistencia conforme varíe el ángulo de apertura de la mariposa. (Mejía & Calle, 2015)

Por lo general este sensor se encuentra unido al cuerpo del acelerador para medir el ángulo de apertura de la válvula de mariposa y posee una resistencia variable que genera una resistencia eléctrica dependiendo de la posición de la válvula de mariposa.

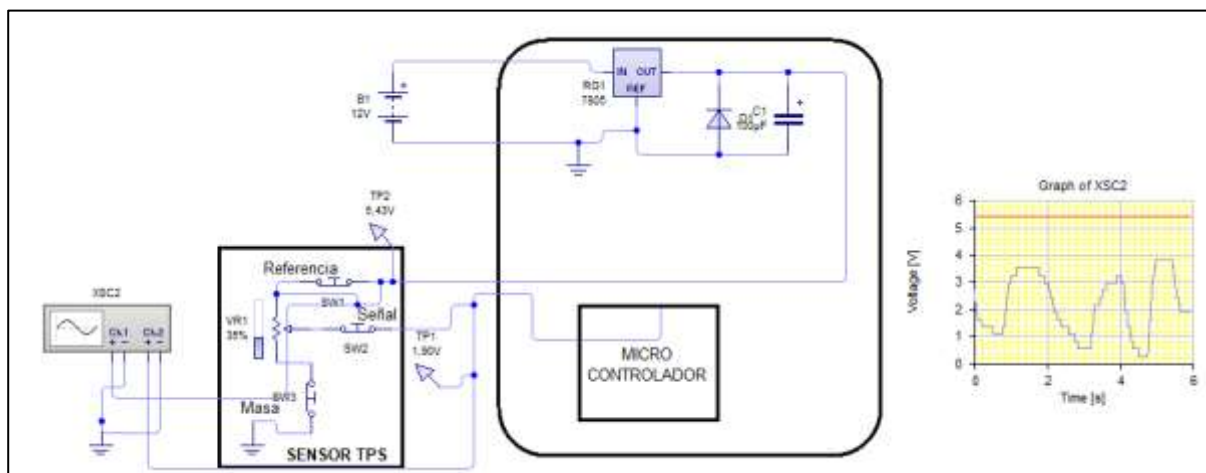


Figura 15. Circuito sensor TPS

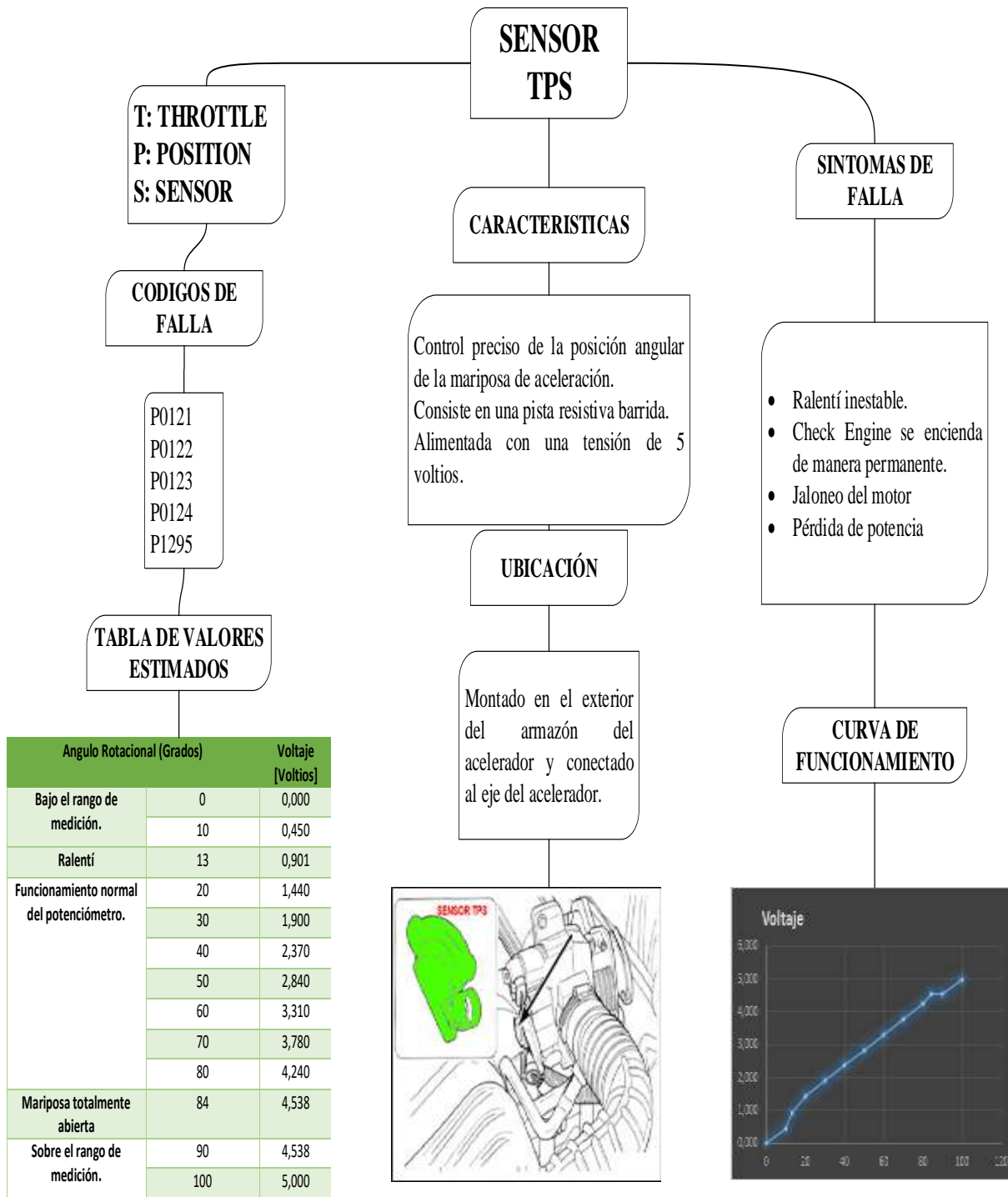


Figura 16. Mapa conceptual del sensor TPS

2.8.1. Curva característica del sensor TPS

La señal de salida dirigida a la ECU es menor a 0.5 voltios en ralentí, de 0.5 a 3.5 voltios en carga parcial y de 3.5 a 4.8 en plena carga, es decir cuando la válvula está totalmente abierta. (p.37)

Tabla 4.
Valores de voltaje del sensor TPS

Ángulo rotacional (grados)	Voltaje [Voltios]	
Bajo el rango de medición.	0	0,000
	10	0,450
Ralentí	13	0,901
Funcionamiento normal del potenciómetro.	20	1,440
	30	1,900
	40	2,370
	50	2,840
	60	3,310
	70	3,780
	80	4,240
Mariposa totalmente abierta	84	4,538
Sobre el rango de medición.	90	4,538
	100	5,000

2.8.2. Fallas que ocasiona al vehículo

La marcha mínima empieza hacer variable y por consiguiente las revoluciones por minuto pueden estar mucho más bajas o por el contrario más altas de lo normal, produciendo con esto un ahogamiento del motor durante la desaceleración y consumo excesivo de combustible

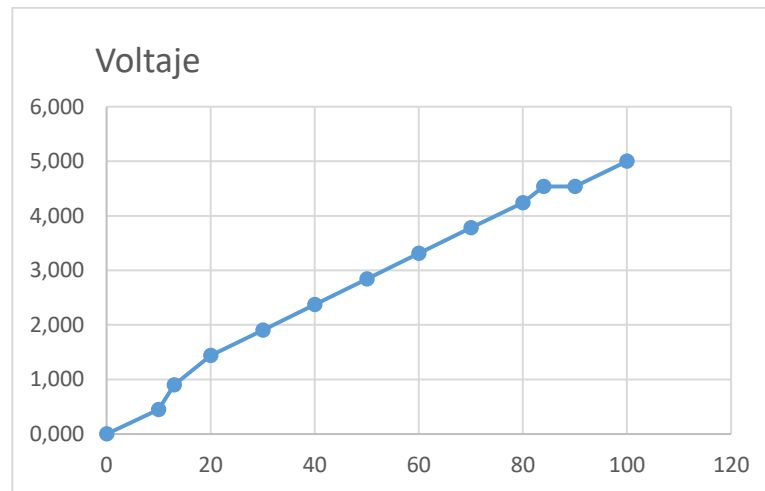


Figura 17. Curvas del funcionamiento del sensor TPS

2.9. Sensor de presión absoluta del múltiple (MAP)

Según (Gudiño, 2016) “El Sensor MAP es aquel que mide la presión que existe en el múltiple de entrada de aire, teniendo para la toma como referencia la presión 0, así pues, mide la Presión Absoluta en la toma existente en el múltiple de entrada. La presión de entrada fluctúa por el vacío generado en su manguera cuando la gasolina y aire entran en el proceso de combustión en la cámara. La información que se produce junto con la señal del sensor CKP (Posición del Cigüeñal) es enviada y procesada por el ECM para catalogar la señal que va direccionada a los inyectores (ancho de pulso)”.

Funcionamiento:

- Al encontrarse en marcha ralentí la señal será baja.
- Cuando tenemos una aceleración súbita la señal será mayor.
- En marcha crucero la señal será similar a la de marcha ralentí
- Al tener desaceleración la señal será más baja que en marcha ralentí

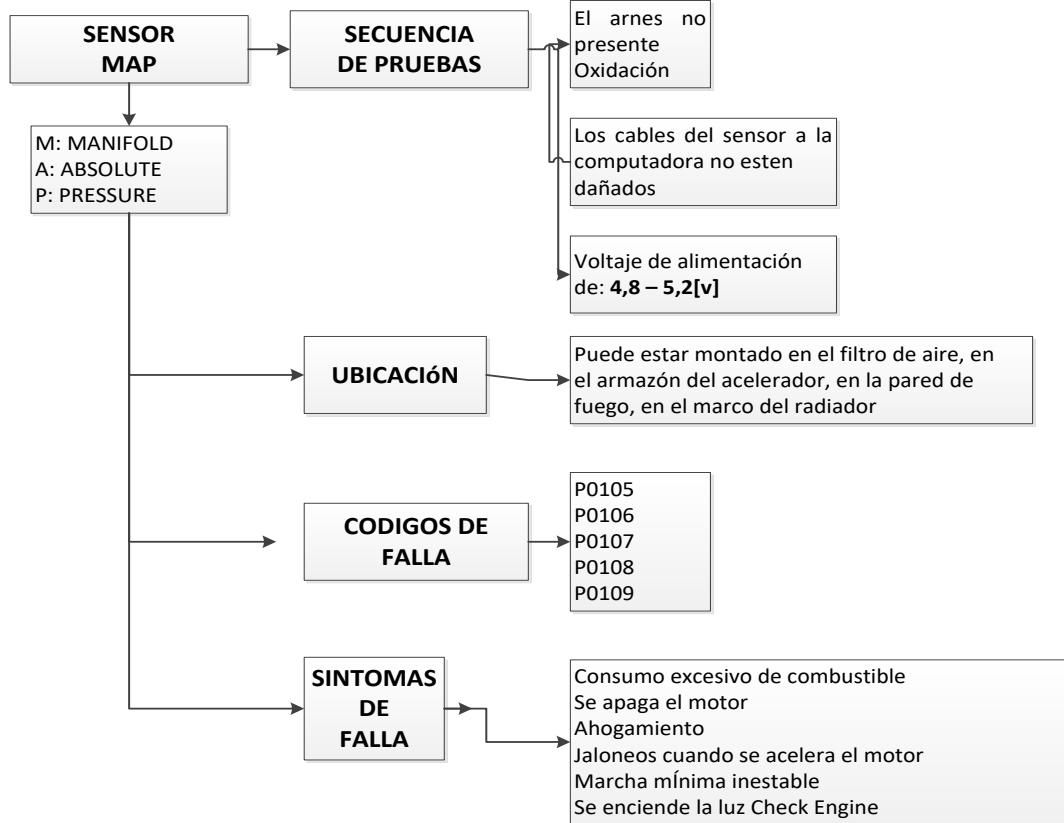


Figura 18. Mapa conceptual del sensor MAP

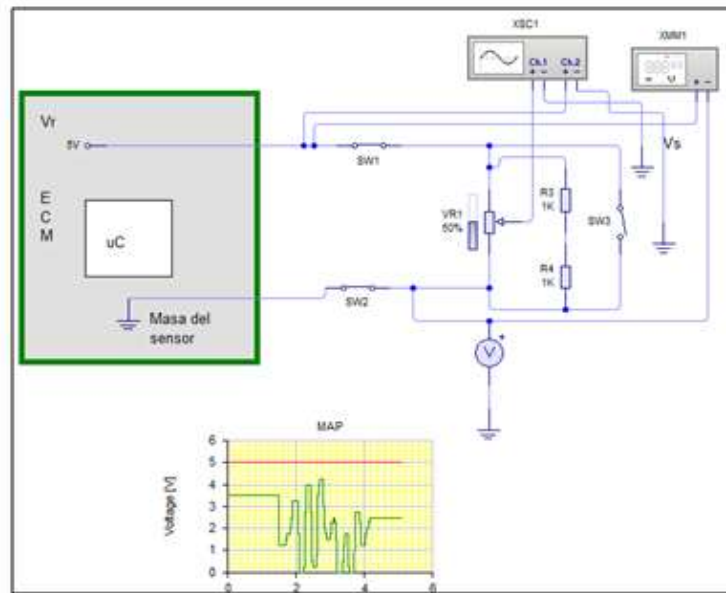


Figura 19. Circuito eléctrico del sensor MAP

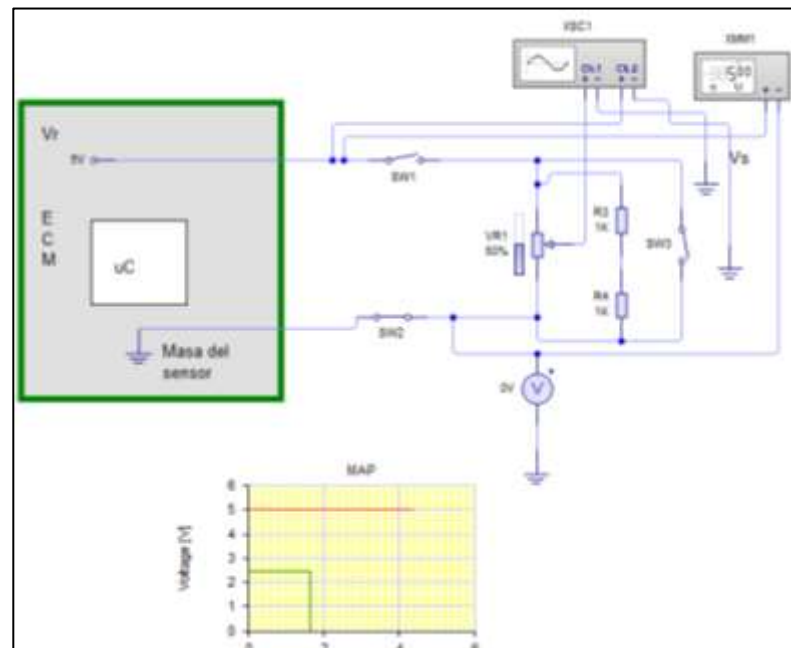


Figura 20. Circuito eléctrico del sensor MAP, funcionamiento normal.

Tabla 5.

Valores estimados de voltaje y presiones del sensor MAP.

Presión del múltiple		Presión de vacío		Voltaje del sensor
Kpa	inHg	Kpa	inHg	[V]
0	0,00	100	29,60	0,30
10	2,90	90	26,60	0,30
20	5,90	80	23,70	0,60
30	8,90	70	20,70	1,10
40	11,80	60	17,70	1,70
50	14,80	50	14,80	2,20
60	17,70	40	11,80	2,70
70	20,70	30	8,90	3,30
80	23,70	20	5,90	3,80
90	26,60	10	2,90	4,40
100	29,60	0	0,00	4,90

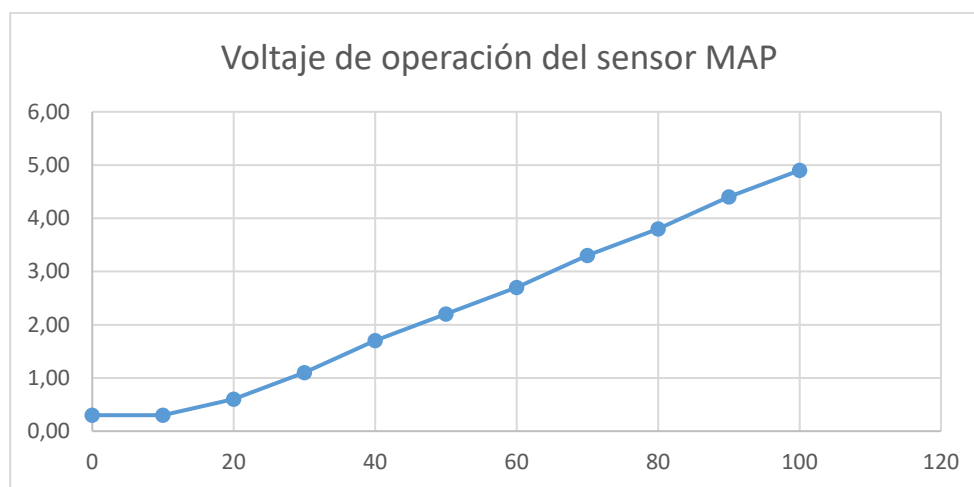


Figura 21. Curva característica del sensor MAP

- Voltaje de alimentación de: 4,8 – 5,2 [v]
- Contacto de masa: menos de 60 [mv]

2.10. Sensor de presión de sobrealimentación FRP:

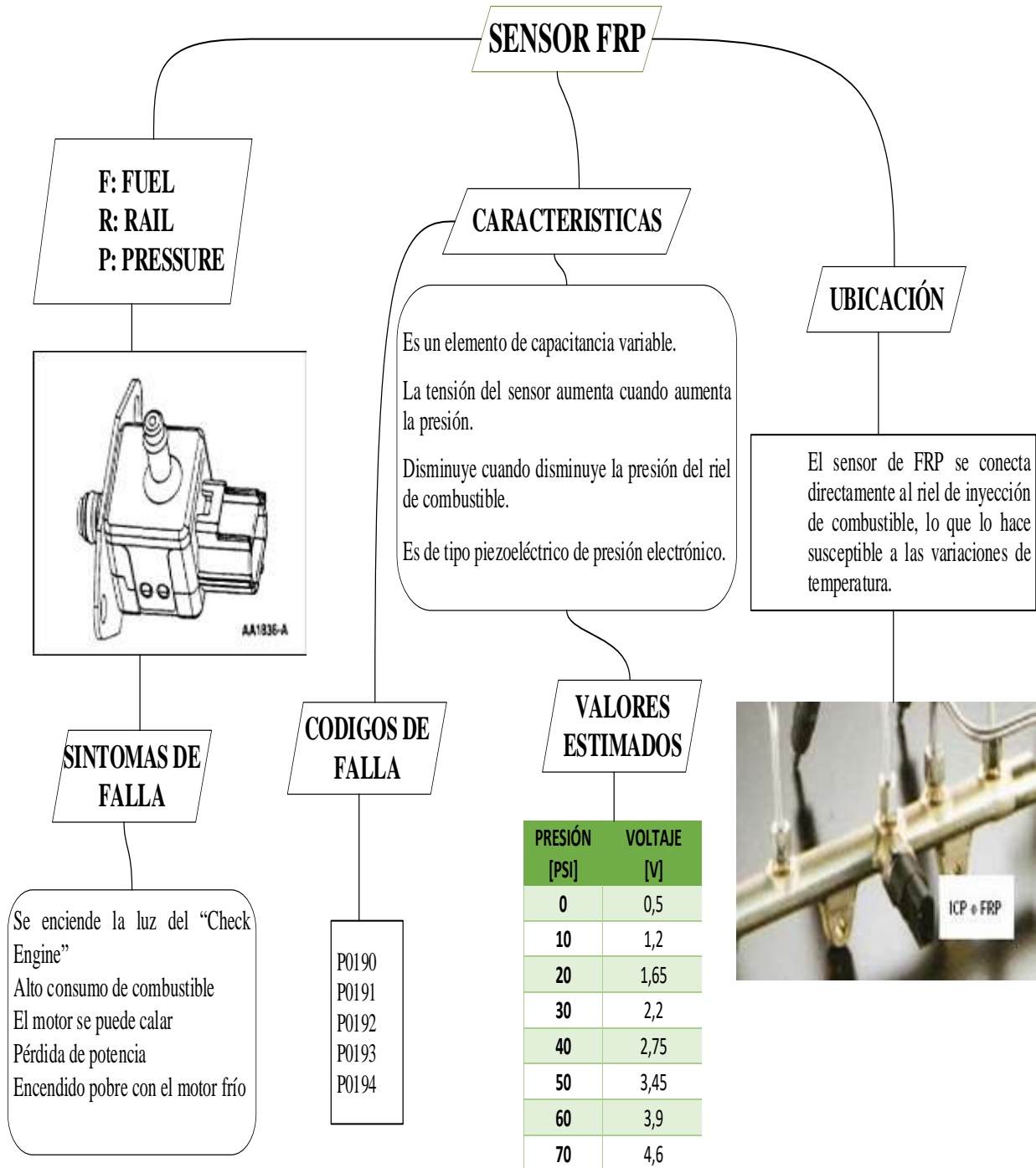


Figura 22. Mapa conceptual del sensor FRT

Informa a la ECU la presión del sobre alimentador para compensar la inyección, este sensor al igual que el sensor de presión del riel tiene en su interior una membrana que varía su resistencia según su deformación, lo que quiere decir: es un sensor tipo piezoeléctrico, que posee 3 cables.

Lo cual indica, que recibe una señal de 5 voltios y una tierra enviadas por la UCE, enviando la variación de voltaje como señal de la variación de la presión del sobre alimentador.

Este sensor detecta la presión del múltiple de admisión, y, es utilizado para el funcionamiento del sobre alimentador y operación de la EGR. La señal enviada por este sensor permite a la UCE, establecer el tiempo de inyección y corregirlo según la presión atmosférica.

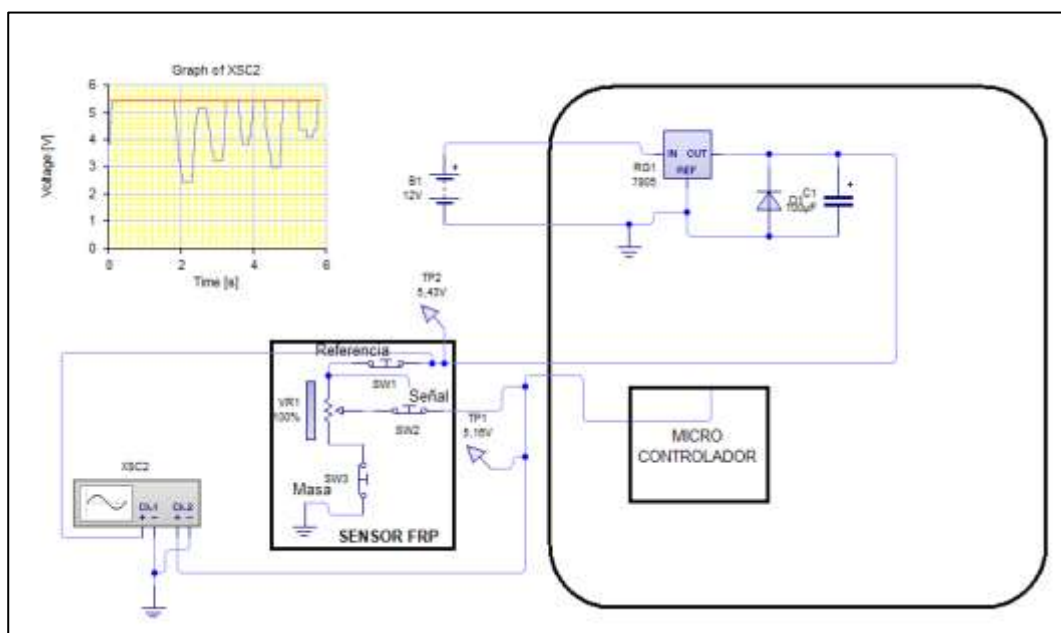


Figura 23. Circuito sensor FRP

2.10.1. Curva característica del sensor FRP.

Tabla 6.
Sensor FRP presión vs voltaje

Presión [PSI]	Voltaje [V]
0	0,5
10	1,2
20	1,65
30	2,2
40	2,75
50	3,45
60	3,9
70	4,6

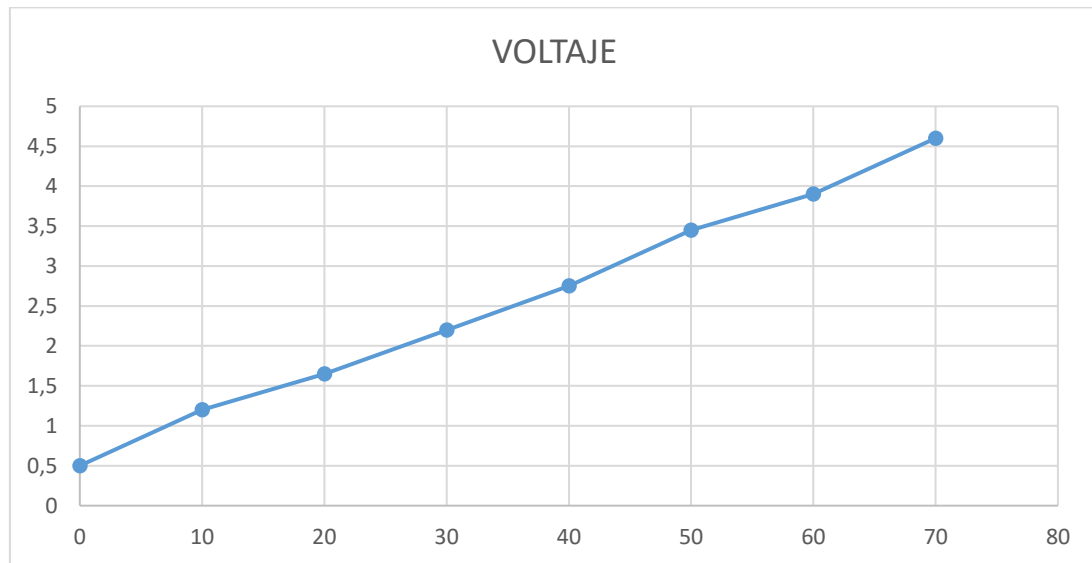


Figura 24. Curva característica sensor FRP

2.11. Sensor BARO

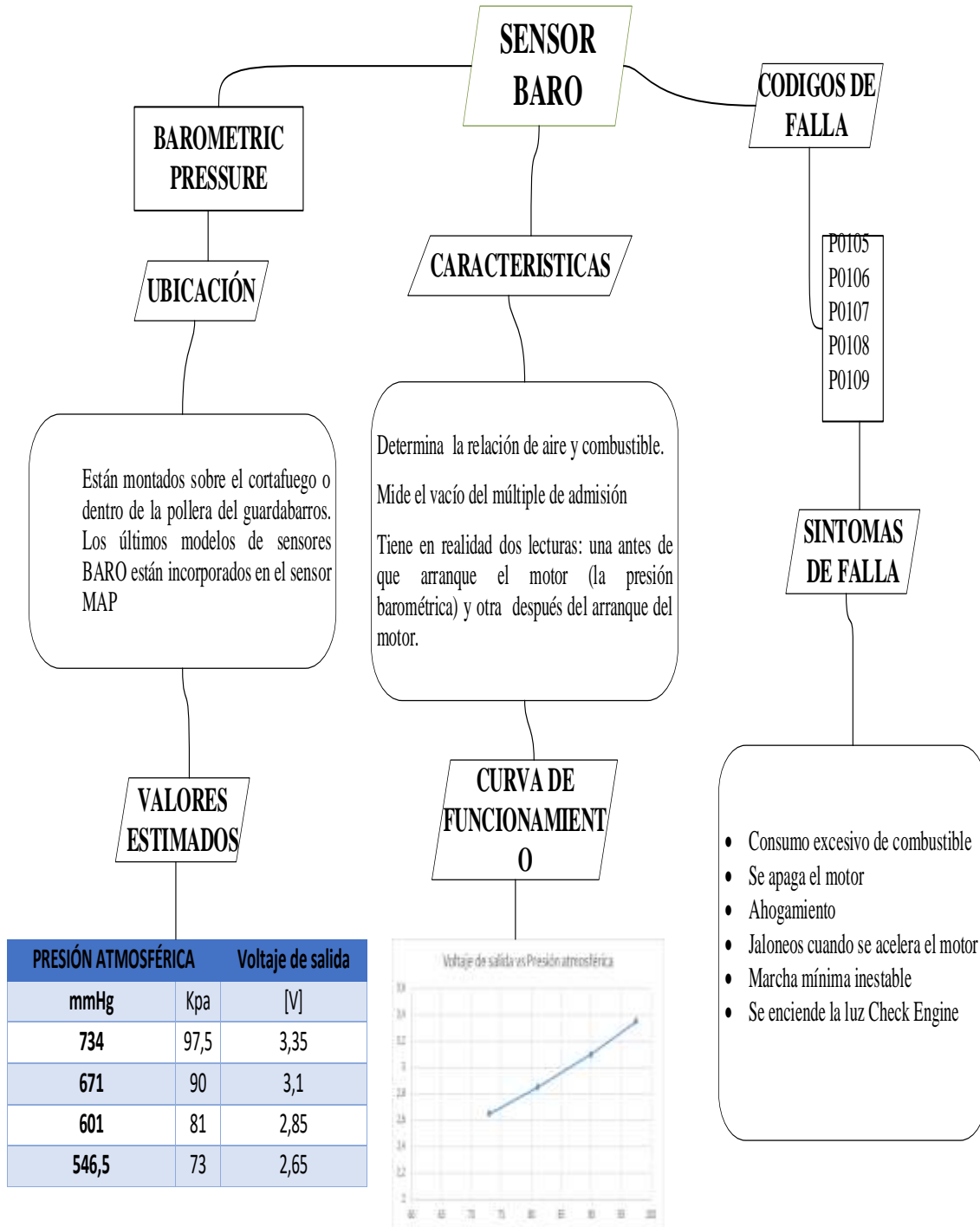


Figura 25. Mapa conceptual del sensor BARO

(Fonseca, 2007) menciona que: “Este sensor es aquel que detecta la presión atmosférica, corrigiendo el tiempo y el volumen de inyección idóneo a la altitud, considerando que puede ser externo o interno en la ECU. En algunos vehículos este parámetro se obtiene del MAF (sensor de flujo de aire) o el BPS (sensor de presión del turbo)”. (p.45)

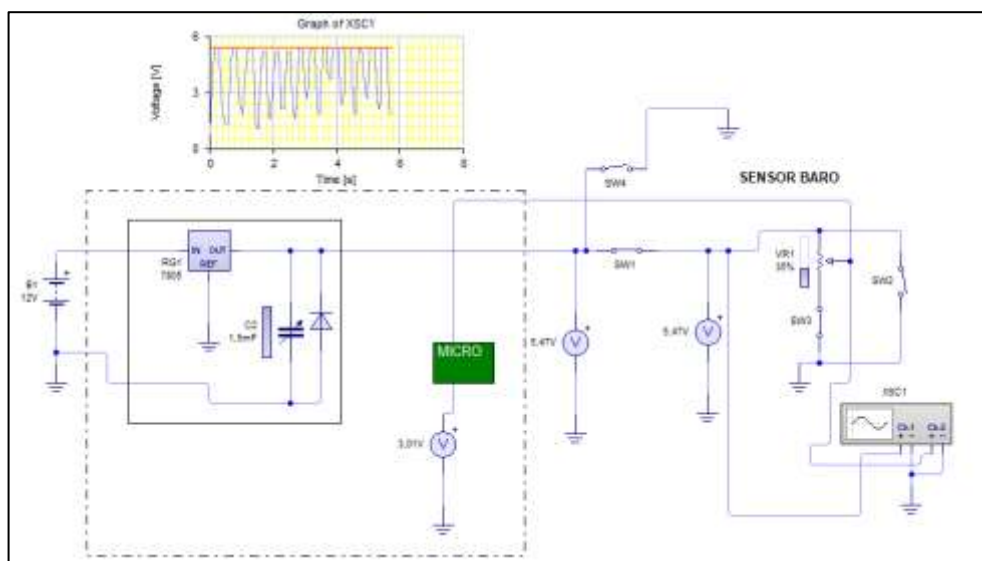


Figura 26. Circuito sensor BARO

2.11.1. Curva característica del sensor BARO

Tabla 7.

Valores estimados de voltaje y presión del sensor BARO

Presión atmosférica		Voltaje de salida
MmHg	Kpa	[V]
734	97,5	3,35
671	90	3,1
601	81	2,85
546,5	73	2,65

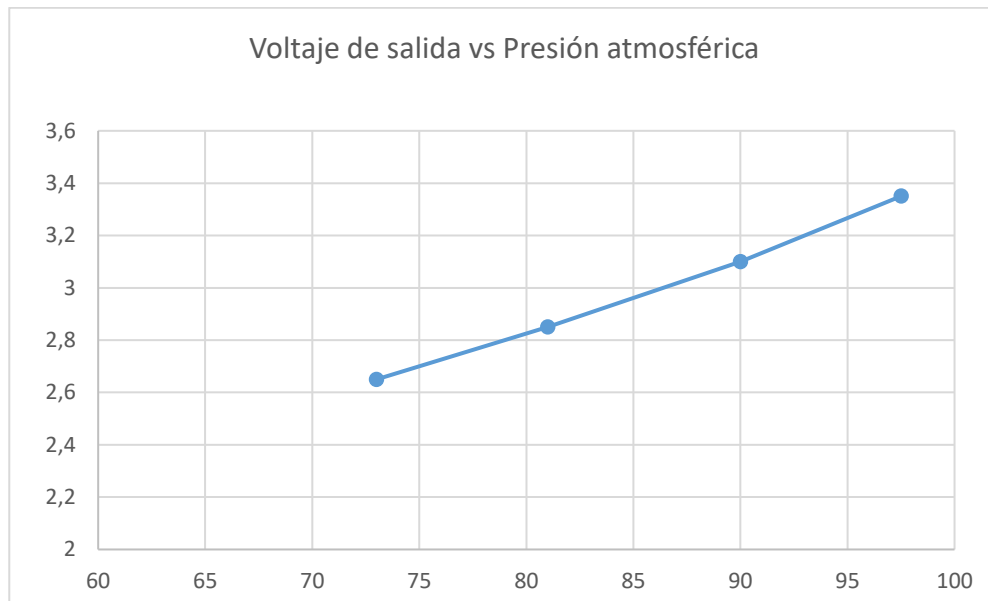


Figura 27. Curvas características del sensor BARO

2.12. Sensor de temperatura del aire de ingreso al múltiple (IAT).

(Mejía & Calle, 2015) menciona que: “Este sensor de temperatura del aire de admisión (IAT) está compuesto de un termistor que posee una resistencia variable en base de acuerdo con las fluctuaciones de temperatura, la resistencia baja drásticamente cuando la temperatura se eleva y aumenta cuando la temperatura baja”.

El Sensor IAT nos da una variable por medio de un termistor que tiene una resistencia variable de acuerdo con los cambios y fluctuaciones de temperatura, y así es como la resistencia baja cuando la temperatura se eleva y viceversa es decir sube cuando la temperatura baja.

La señal que a la salida del sensor varía en un rango de voltaje de 0 a 5 voltios.

Funcionamiento:

- Determinar la densidad del aire.
- Medir y verificar la temperatura del aire.
- Este es un sensor que trabaja en función de la temperatura, es decir que cuando el aire está en fase de expansión o en fase de compresión, esto debido a su temperatura.

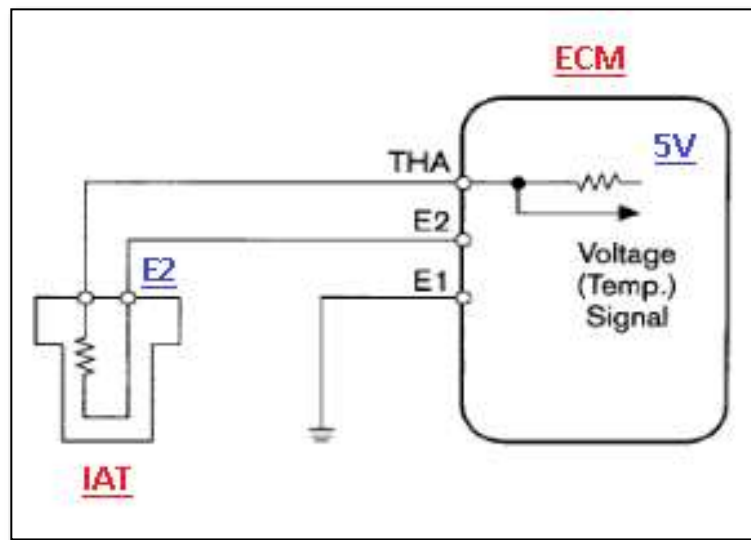


Figura 28. Circuito eléctrico del sensor IAT
Fuente: (Mejía & Calle, 2015)

2.13. Sensor de temperatura del refrigerante WTS

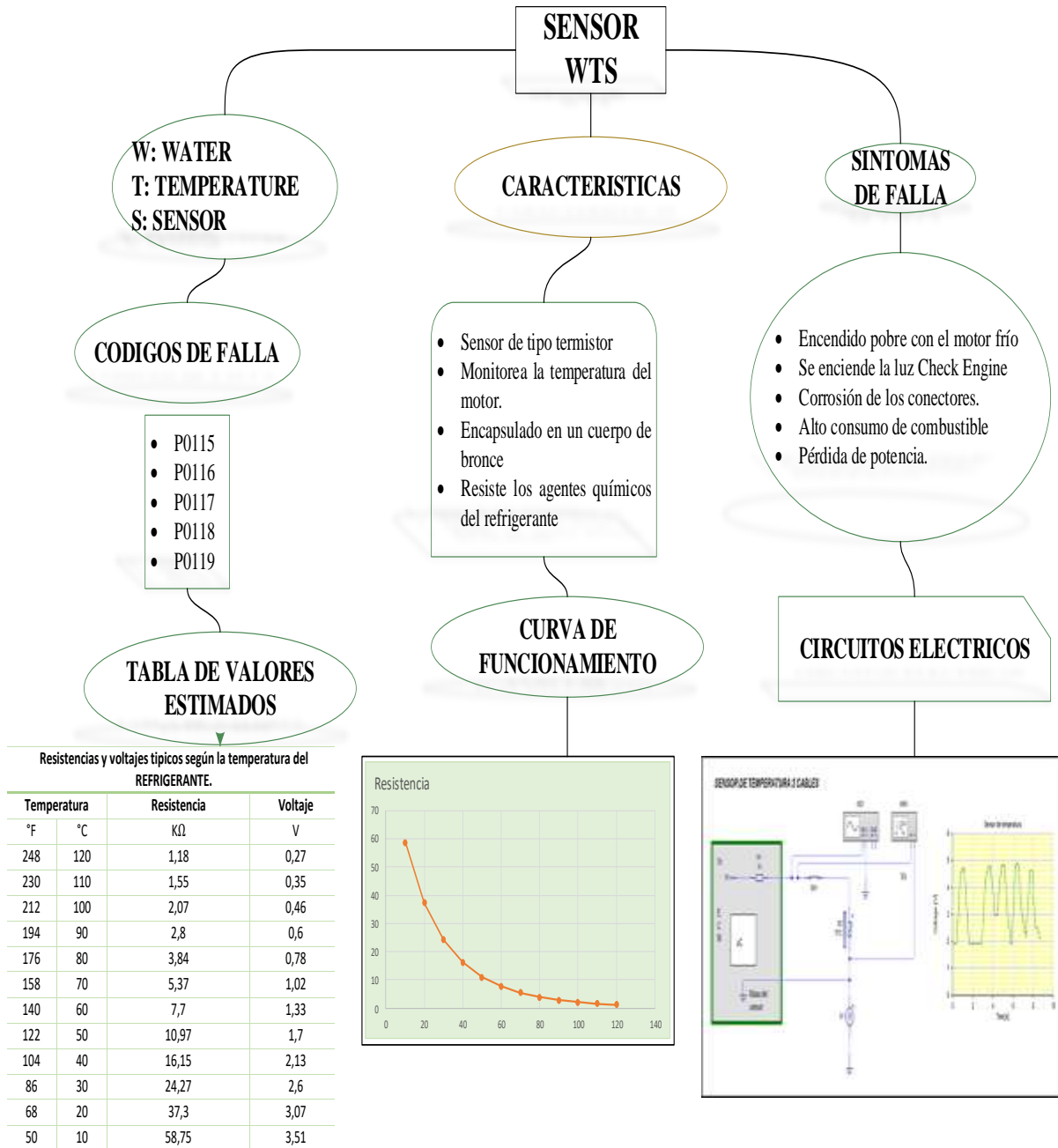


Figura 29. Mapa conceptual del sensor WTS

Sensor de temperatura del refrigerante WTS por sus siglas en inglés (Water Temperature Sensor), se le conoce como un sensor de tipo termistor el cual tiene un coeficiente negativo de temperatura conocido como NTC, esto se refiere a que su valor de resistencia varia de una forma inversa, lo que básicamente nos dice es que a mayor temperatura menor resistencia y viceversa. (Gudiño, 2016)

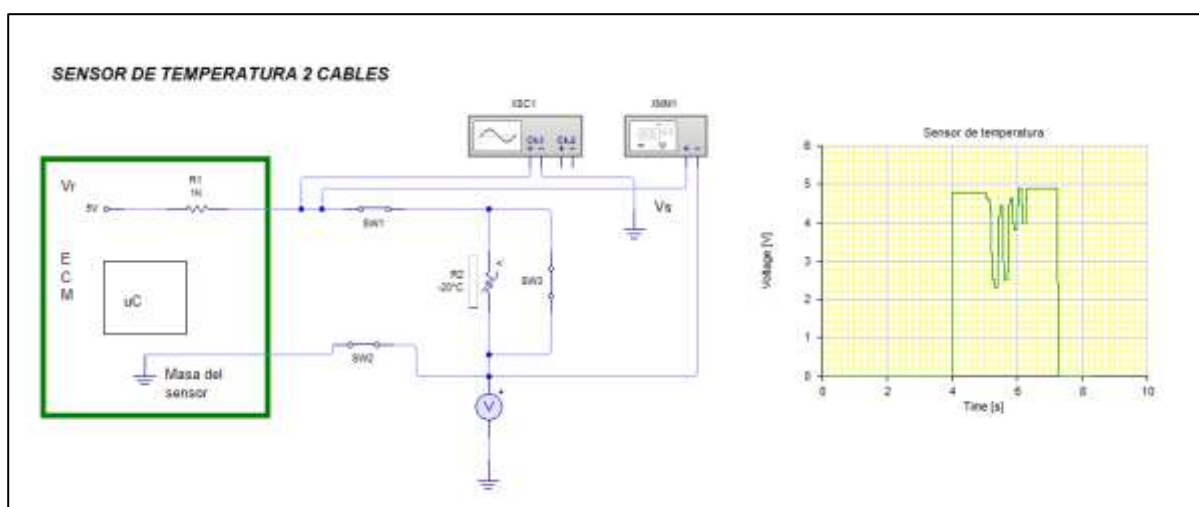


Figura 30: Circuito sensor WTS

2.13.1. Curva característica del Sensor

Tabla 8.

Valores de resistencia eléctrica, voltaje y temperatura de funcionamiento.

Temperatura		Resistencia	Voltaje
°F	°C	KΩ	V
248	120	1,18	0,27
230	110	1,55	0,35
212	100	2,07	0,46
194	90	2,8	0,6
176	80	3,84	0,78
158	70	5,37	1,02
140	60	7,7	1,33
122	50	10,97	1,7
104	40	16,15	2,13

CONTINÚA



86	30	24,27	2,6
68	20	37,3	3,07
50	10	58,75	3,51

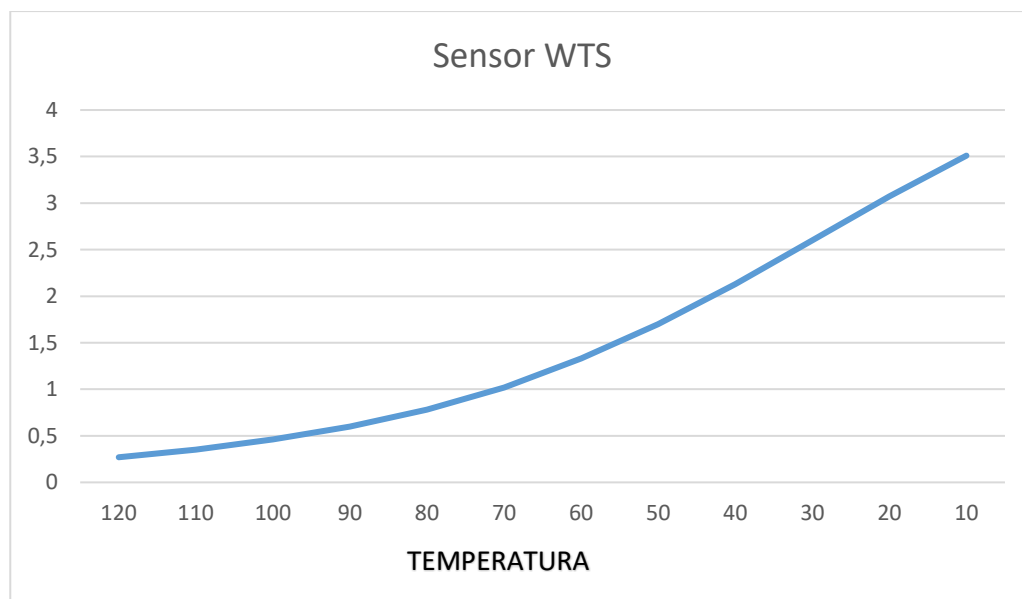


Figura 31. Curva de funcionamiento del sensor WTS o ECT

2.14. Sensor EGO – HEGO

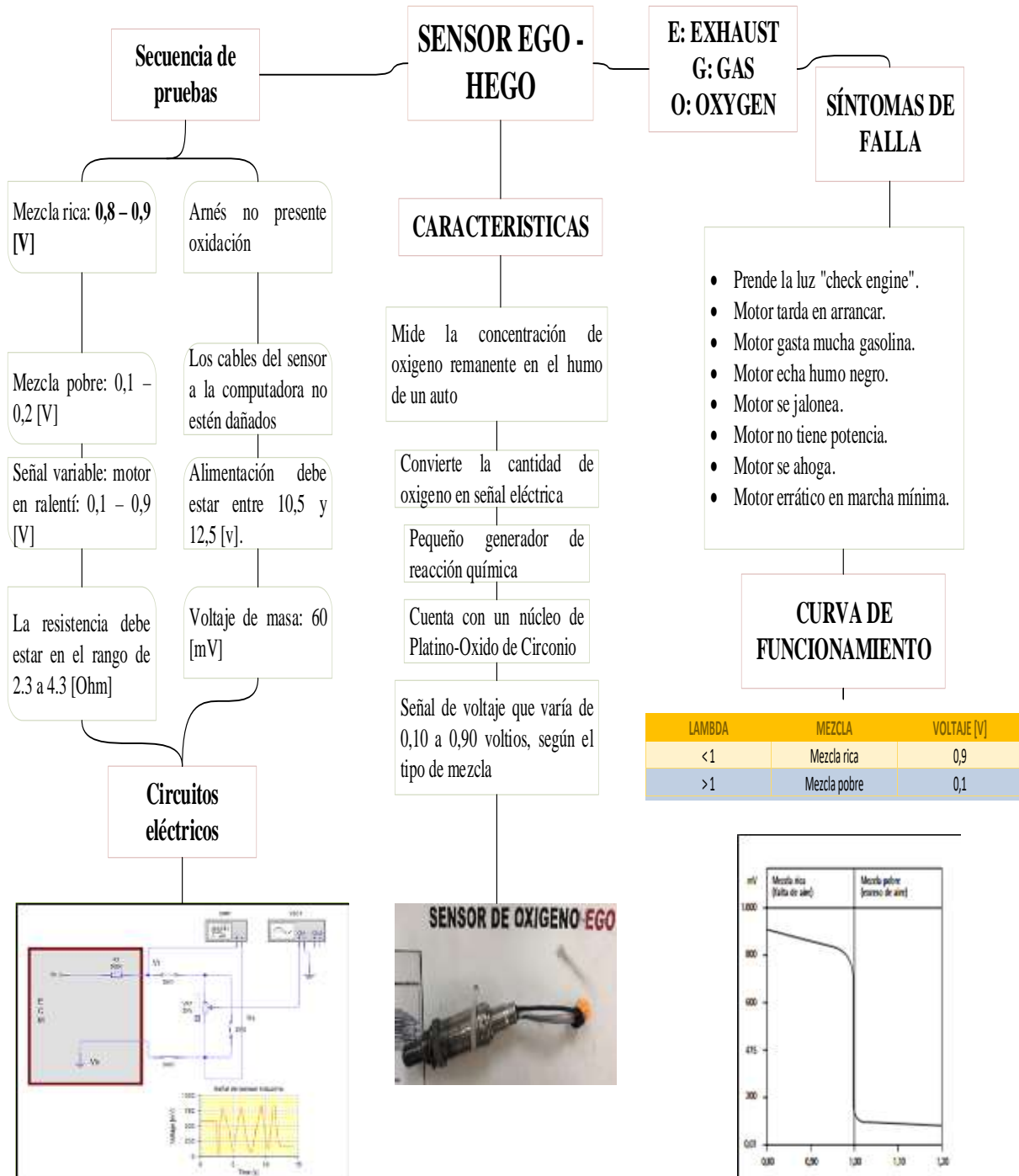


Figura 32. Mapa conceptual del sensor HEGO

Este sensor es conocido como el de oxígeno pues mide la concentración de oxígeno que se encuentra en el humo de los gases de escape de un automotor. El sensor convierte la cantidad de oxígeno de los gases que produce este en una señal eléctrica, La PCM capta esta señal y así registra si la mezcla de gasolina-aire está en un punto adecuado de funcionamiento, caso contrario opta por medidas alternas.

El sensor previamente analizado es un generador ínfimo y de reacción química que avisa a la ECU la calidad de los gases de escape con esto utiliza esta información para ajustar la mezcla de aire-combustible.

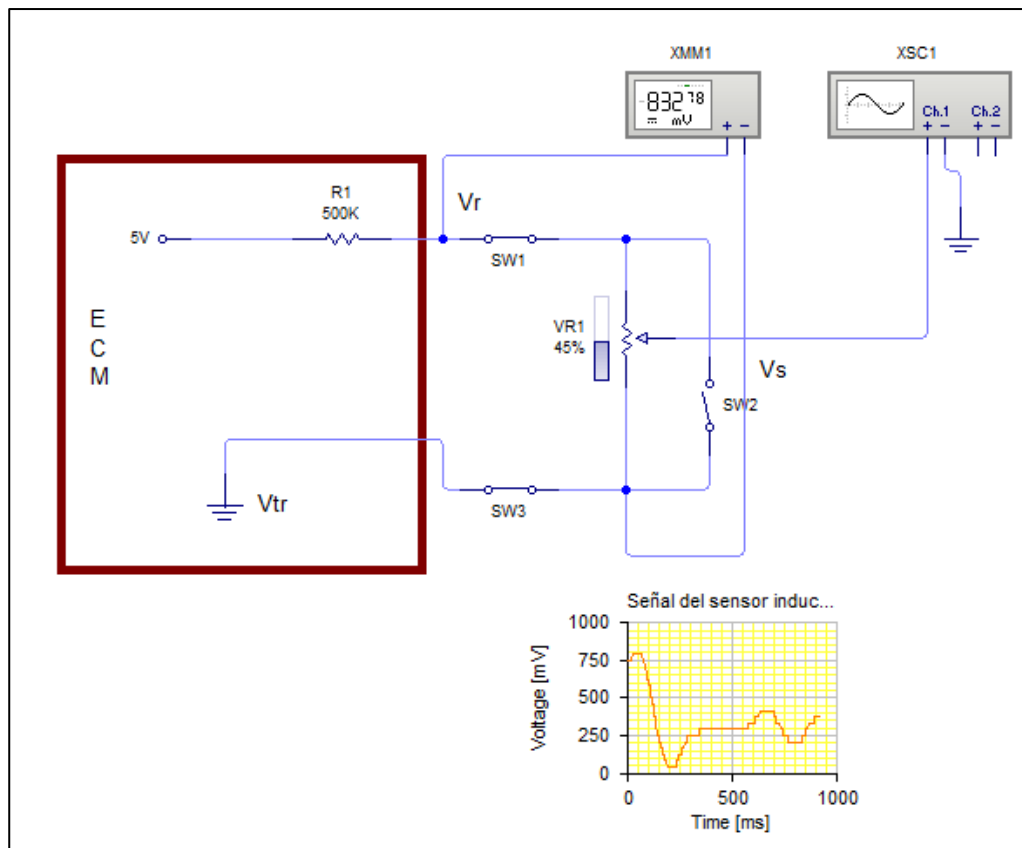


Figura 33. Circuito sensor EGO-HEGO

Tabla 9.

Valores estimados de voltaje y lambda del sensor EGO - HEGO

LAMBDA	MEZCLA	VOLTAJE [V]
< 1	Mezcla rica	0,9
> 1	Mezcla pobre	0,1

Si existe falla en el Sensor O₂, provoca un mayor consumo de combustible y también la emisión de gases de escape es considerablemente más alta, generando una pérdida significativa de potencia en el motor del vehículo.

2.15. Actuadores

Los actuadores son aquellos elementos que están en capacidad de transformar las variables electrónicas en variables físicas es decir actúan y realizan un trabajo después de recibir la señal procesada de la ECU que fue detectada por el sensor, estos en el momento que reciben la información de la unidad de control electrónico proceden hacer las correcciones en el motor y que brinde un correcto desempeño o funcionamiento adecuado.

2.16. Inyectores de alta presión.

(Orozco & Garcia, 2015) mencionan que: “Son los encargados de dosificar o pulverizar la cantidad de combustible que ingresa a la cámara de combustión, la misma que proviene de la línea de presión, estos son comandados por la UC tipo electroválvula, que controla el tiempo de apertura de cada uno en la preinyección, inyección y post inyección”.

(p.2)

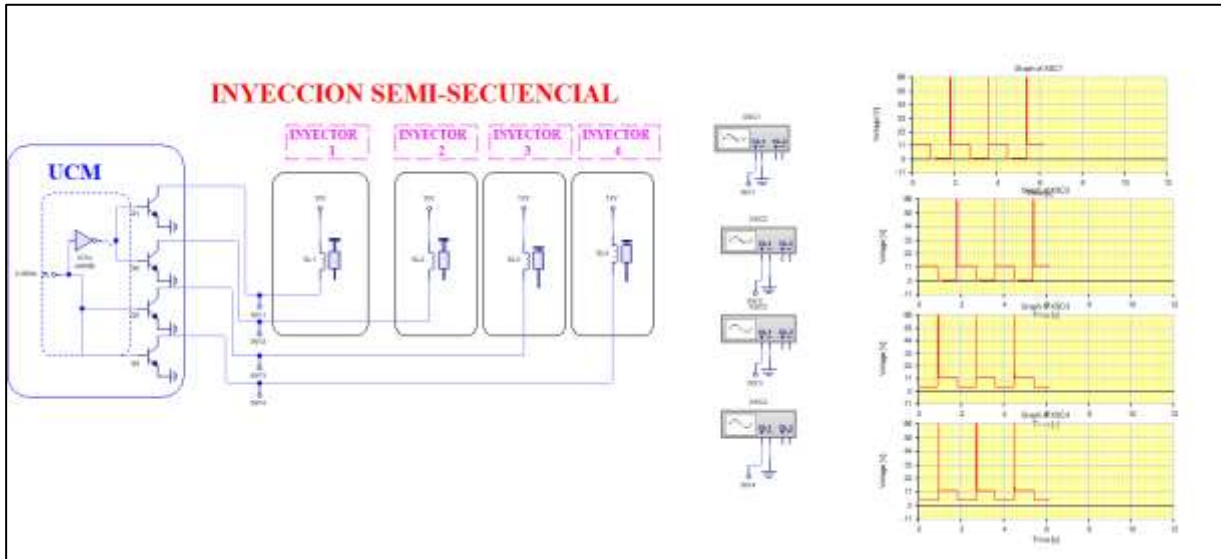


Figura 34. Circuito inyección semi-secuencial

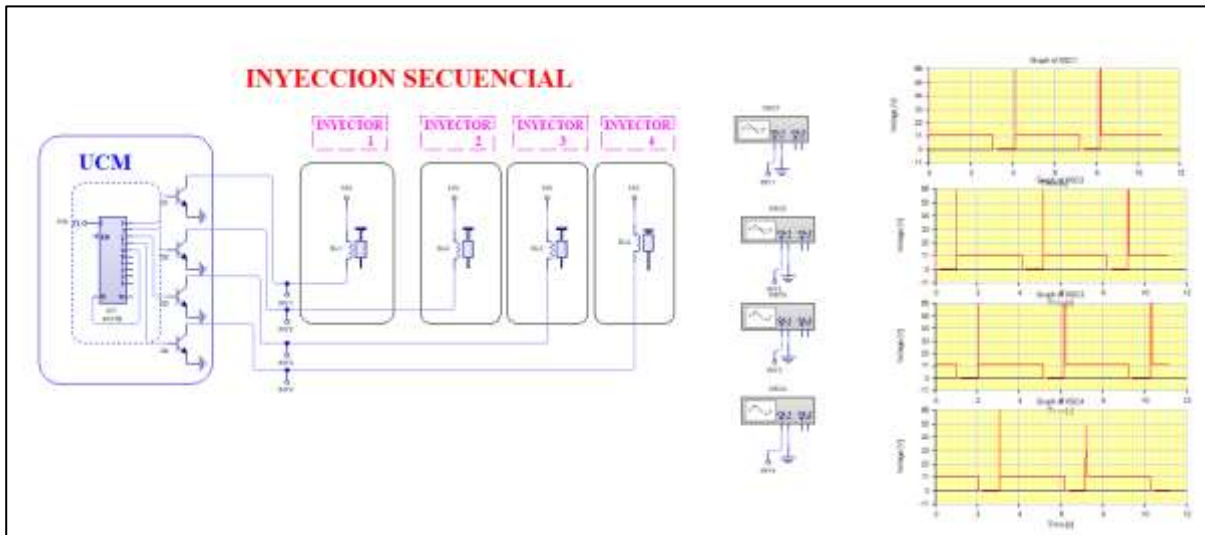


Figura 35. Circuito inyección secuencial

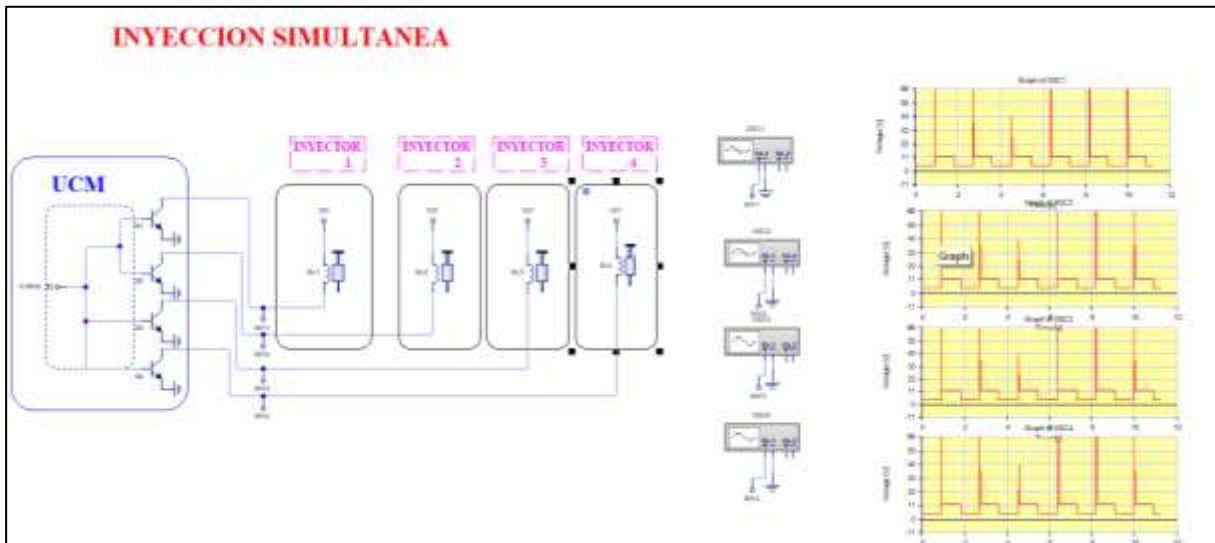


Figura 36. Circuito inyección simultánea

2.17. Bobina

(BERU, 2016) asegura que: “Las bobinas de encendido son aquellos elementos a los cuales se les puede someter a tensiones eléctricas, mecánicas y químicas de gran valor, aisladamente del sistema de (distribución estática de alta tensión, distribución giratoria de alta tensión, bobina de chispa doble, bobina de chispa simple), de los motores de encendido por chispa”. (p.4)

Estos se caracterizan por funcionar sin errores en una gran variedad de condiciones de montaje (en el cuerpo, el bloque motor o directamente en la bujía de encendido de la culata) durante todo su tiempo de vida útil, también cumple con la función de elevar el voltaje estándar es (6, 12 o 24 V, según los casos) en un valor unas 1000 veces mayor bajo el principio de alcanzar el arco eléctrico o chispa en la bujía

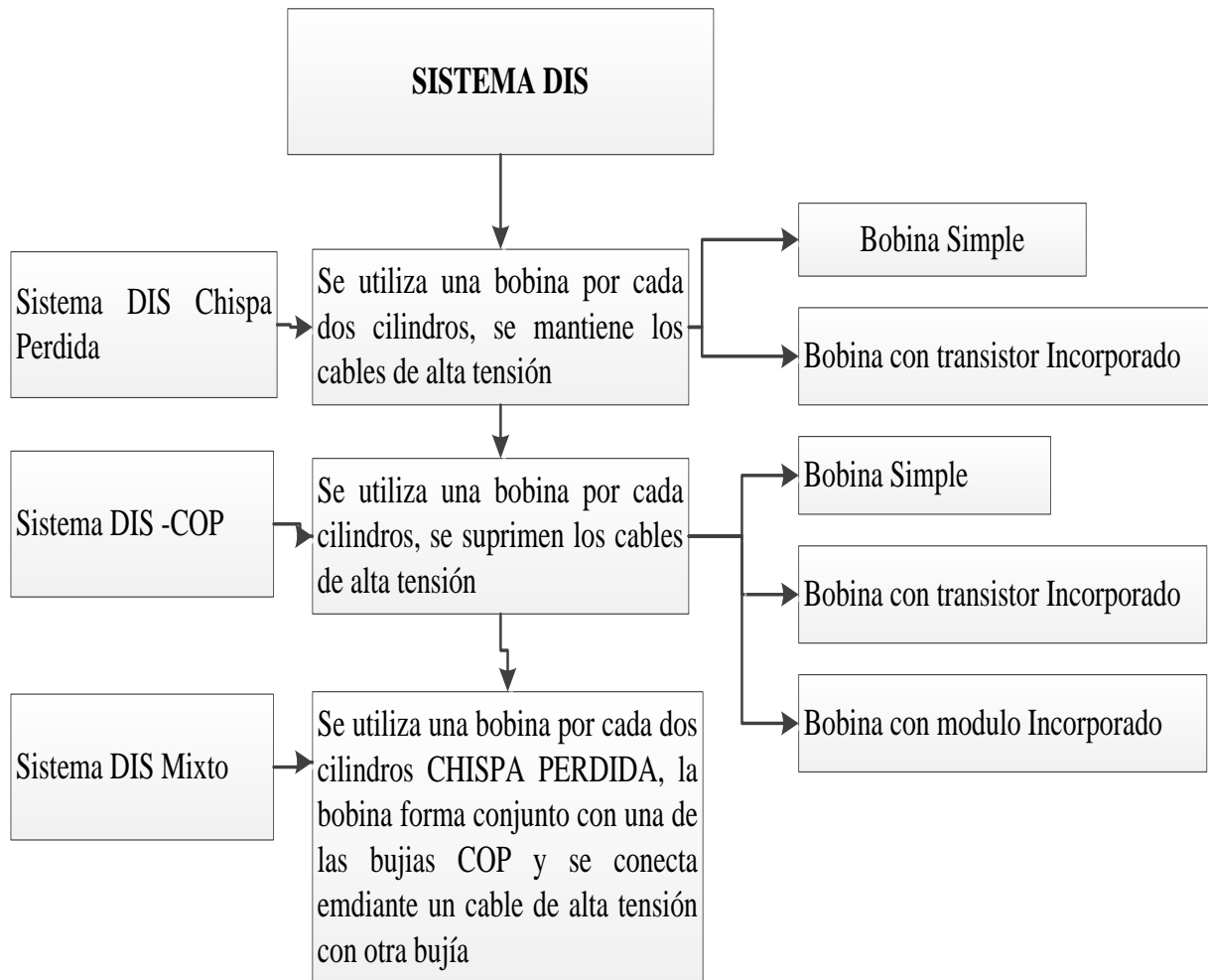


Figura 37. Configuración de las bobinas de encendido

2.17.1. Funcionamiento de las bobinas de encendido

Entre los parámetros necesarios se incluyen:

- La duración de la combustión de la chispa en la bujía de encendido
- La energía de la chispa que proporciona la bujía
- La tensión de encendido en todas las condiciones de funcionamiento
- El número de chispas en todas las velocidades
- La corriente de la chispa en el momento de su descarga

Tabla 10.
Valores bobinas de encendido

Especificaciones y características de las bobinas de encendido	
Tiempo de carga	6 a 20 A
Corriente primaria	1,5 a 4,0 ms
Tensión secundaria	25 a 45 kV
Duración de la chispa	1,3 a 2,0 ms
Energía de la chispa	10 a 60 mJ para motores «normales» y hasta 140 mJ para motores «DI»
Corriente de la chispa	80 a 115 mA
Bobinado de resistencia primario	0,3 a 0,6 ohmios
Bobinado de resistencia secundario	5 a 20 k ohmios
Número de vueltas en el bobinado primario	100 a 250
Número de vueltas en el bobinado secundario	10.000 a 25.000

(Jimenez, 2014) asegura que: “Existen diferentes circuitos existentes por bobina en los motores de combustión interna de acuerdo con su configuración y se les conoce como sistemas de encendido DIS que son quienes determinan el tipo de encendido. El principio de funcionamiento es casi el mismo en los tres tipos que se nombran a continuación, variando simplemente por el tipo de bobina de encendido que utilizan”. (p.14)

- Sistema de encendido DIS chispa perdida.

- Sistema de encendido DIS mixto

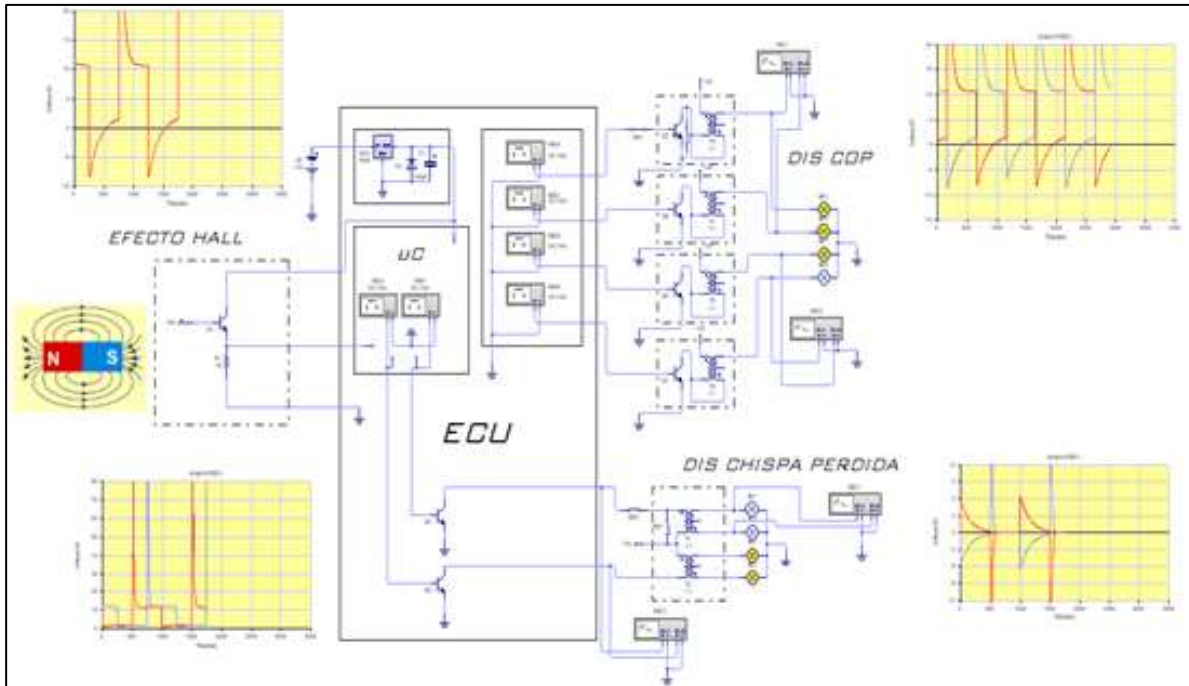


Figura 40. Circuito eléctrico de la bobina

2.18. Válvula reguladora de presión

La válvula reguladora o válvula EGR es comandada por la unidad de control y se encarga de direccionar la presión en el "Rail" a través de esta. En el instante que se activa la válvula reguladora de presión empieza por presionar el electroimán inducido contra el asiento estanco y la válvula cierra.

La válvula EGR al ser uno de los principales actuadores va redirigiendo una parte del aire sucio de escape de nuevo a la cámara de combustión para disminuir su temperatura y reducir la concentración de oxígeno

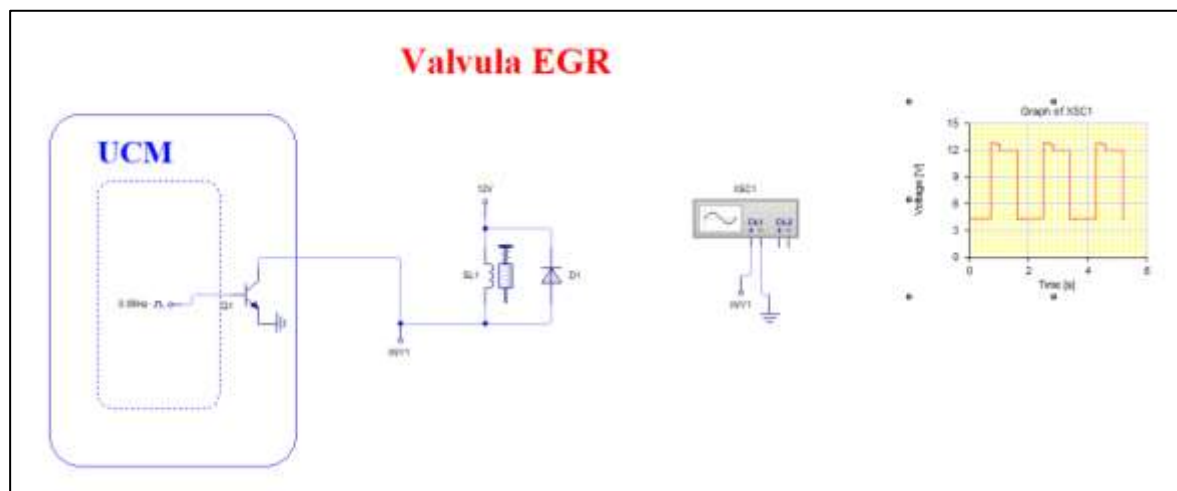


Figura 41. Circuito válvula EGR

2.19. Diagnóstico y lectura de averías electrónicas

Para realizar un correcto diagnóstico de averías es preciso el uso de herramientas de diagnóstico que hacen posible la interpretación y extracción de fallas dentro del sistema electrónico de los vehículos modernos. La utilización de un osciloscopio es de gran importancia determinando averías en el circuito, obteniendo las respectivas señales de salida de los sensores inductivos donde las curvas de onda de estas son una secuencia de impulsos, señales analógicas que van cambiando lentamente, circuitos de encendido primario y secundario, de presión absoluta, colector de admisión, corrientes de carga etc. Siendo capaz de medir un fenómeno o cambio que da como resultado un fallo o desperfecto en un auto.

El diagrama de flujo de la Figura 45, muestra el procedimiento a seguir para la preparación de las condiciones mecánicas del motor.

PREPARACIÓN PREVIA DEL MOTOR DE LOS VEHÍCULOS PARA LAS PRUEBAS

56

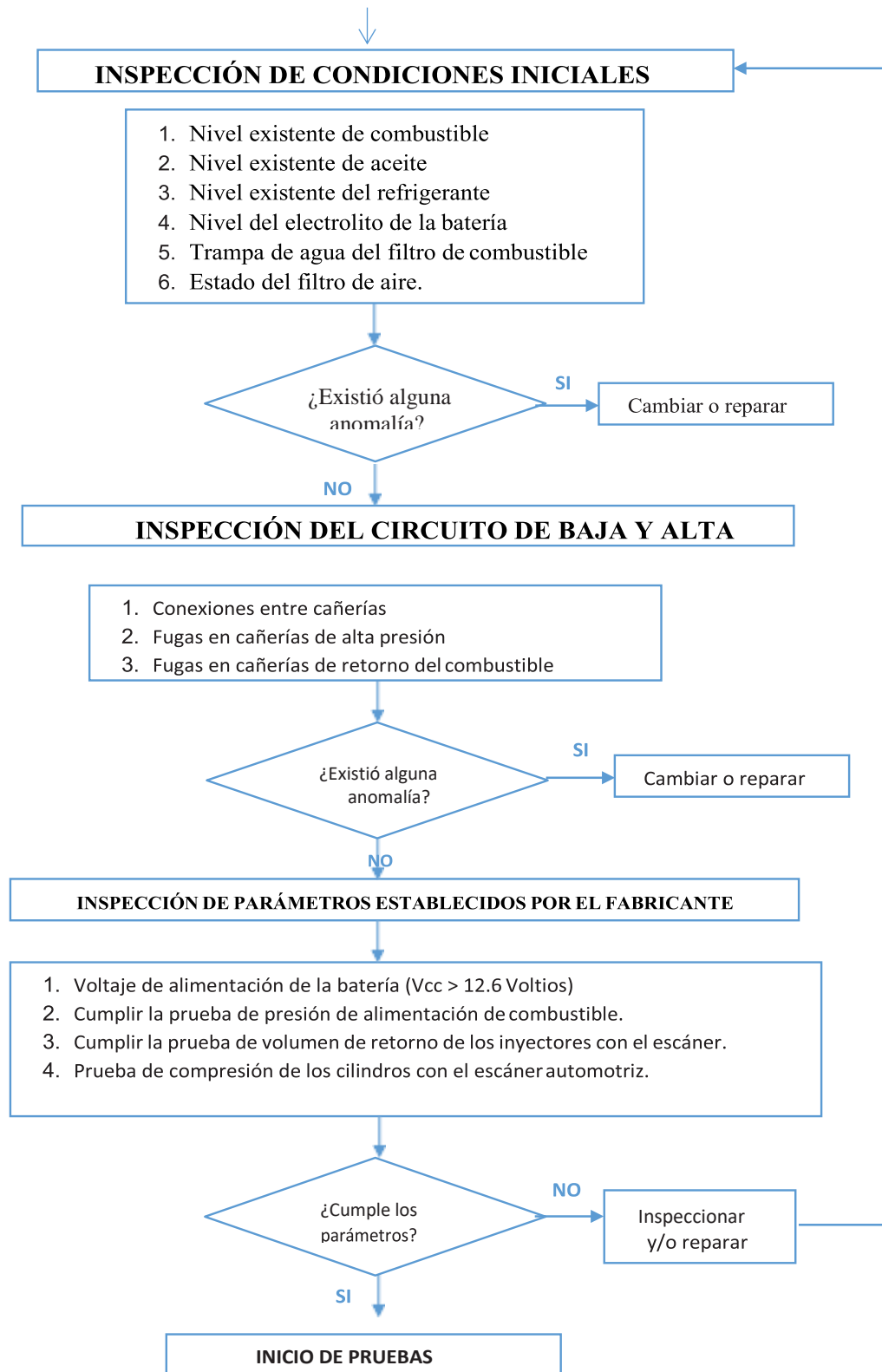


Figura 42. Inspecciones previas a la obtención de oscilogramas

2.20. Averías o fallas en un motor de combustión interna

(Díaz, 2009) Asevera “Las aplicaciones más comunes que han tenido los osciloscopios en automoción hasta hace algunos años eran las visualizaciones obtenidas de las tensiones del primario y secundario en el sistema de encendido de los motores de gasolina.”

Modernamente, los vehículos incorporan multitud de dispositivos electrónicos que, o bien generan señales digitales o alternas (sensores), o bien funcionan con las mismas (actuadores, ya sean con motores diésel como con gasolina, ya que existen un aserie de sistemas no relacionados con el motor que funcionan electrónicamente.

La mecánica ha estado vinculada a la automoción desde sus orígenes. Gracias a los distintos inventos sobre máquinas y motores, los pioneros del automóvil lograron poner en marcha uno, que se ha convertido en toda una industria a nivel mundial. (p. 5)

Sin embargo, esos mismos avances tecnológicos han permitido a la automoción ir evolucionando de tal forma que en los últimos tiempos ha entrado en juego otro elemento vital para los vehículos de hoy en día: la electrónica.

Una electrónica que ha servido para hacer motores más eficientes y cuyo desarrollo ya está abriendo paso a otros avances como el coche conectado y, más pronto que tarde, a la conducción autónoma. Y con ella, a una nueva era en la automoción.

El sistema de control electrónico es el encargado de gestionar todas las funciones eléctricas del automóvil y al igual que el módulo de control del motor, también suele ser

conocido como centralita. No obstante, este sistema de gestión recibe un nombre distinto cuyas siglas son UCE (Unidad de Control Eléctrico).

Así pues, la UCE recoge la información de los sensores electrónicos que están instalados en el automóvil para determinar el tipo funcionamiento que deberá aplicarse a otros elementos mediante la conexión o la desconexión de los actuadores. De esta manera, se ponen en marcha cada una de las piezas que requieren de corriente eléctrica para cumplir su cometido.

2.21. Medición de compresión y vacío mediante el uso del osciloscopio

2.21.1. Compresión relativa

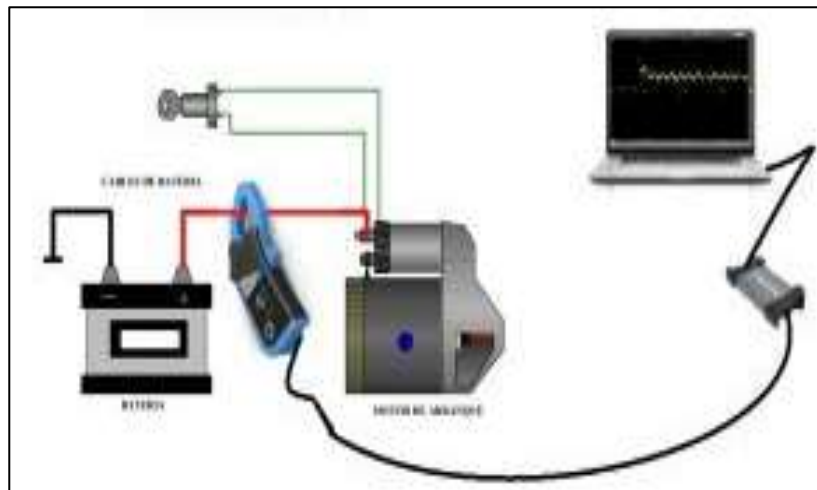


Figura 43: Conexión para la prueba de compresión relativa

Fuente: (Automovil, 2018)

Según (Booster, 2016), Tomaría mucho tiempo y esfuerzo acceder a las bujías traseras de diferentes tipos de motores, más aún si se tiene problemas con un cilindro y si no se sabe exactamente si el problema está o no en la compresión.

Con el uso del osciloscopio se puede observar la forma de onda que tiene el amperaje que va al motor de arranque y determinar con esto, si el motor tiene una buena compresión relativa.

Se tiene un fenómeno conocido como fuerza contraelectromotriz y es aquella que a medida que la electricidad fluye a través de un motor de arranque, no es una cantidad uniforme. La cantidad sube y baja, dependiendo de la condición que se tiene en el motor. Cuando comienzas a darle marcha a un motor, el motor de arranque está girando.

Como resultado de esto la resistencia interna del arrancador será menor, entonces muchos amperes pueden fluir. Y al momento de tomar la medida se nota que cuando comienzas a darle marcha a un motor, el motor de arranque consume mucha más corriente.

Consiguientemente el motor de arranque está girando y el consumo de amperes es menor, esto es producto de que el motor de arranque está tratando de comportarse como si fuera un generador a medida que está girando; intenta empujar algo de electricidad en la dirección contraria, aunque en realidad no es posible hacerlo es a esto a lo que se llama como fuerza contraelectromotriz o FCEM. Lo que incrementa la resistencia del motor de arranque y con esto provoca que el flujo de corriente eléctrica vaya disminuyendo. (P.67-68).

(Booster, 2016) La marcha por consiguiente se eleva con el consumo de amperes y cuando el motor empieza a girar esto lo hará por encima de los 350 amps.

A medida que el motor está girando, el motor de arranque empieza por consumir menos amperes, alrededor de 150 amps.

Estos topes muestran una conducta uniforme y constante en la compresión entre un cilindro y el que lo sigue.

Cuando vuelva el proceso de que un pistón ascienda en carrera o fase de compresión, se retiene el movimiento del motor de arranque, y esto incrementa el consumo de amperes (fuerza contraelectromotriz.).

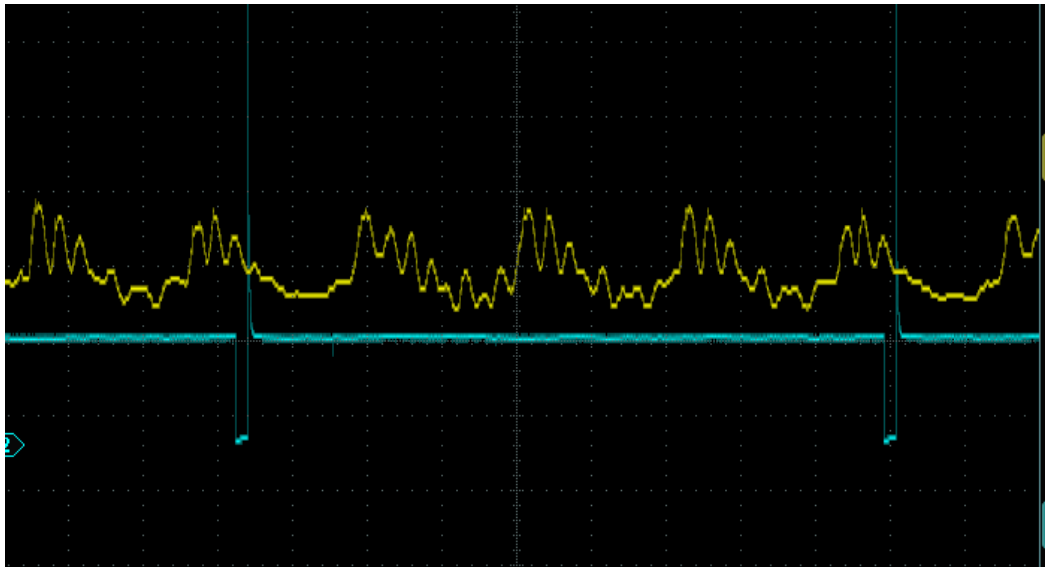


Figura 44. Medición de compresión relativa

Por cada vez que un pistón suba en la carrera de compresión. Esa fuerza aplicada provoca que la velocidad de giro del motor de arranque disminuya. Esto provoca que la resistencia interna del arrancador sea proporcional y también disminuya, entonces el consumo de corriente eléctrica se elevará de la misma manera con la condición de que

un pistón asciende en la carrera de compresión, el flujo de amperes o de corriente eléctrica consumida por el motor de arranque también se eleva, a medida que el pistón desciende de nuevo, el flujo en el consumo de amperes también desciende. Esto nos da un patrón que se observa en el osciloscopio para determinar si la compresión esta correcta o no. Si el pistón subió, pero no hubo un incremento en la compresión, entonces el tampoco habrá ningún incremento en el consumo de amperes.

2.22. Medición de vacío



Figura 45. Transductor de presión para osciloscopio

Para realizar esta prueba, desconecte el tubo de vacío del regulador de presión de combustible y conecte el tubo de vacío. Después coloque el tubo reductor en el transductor de presión y conéctelo al canal A del osciloscopio.

Ahora conecte el terminal captador de encendido secundario al canal B del osciloscopio y fije la abrazadera en el terminal del conector del cilindro 1. Cuando haya desactivado el sistema de combustible (tal vez no sea posible en un motor de

carburación), arranque el motor hasta que se establezca el patrón de la pantalla. Puede ajustar la base de tiempo y las escalas de tensión para lograr una mejor visualización de la señal.

Esta prueba es útil para la evaluación de la entrada de aire y el sistema de válvulas por si hubiera defectos específicos del cilindro en el lado de admisión del motor.



Figura 46. Valores obtenidos mediante un vacuómetro y un transductor de presión

2.23. Equipos utilizados en las pruebas de diagnóstico






2.23.1. Vacuómetro automotriz



Figura 47. Vacuómetro automotriz


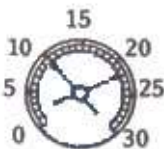



Para las pruebas realizadas en el diagnóstico de averías mediante el vacío generado en el múltiple de admisión, se utilizó un vacuómetro automotriz para realizar las medidas correspondientes de vacío y poder realizar una comparación de valores obtenidos tanto con el osciloscopio como con el vacuómetro.

Este principalmente es aplicado en una prueba que permite diagnosticar con rapidez una gran cantidad de problemas que pueden suceder en el motor. El vacuómetro o medidor de vacío se debe conectar a la salida de una toma de vacío en el múltiple de admisión. Inmediatamente ponga en funcionamiento el motor y espere, después de un instante que caliente. En la mayoría de los motores en ralentí se obtienen valores entre 400 y 500 mm de mercurio de vacío (15 a 20 pulg Hg). (p.4)

Lectura	Indicaciones	Interpretación
	<p>La aguja permanece quieta entre 17 y 21 a ralenti</p>	<p>El motor trabaja normalmente y la distribución y elementos mecánicos están bien ajustados</p>
	<p>Abrir y cerrar rápidamente el acelerador. La aguja oscila bruscamente entre 3 y 25</p>	<p>Motor normal</p>
	<p>La aguja marca menos de la lectura normal, aproximadamente 15</p>	<p>Segmentos desgastados o mal ajustados</p>
	<p>Al acelerar o desacelerar rápidamente, la aguja cae a 0</p>	<p>Pistones o paredes de los cilindros con rayas. Si éstas fuesen profundas, se observarían oscilaciones de la aguja.</p>
	<p>La aguja permanece estacionada cerca del 10 (8 a 14)</p>	<p>Distribución mal reglada</p>

CONTINÚA



	<p>La aguja baja dos puntos con intermitencias al cerrarse la válvula</p>	<p>Fugas por la válvula</p>
	<p>La aguja fluctua entre 10 y 22 o con mayor amplitud, al acelerar</p>	<p>Muelles de válvulas flojos o desgastados</p>
	<p>Caida momentanea en 4 o 5 puntos de la aguja al cesar el movimiento de la válvula, continuando la variación intermitente al despegarse</p>	<p>Válvulas pegadas. Esta avería puede remediarse, provisionalmente vertiendo un poco de aceite penetrante en el colector de admisión al quitar el vacuómetro</p>
	<p>La aguja cae varias divisiones con regularidad, por permanecer abierta la válvula</p>	<p>Válvula quemada o juego de taqués insuficientes</p>
	<p>Variación intermitente de la aguja entre 14 y 19, desapareciendo la vibración al acelerar</p>	<p>Huelgo de la válvula en su guía</p>

CONTINÚA



	<p>La aguja se mueve con intermitencias entre 5 y 9</p>	<p>Fugas por la junta de culata</p>
	<p>La aguja siempre marca 3 ó 4</p>	<p>Fugas por la junta del carburador o colector</p>
	<p>La aguja se mueve lentamente entre 13 y 17</p>	<p>Carburador desajustado: la separación de los electrodos es inferior a la normal o los taqués están mal reglados</p>
	<p>La aguja cae a 0, después de alcanzar el valor normal al arrancar el motor y luego sube otra vez lentamente</p>	<p>Silenciador o tubería de escape obstruidos, dando lugar a contrapresión</p>
	<p>La aguja permanece quieta entre 16 y 17</p>	<p>Encendido retrasado</p>
	<p>La aguja se mueve lentamente entre 14 y 16</p>	<p>Electrodos de bujía demasiado cerrados. Ruptor mal ajustado.</p>

Figura 48. Cuadro de fallas mecánicas mediante el vacuómetro

2.23.2. Transductores

(OBD2, 2012) menciona que “Son herramientas de gran sensibilidad que se emplean principalmente para la medida de alto vacío. Los de tipo mecánico suelen ser de (fuelle, diafragma) no resultan adecuados para presiones inferiores a 1 mm de Hg

Permite también a su multímetro medir los datos actuales y con esto permitir su osciloscopio para que pueda medir la corriente formas de onda. Al medir corriente AC/DC con la pinza actual, un multímetro o un alcance pueden medir solamente la corriente hasta 65a, con frecuencia UO a 20 kHz. En este método, no hay necesidad de romper un circuito o afectar el aislamiento para medir la corriente”.

Si se conecta a un osciloscopio por conector tipo BNC, puede observar las ondas actuales.

2.23.3. Tipos y clasificación de transductores

- **Por el tipo de excitación (pasivos o activos)**

Son aquellos que necesariamente requieren de una fuente eléctrica externa como excitación, La magnitud medida produce un cambio en un elemento eléctrico pasivo del circuito (resistencia, capacitor o inductancia). Por otro lado, los transductores activos generan un voltaje de salida por sí mismo. Las salidas que se producen por s misma es decir son autogeneradas son por lo general de bajo nivel y requieren una etapa posterior de amplificación.

- **Por el tipo de salida (analógica o digital)**

Estos en su mayoría tienen una salida analógica siendo una función continua, en los transductores pasivos la salida es proporcional en la mayoría de los casos.

Dentro de las salidas analógicas se pueden distinguir:

- Salidas analógicas de voltajes DC/AC
- Salidas analógicas de corriente, encuentran aplicación en procesos de control.
- Salidas analógicas de pulso, proporcional a la magnitud de medida

2.23.4. Pinzas amperimétricas

(Fluke, 2010) Dice “Una pinza amperimétrica es un instrumento de medición o comprobador eléctricos que combina un multímetro digital básico con un sensor de corriente.”

Estas pinzas son capaces de medir la corriente CA y la corriente CC siendo una de las medidas más básicas que esta tiene. En diversos circuitos derivados de un sistema de distribución eléctrica se realizan medidas de corriente típicas como por ejemplo el determinar cuánta corriente fluye en los diversos circuitos derivados es una tarea muy común del electricista y en el campo automotriz no es la excepción, ya que hoy en día se usan estas pinzas por su principal ventaja que es la posibilidad de medir intensidades altas con el circuito en funcionamiento y sin riesgos ni daños en la herramienta.

Esta tenaza integrada en la pinza amperimétrica en un instrumento eléctrico permite a cada técnico colocarlas alrededor de un alambre o cable, y el otro conductor en cualquier punto de un sistema eléctrico para medir la corriente en dicho circuito sin desconectarlo/desactivarlo.

Debajo de las molduras de plástico que esta posee, la mordaza está fabricada de hierro de ferrita y está diseñada con el objetivo de detectar, concentrar y medir el campo magnético que genera la corriente cuando fluye a través de un conductor. (p.6)



Figura 49. Pinza amperimétrica

Según (Vazques, 2015), Se entiende que el funcionamiento de una pinza amperimétrica en corriente continua difiere al de corriente alterna. Ya que generalmente en alterna, el funcionamiento es igual o similar a un transformador de intensidad, obteniendo así el flujo magnético que genera la corriente al pasar por un conductor.

El primario de dicho transformador es aquella corriente que pasa por el cable conductor, a través de la inducción electromagnética por consiguiente se obtiene una intensidad proporcional a la del primario del transformador en la bobina del secundario, conectada al sistema de medición. Consiguiendo así la intensidad de corriente alterna en

la pantalla de la pinza amperimétrica de ser el caso que el modelo la posea. El proceso se muestra de forma más detallada en la imagen. (p.2)

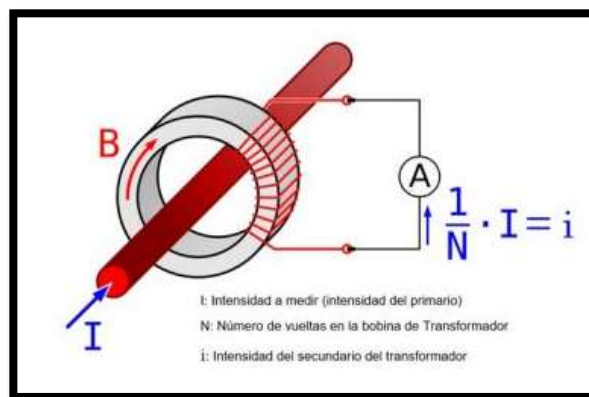


Figura 50. Funcionamiento de la pinza amperimétrica
Fuente: (Vazques, 2015)

(Vazques, 2015) menciona que: “Otra de las funciones de esta pinza es la de medida de la tensión. Las pinzas amperimétricas de hoy en día están en capacidad de medir la tensión tanto en continua como en alterna. La tensión en corriente alterna es producida normalmente por un generador, y se reparte mediante un sistema de distribución eléctrica.

Una de las medidas más frecuentes es la de tensión en una batería, para este tipo de medición es necesario usar la pinza amperimétrica en modo corriente continua, también con esta se obtiene medidas de resistencia y continuidad. (p.4)

CAPÍTULO III

EXPERIMENTACIÓN Y PRUEBAS

Para una mejor obtención de datos, las pruebas fueron realizadas en tres distintos vehículos los cuales son: un Chevrolet Captiva 2007, KIA Carens 2.0CRDI y un Nissan Datsun A12.

Para obtener los distintos valores de funcionamiento de los sensores y actuadores de los diferentes vehículos de prueba, se utilizó un osciloscopio G-Scope 2, una pinza amperimétrica, un transductor de presión y un medidor de vacío

3.1. Características técnicas del motor Chevrolet Captiva

Tabla 11.
Características del motor Chevrolet Captiva

Parámetros del motor Chevrolet Captiva 2007	
Modelo	Captiva 2.0
Cilindraje	1991 cm ³
Número de cilindros	4 cilindros
Distribución	4 válvulas por cilindro
Carrera	92 mm
Diámetro del pistón	83 mm
Compresión	17.5: 1
Combustible	Gasolina Extra-87 octanos
Alimentación	Inyección directa por conducto común
Material	Bloque de hierro, culata de aluminio
Potencia motora	150 CV /110kw
Torque	320 Nm a 2000rpm
Tipo de distribución	Un árbol de levas en la culata
Combustible	Gasolina

3.2. Datos del vehículo Chevrolet Captiva

Se procedió a obtener las distintas mediciones y valores de los sensores y actuadores que cuenta el vehículo. Los siguientes datos muestran los valores y señales a los que trabajan el sistema del vehículo en funcionamiento.

3.2.1. Bobina de encendido

Tabla 12.

Bobina de encendido DIS características.

# cables	Color	Señal	Imagen
3	Cable celeste	Señal negativa	
	Cable rosado	Señal negativa	
	Cable verde	12 v	

Con el motor encendido se conecta el osciloscopio colocando una punta del osciloscopio al cable de señal de color verde y la otra punta haciendo masa. La señal que se muestra es la que se observa en la figura 52.



Figura 51. Señal de la bobina de encendido circuito primario

Tabla 13.

Valores obtenidos de la bobina de encendido


V. inicial	V. pico	Tiempo
12 V	468 V	0.8 ms

La señal del circuito primario de la bobina de encendido tiene un pico generado por la inducción magnética que llega a valores generalmente entre 300v a 500v, donde el pico que nos genera es de 468 V en un tiempo de 0.8 ms.

3.2.2. Sensor CMP

Tabla 14.

Sensor de posición del árbol de levas CMP características

# cables	Color	Señal	Imagen
3	Cable rosado	Referencia	
	Cable negro	Masa	
	Cable café	Señal	

La señal recibida a la PCM del sensor CMP iguala el movimiento de compresión de cada cilindro y de la misma forma regula la variación del actuador del árbol de levas de escape. En la figura 53, se observa la señal que se grafica en el osciloscopio.

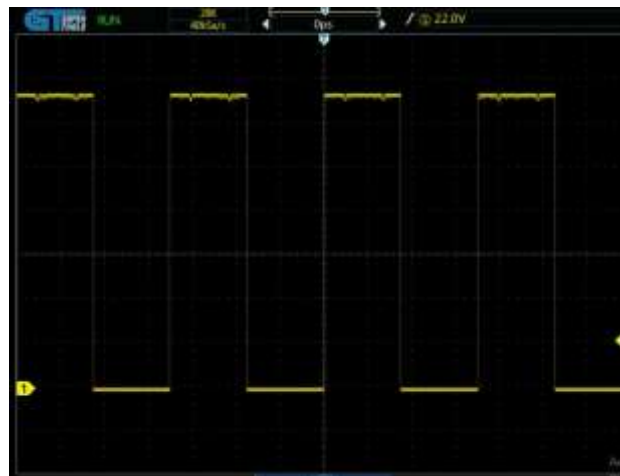


Figura 52. Señal del sensor CMP

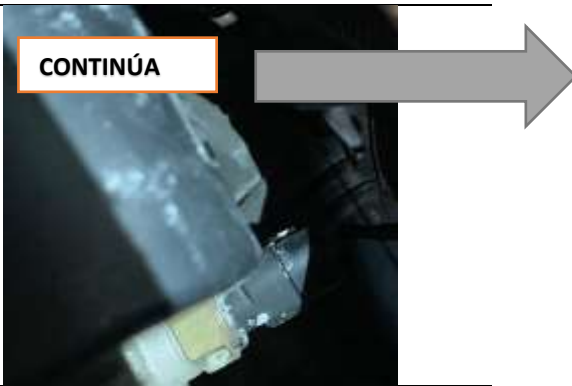
Tabla 15.*Datos obtenidos del sensor del árbol de levas*

Revoluciones (rpm)	Frecuencia (KHz)	Periodo(ms)
Ralentí	0.833	1.2
2500	2.5	0.4
3500	3.33	0.31
4000	3.73	0.27

La señal del sensor CMP puede tener formato analógico o digital (onda sinusoidal u onda cuadrada) depende del fabricante.

3.2.3. Sensor de temperatura del refrigerante ECT

Tabla 16.*Sensor de temperatura del refrigerante ETC*

# cables	Color	Señal	Imagen
2	Cable amarillo	Señal	
	Cable negro	Masa	

Este sensor de temperatura de refrigerante es un termistor variable sensible a la temperatura.

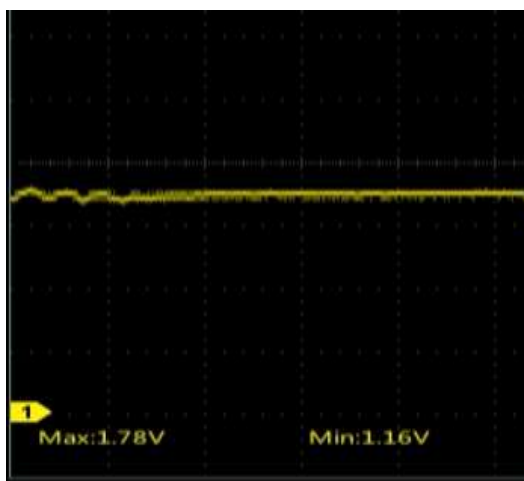


Figura 53. Sensor ECT a 95°C

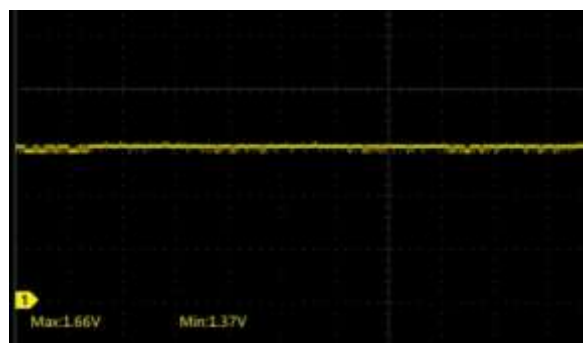


Figura 54. Sensor ECT a 100 °C

Tabla 17.


Valores medidos sensor ECT a diferentes temperaturas

Componente	Temperatura	Voltaje
Sensor ECT	10 °C	3.74 V
	95 °C	1.78 V
	100 °C	1.66 V

Para la toma de datos del sensor ECT se la realizo a diferentes temperaturas verificando que mientras aumenta la temperatura el voltaje disminuye.

3.2.4. Sensor de temperatura del aire de admisión IAT

Tabla 18.
Sensor IAT características

# cables	Color	Señal	Imagen
2	Cable rosado	Señal 5V	
	Cable naranja	Masa	

Para la medición de la señal del sensor se coloca una punta en el cable de color rosado y la otra punta se la coloca a masa, el valor de señal es de 2.20 v en ralentí la cual se puede observar en la figura 59.



Figura 55. Sensor IAT en ralentí

Al darle una aceleración nuestro voltaje máximo llega hasta 4.62v como se observa en la figura 57.

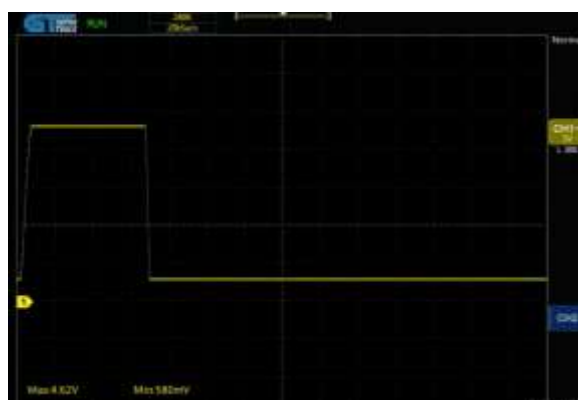


Figura 56. Sensor IAT acelerado

Tabla 19.

Datos tomados del sensor IAT a distintas revoluciones del motor.

Componente	Rpm	Valores
Sensor IAT	800	2.20 V
	2500	2.8 V
	4000	4.62V

Para la obtención de los datos del sensor IAT se realizó a varios rpm del motor esperando la variación de temperatura del aire que entra en la admisión.

3.2.5. Inyectores Chevrolet Captiva

Tabla 20.

Inyectores característicos

# cables	Color	Señal	Imagen
2	Cable rosado	Masa	
	Cable amarillo	12 V	

Los conectores de los inyectores cuentan de 2 cables como se puede observar en la tabla 20, el primer cable recibe una señal de 12v y el otro cable nos va a dar el control de masa.

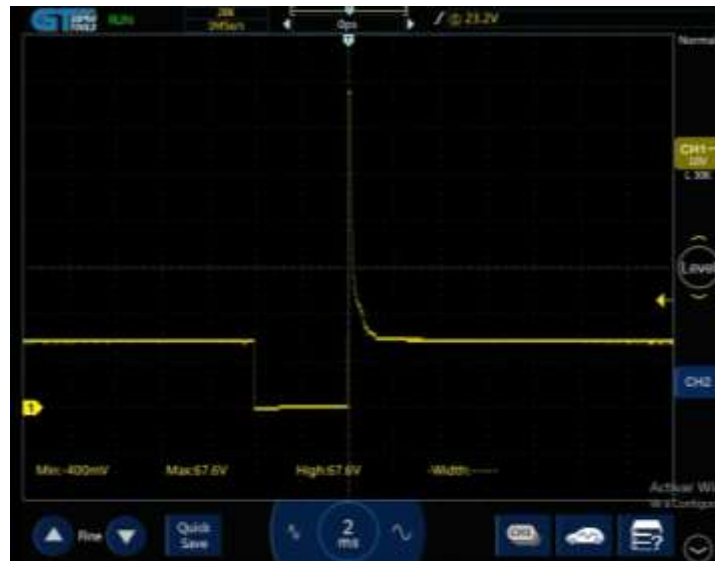


Figura 57. Señal del inyector

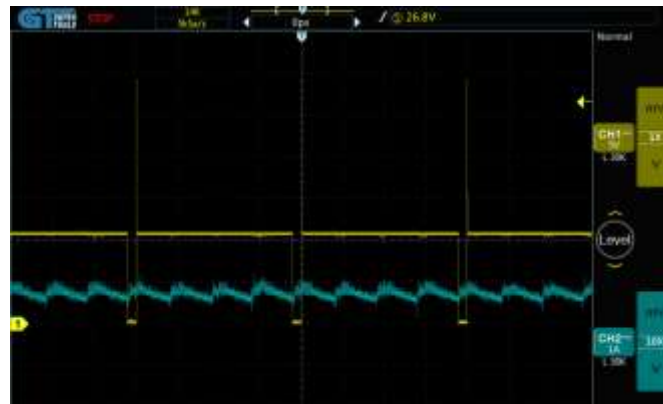


Figura 58. Pulso de inyectores

Tabla 21.
Datos del inyector a distintas rpm

Revoluciones (rpm)	Frecuencia (KHz)	Periodo(ms)
ralentí	1.66	0.6
2500	5	0.21
3500	6.43	0.16
4000	7.3	0.133

Con estos parámetros se observa en la figura 58, una medida de 12v al recibir la señal y un máximo de 67.6v en un tiempo de 4 ms

3.3. Banco de pruebas KIA Carens 2.0 CRDI

Tabla 22.
Características del motor KIA Carens 2.0 CRDI

Parámetros del motor KIA Carens 2.0 CRDI	
Modelo	Carens 2.0
Cilindraje	1991 cm ³
Número de cilindros	4 cilindros
Sobrealimentación	Turbo de geometría variable
Válvulas por cilindro	4
Velocidad máxima	187 km/h
Depósito de combustible	55,00 L
Potencia motora	140 CV /103kw
Torque	305 Nm a
Tipo de distribución	Un árbol de levas en la culata
Combustible	Diesel

3.3.1. Medición de sensores y actuadores del vehículo.

Los siguientes datos reflejan las mediciones de los diferentes sensores y actuadores del vehículo, para lo cual se utiliza el osciloscopio G-Scope 2 al igual que una pinza amperimétrica.

3.3.2. Sensor de temperatura del combustible FTS



Figura 59. Sensor FTS

El banco de pruebas del motor KIA Carens tiene incorporado los pines de pruebas para una mejor toma de datos y más fácil accesibilidad simplemente se conectó el osciloscopio con las puntas tipo banana en los pines del banco de pruebas.

Tabla 23.

Datos obtenidos del sensor FTS

Componente	# cables	Tipo de señal	Valores
Sensor FTS	2	<ul style="list-style-type: none"> • Voltaje de señal • Masa 	2.08 V \approx 9.8 °C en ralentí



Figura 60. Señal del sensor FTS

3.3.3. Sensor de posición del cigüeñal CKP



Figura 61. Sensor CKP

De la misma forma se conectan las puntas del osciloscopio en los pines del banco de prueba para realizar la medición.

Para este sensor se tiene un voltaje de señal 1 y un voltaje de señal 2 al igual que una masa para las dos señales.

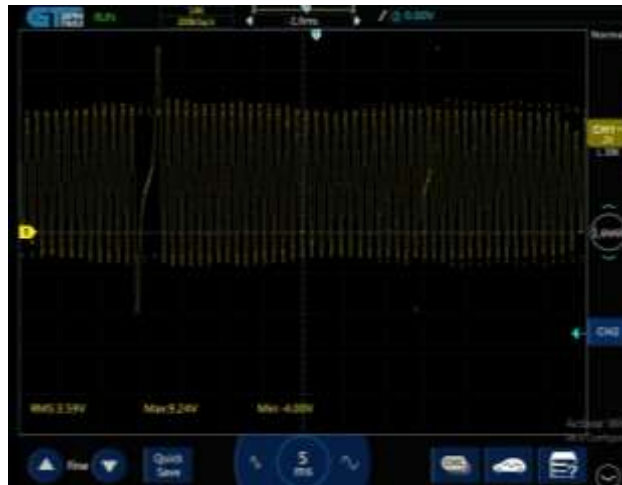


Figura 62. Señal del sensor CKP



Figura 63. Señal del sensor CKP conectado en el pin S2

Tabla 24.
Datos del sensor CKP

Revoluciones (rpm)	Frecuencia (Hz)	Periodo(ms)
750	12.5	80
2000	33.34	30
3000	50	20

3.3.4. Sensor de posición del árbol de levas CMP



Figura 64. Sensor de posición del árbol de levas CMP

Para tomar esta medición de igual manera se conecta con dos cables de señal y uno de masa, a los cuales se conectó el osciloscopio con las puntas en cada uno de los pines del sensor.



Figura 65. Señal del sensor CMP tomado del pin de señal S1 del banco de pruebas



Figura 66. Señal del sensor CMP tomado del pin de señal S2 del banco de pruebas

Tabla 25.
Datos obtenidos del sensor CMP

Revoluciones (rpm)	Frecuencia (Hz)	Periodo(ms)
750	6.26	160
2000	16.67	60
3000	25	40

3.3.5. Sensor MAF + IAT



Figura 67. Sensor MAF + IAT

Para tomar esta medición del sensor MAF + el IAT se lo realizó por separado ya que el banco de pruebas nos da la facilidad de realizarlo individualmente, para lo cual simplemente se conecta el osciloscopio a cada pin de señal del sensor a medir y la otra punta a un pin de masa.



Figura 68. Señal del sensor MAF



Figura 69. Señal del sensor IAT

Tabla 26.

Datos obtenidos del sensor MAF y sensor IAT

Componente	# cables	Tipo de señal	Valores
Sensor MAF	3	<ul style="list-style-type: none"> • Voltaje de señal S1 • Voltaje de referencia R1 • Masa 	S1= 2.2 V
Componente	# cables	Tipo de señal	Valores
Sensor IAT	3	<ul style="list-style-type: none"> • Voltaje de señal S1 • Voltaje de referencia R1 • Masa 	S1= 1.2 V T= 38°

3.3.6. Sensor APP



Figura 70. Sensor APP

El sensor APP cuenta con 6 cables de los cuales hay dos alimentaciones de tierra, cuenta también con su alimentación positiva de 5v.

Como puede observar en la figura 50 funciona como una resistencia variable lo que significa que no produce voltaje, únicamente varia su resistencia interna haciendo que la potencial producida por el divisor de tensión variable proporcionalmente al ángulo de pedal.



Figura 71. Señal del sensor APP
Fuente: Autores

Tabla 27.
Datos obtenidos del sensor APP

Componente	# cables	Tipo de señal	Valores
Sensor CKP	6	<ul style="list-style-type: none"> • 2 voltajes de señal • 2 voltajes de referencia • 2 masas 	<p>S1= 4.8 V</p> <p>R1= 0.35 V</p>

3.3.7. Válvula reguladora de presión IPR



Figura 72. Válvula IPR:

Esta válvula es la encargada de mantener la presión o de darle un retorno en el rail de combustible. Esta válvula cuenta de dos cables y simplemente se conecta el osciloscopio con las puntas una al voltaje de señal y la otra a masa.



Figura 73. Señal de la válvula IPR

Tabla 28.

Datos recopilados de la válvula IPR

Componente	# cables	Tipo de señal	Valores
Válvula IPR	2	<ul style="list-style-type: none"> voltajes de señal masas 	S1= 1.46V R1= 1.3V

3.3.8. Inyectores



Figura 74. Inyectores Kia Carens



Figura 75. Señal de voltaje y corriente del inyector

Tabla 29.
Datos obtenidos en los inyectores

Componente	# inyectores	Tipo de señal	Valores
Inyectores	4	<ul style="list-style-type: none"> voltajes de señal masas 	V= 20. V A= 16.8 A

3.4. Nissan Datsun 1200

Tabla 30.

Características del motor Nissan Datsun A12

Parámetros del motor Nissan A12	
Modelo	Datsun 120Y A12
Cilindraje	1171 cm ³
Número de cilindros	4 cilindros en línea OHV
Distribución	2 válvulas por cilindro
Carrera	70mm
Diámetro del pistón	73mm
Compresión	105 psi
Combustible	Gasolina Extra-87 octanos
Alimentación	Carburador de doble Venturi,
Material	Bloque de cilindros de hierro fundido
Potencia motora	38.35 hp SAE @ 5200 rpm
Torque	6.318 kg/m @ 4000 rpm
Sistema de encendido	Convencional
Lubricante	20W40
Sistema de lubricación	A presión por bomba de piñón interno
Capacidad de lubricante	3.6 Litros

En la siguiente descripción se muestra los pines de conexión y los valores medidos en los sensores y actuadores utilizados en el vehículo Nissan Datsun 1200.

3.4.1. Sensor de presión absoluta del múltiple MAP



Figura 76. Sensor MAP Nissan Datsun

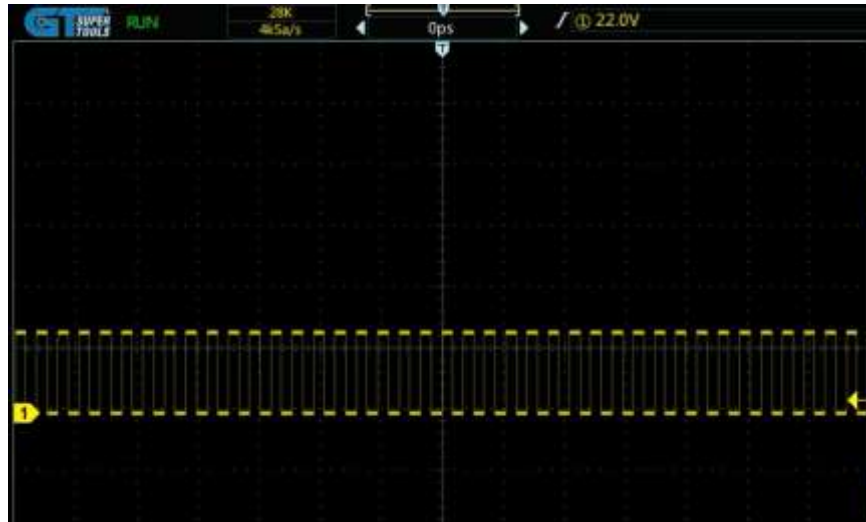


Figura 77. Oscilograma del sensor MAP

Tabla 31.

Características del sensor MAP incorporado en un Nissan Datsun

Sensor	Valores	Conexión
MAP	Vseñal= 0.10v-3.51V	El sensor se encuentra incorporada a la computadora MICROSQUIRT

3.4.2. Sensor de presión de riel de combustible TPS



Figura 78. Sensor TPS adaptado a un Nissan Datsun



Figura 79. Señal del sensor TPS

Tabla 32.

Toma de datos del sensor TPS incorporado en un Nissan Datsun

Sensor	#cables	Color	Señal
TPS	3	Pin: 22 azul	$V_s = 3.64V - 1.57v$
		Pin: 7 blanco/negro	$V_{ref} = 5 V$
		Pin: 27 gris	Masa

3.4.2. Sensor de temperatura del refrigerante ECT



Figura 80. Sensor ECT

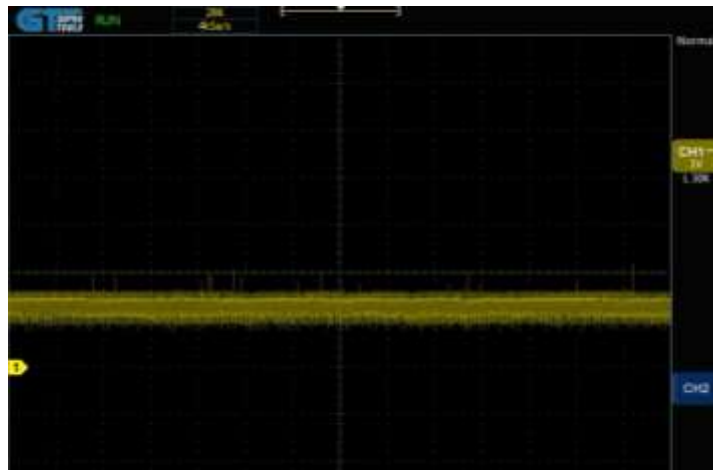


Figura 81. Señal del sensor ECT

Tabla 33.

Toma de datos del sensor ECT

Sensor	# Cables	Color	Señal
ECT	2	Pin: 21 amarillo	$V_s = 1.7V - 1.5V$
		Pin: 7 blanco/negro	$V_{ref} = 5V$

3.4.3. Sensor de temperatura de aire de admisión IAT



Figura 82. Sensor IAT

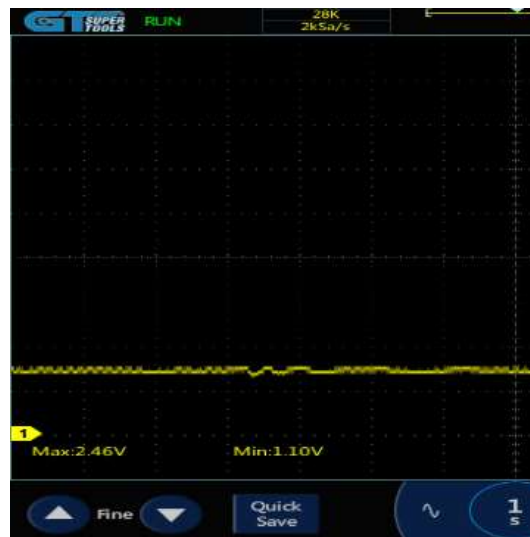


Figura 83. Señal del sensor IAT

Tabla 34.
Toma de datos del sensor IAT

Sensor	# Cables	Color	Señal
IAT	2	Pin: 20 Naranja Pin: 7 blanco/negro	Vs= 2.46V Vref=5 V

3.4.4. Sensor CKP



Figura 84. Sensor CKP



Figura 85. Señal del sensor CKP

Tabla 35.
Datos del sensor CKP

Revoluciones (rpm)	Frecuencia (KHz)	Periodo(ms)
900	0.85	1.23
2400	2.3	0.38
3500	3.26	0.30
4000	3.59	0.28

Tabla 36:
Datos del Sensor de posición del cigüeñal CKP

Sensor	# Cables	Color	Señal
CKP	3	Pin: 1 Negro	Vref= 1.23 V
		Pin: 2 cable sin recubrimiento	Vs= 9.08V
		Pin: 24 blanco	Masa

3.4.5. Inyectores



Figura 86. Inyectores acoplados al Nissan Datsun

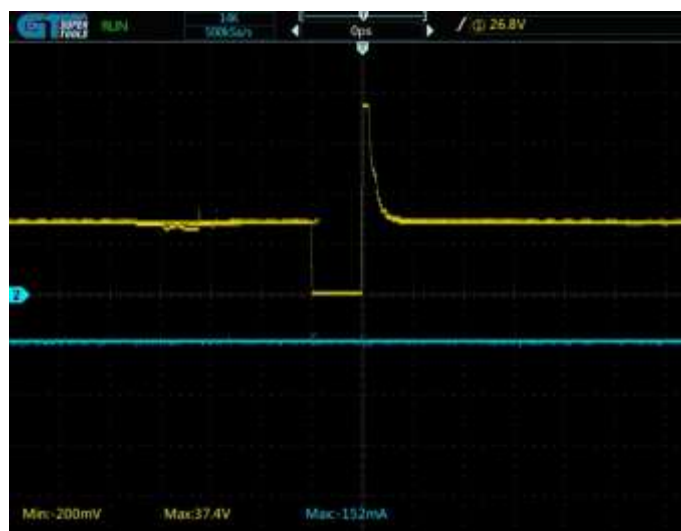


Figura 87. Señal de los inyectores

Tabla 37.
Señal y valor del voltaje de los inyectores

rpm	Voltaje (V)	Tiempo (ms)
1000	37.4	2.6
2000	37.4	2.1
4000	39.1	2.4

3.4.6. Bobina de encendido DIS

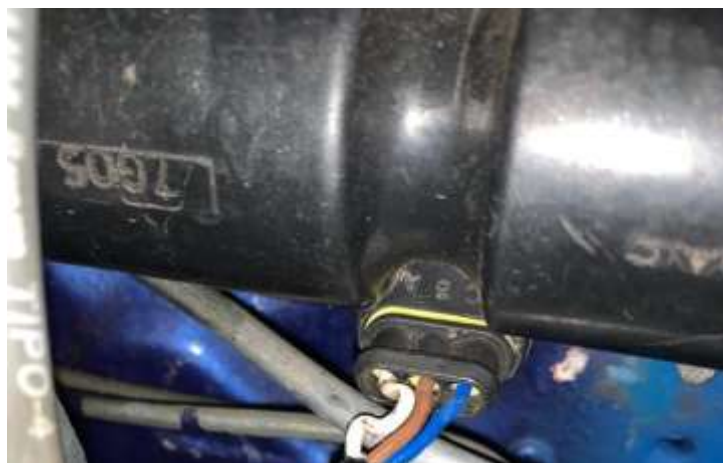


Figura 88. Bobina de encendido DIS

Para la conexión se la realiza en el conector de la bobina y se reflejará el oscilograma del circuito primario el cual tenemos a continuación.

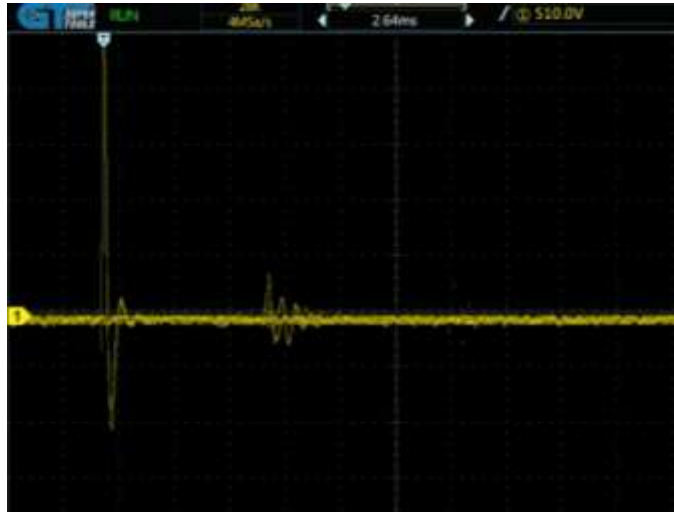


Figura 89. Señal de la bobina

Tabla 38.

Datos tomados de la bobina DIS

Actuador	# Cables	Color
Bobina	3	Pin: 3 tomate /señal negativa
		Pin: 36 café /señal negativa
		Pin: 28 rojo /12 v
	Voltaje (V)	Tiempo (ms)
Bobina de encendido	Voltaje inicial =12	0.8
	V. pico de tensión = 460	1.2

En la figura se observa la onda secundaria donde el periodo de tiempo que fluye a alta tensión es el que pasa a través del electrodo de la bujía después del pico inicial de tensión.

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1. Análisis de comprobaciones

Con las señales gráficas obtenidas mediante el uso del Osciloscopio G-Scope 2 a diferentes vehículos de prueba, se pudo realizar un análisis comparativo de fallas electrónicas y mecánicas que pueden suscitarse en un motor de combustión interna

A continuación, se realizó un análisis del comportamiento de algunos componentes del motor de combustión interna.

4.2. Análisis de la señal del inyector

Las señales obtenidas de los inyectores mediante el osciloscopio nos permiten realizar una comparación de los valores de voltaje y tiempo los mismos que realizan la inyección.

Como primer punto, se analizó la señal del inyector en estado de ralentí con una escala de 10V/2ms, en la cual se observa el comportamiento en cada uno de los periodos que perdura la señal. (Figura 65)

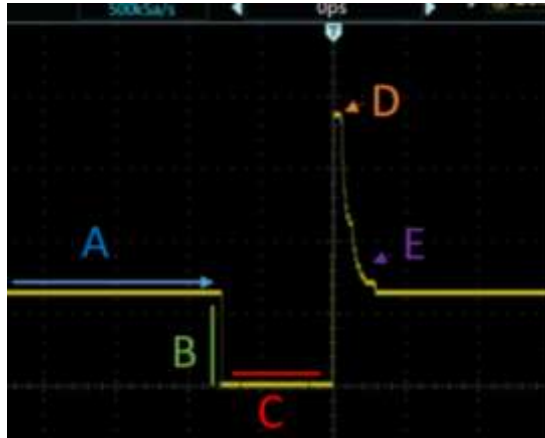


Figura 90. Etapas de la señal del inyector

Tabla

Descripción de las etapas de la señal del inyector a ralentí

39.

Punto	Voltaje	Descripción
A	12 V	Tensión de alimentación de la batería
B	12-0 V	Caída de voltaje. Transistor se activa y el inyector se abre.
C	0 V	Se genera un pulso de inyección. El tiempo de duración es de 2.6 ms
D	0-37.4 V	Transistor se desactiva inyector se cierra. Se produce una autoinducción de la bobina del inyector generando un pico de tensión
E	37.4-12 V	Tensión de voltaje se disipa. Campo magnético generado por la bobina se reduce hasta cerrar completamente el inyector

Se observa en las mediciones del inyector que se encuentra en los rangos de funcionamiento de 37.4 V como pico de voltaje y con un tiempo de inyección de 2.6 ms, lo cual nos indica que el inyector se encuentra en correctas condiciones de trabajo.

A continuación, se realiza el mismo análisis con un aumento en la aceleración de 1500 rpm.

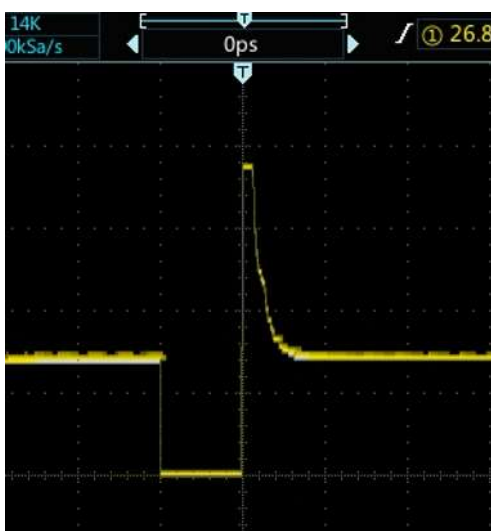


Figura 91. Señal del inyector a 2500 rpm

Tabla 40.

Descripción del Funcionamiento del Inyector a 2500 rpm

Punto	Voltaje	Descripción
A	12 V	tensión de alimentación de la batería
B	12-0 V	Caída de voltaje.

CONTINÚA



C	0 V	Se genera un pulso de inyección. El tiempo de duración es de 2. Ms
D	0-37.4 V	Se produce una autoinducción de la bobina del inyector generando un pico de tensión
E	37.4-12 V	Tensión de voltaje se disipa.

Se observa que a una aceleración de 2500 rpm la señal del inyector no produce mucha diferencia de la señal anterior (ralentí), sin embargo, se produjo una pequeña diferencia en el tiempo de inyección que se puede notar fácilmente.

Esta reducción se debe al mayor giro de revoluciones del motor por lo que el inyector debe trabajar de una forma más rápida en los pulsos de inyección generados.

En la siguiente gráfica se aumenta finalmente a 4000 rpm lo que nos da una señal que se puede observar en la figura 93.

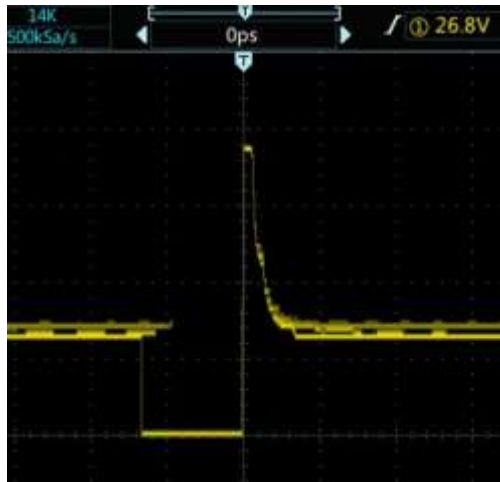


Figura 92. Señal del inyector a 4000 rpm

Tabla 41.

Descripción del funcionamiento del inyector a 4000rpm

Punto	Voltaje	Descripción
A	12 V	Tensión de alimentación de la batería fluctúa por la aceleración del motor
B	12-0 V	Caída de voltaje.
C	0 V	El tiempo de duración es de 2.4 ms
D	0-37.4 V	Se produce un pico de tensión
E	37.4-12 V	Tensión de voltaje se disipa lentamente por el cambio brusco de tensión.

4.2.1. Análisis de datos obtenidos

La obtención de estos resultados nos ayuda a comparar datos reales con los teóricos antes estudiados y así poder hacer un diagnóstico de averías mediante la comprobación de señales obtenidas de los inyectores.

El análisis de señales conseguidas mediante el uso del osciloscopio nos ayuda a realizar una comparación de valores de los inyectores utilizados en estas pruebas donde se puede decir que se encuentran dentro de un rango aceptable de trabajo de un sistema de inyección.

4.3. Análisis de compresión relativa con el uso del osciloscopio y la pinza amperimétrica

Para la realización de esta prueba se utilizó una pinza amperimétrica la cual se colocó en una de las dos conexiones de la batería que sea de más fácil acceso como se muestra en la figura 94, cabe recalcar que la misma conexión se utiliza para un motor de combustión interna a Diesel.



Figura 93. Conexión del Osciloscopio y la punta amperimétrica

La finalidad de realizar esta prueba es; por una parte, medir el amperaje necesario para que arranque el motor y la segunda evaluar una compresión relativa sin necesidad de remover componentes del motor de gran dificultad al momento de desmontar.

Se debe tener en cuenta varios factores que pueden afectar el amperaje necesario para realizar un correcto arranque del motor como, por ejemplo:

- Número de cilindros
- Capacidad del motor
- Estado y cableado del motor de arranque
- Viscosidad de aceite
- Compresión de los cilindros.

Hay que tener en cuenta que el amperaje necesario para un motor de gasolina normal de 4 cilindros se encuentra entre 80 y 200 amperios, pero la corriente inicial de arranque sería de aproximadamente 460 amperios. Para un motor Diesel se necesita un amperaje de entre 200 y 300 amperios.

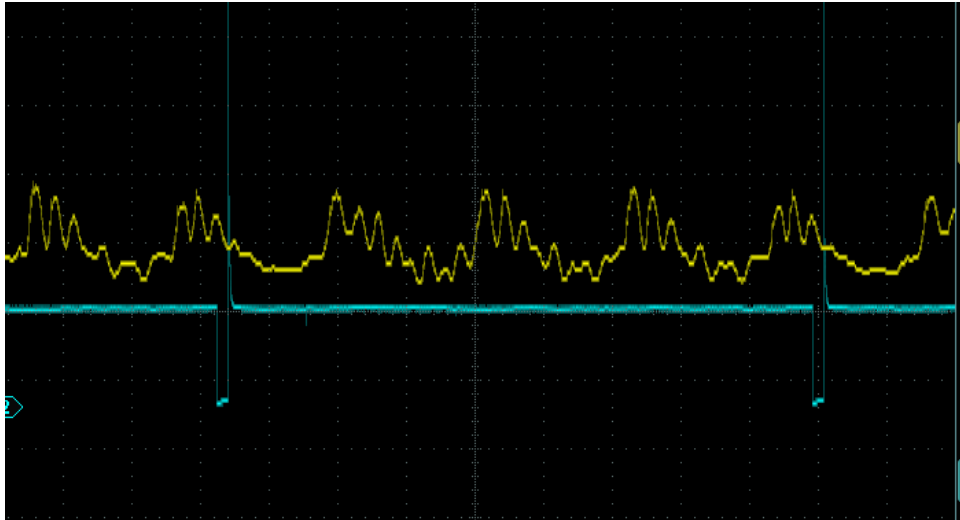


Figura 94. Señal de Medición de Compresión Relativa

Como se puede observar en la figura 79, nos está mostrando una señal de corriente donde nos indica el amperaje necesario que utiliza cada cilindro para subir el pistón a compresión, por otra parte, se tomó una señal de inyector para tener referencia en que cilindro puede estar la falla según su orden de encendido.

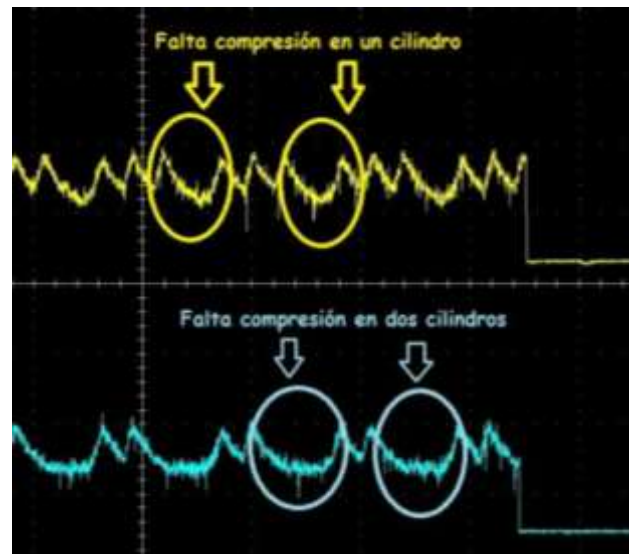


Figura 95: Señal con falta de compresión en los cilindros

Si algún cilindro tuviera una baja compresión su onda cambiaría como se observa en la figura 96, a diferencia de las otras dando un amperaje más bajo que las demás, y con la señal de inyección verificar en que cilindro está el problema de una manera más rápida.

(Automovil, 2018) menciona que: “las compresiones pueden compararse entre sí mediante el control de la corriente necesaria para levantar cada cilindro en su carrera de compresión. Cuanto mejor sea la compresión, mayor será la demanda de corriente y viceversa. Por lo tanto, es importante que la corriente sea igual para todos los cilindros.

Cabe mencionar que esta prueba no es un procedimiento definitivo simplemente nos ayuda a detectar una falla por compresión de una forma más rápida, pero no sustituye la prueba de compresión física.

4.4. Análisis de una prueba de vacío

Para esta prueba se utilizó un transductor de presión al mismo tiempo que un vacuómetro automotriz, ambos fueron conectados a una toma de vacío para realizar una comparación y análisis de los valores obtenidos.

Como primer punto se desconecta la manguera del servo para realizar en esa toma de vacío las pruebas mencionadas

Se procedió a conectar el transductor de presión y el vacuómetro mediante una te de metal para que nos pueda realizar las mediciones simultáneamente.



Figura 96. Conexión del traductor de presión y del vacuómetro

Una vez conectado el vacuómetro como el transductor se procedio a dar arranque al vehiculo para poder tomar las medidas de vacio.

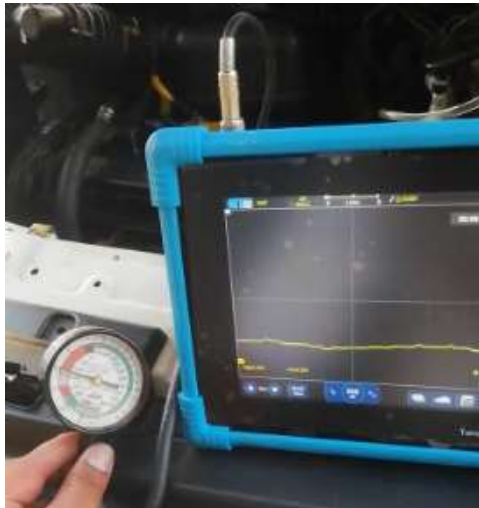


Figura 97. Toma de mediciones a ralentí de motor



Figura 98. Mediciones acelerado a fondo

Con las mediciones obtenidas se logró realizar la siguiente tabla de comparación.

Tabla 42.
Datos obtenidos en un estado normal del automóvil

Vacuómetro	Transductor
15 in Hg	0.6 V
12.5 in Hg	1.24 V
10 in Hg	1.8 V
7.5 in Hg	2.16 V
5 in Hg	2.20 V
2.5 in Hg	2.52 V
0	2.84 V

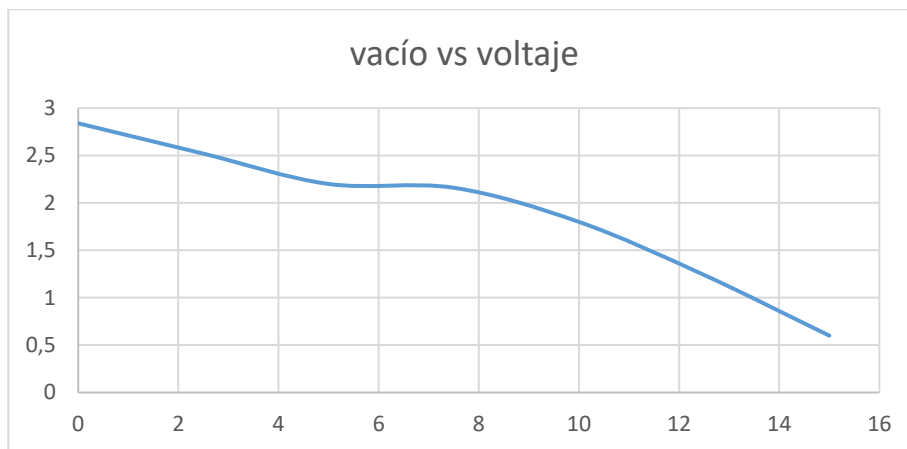


Figura 99. Diagrama vacío vs voltaje
 Fuente: Autores

Como se observa en el diagrama de vacío vs voltaje se refleja que mientras el vacío aumenta el voltaje será más bajo y si el vacío disminuye tenemos un voltaje más alto.

Una vez obtenidas las medidas se verifica el funcionamiento correcto del transductor de presión y su gran utilidad en el momento de medir vacíos en el automóvil mediante las señales en el osciloscopio automotriz.

Para tener una idea más exacta de las fallas producidas por el vacío se debe guiar en la figura 49 de diagnóstico de fallas por medio del vacuómetro.

Una vez realizadas las distintas pruebas de funcionamiento en distintos motores de combustión interna se puede mencionar que existe una detección de fallas electrónicas o mecánicas de una forma más rápida y precisa utilizando el osciloscopio automotriz.

CAPÍTULO V

MARCO ADMINISTRATIVO

Los recursos que fueron usados en la elaboración del proyecto de investigación son humanos, materiales y tecnológicos, los mismos que fueron de gran ayuda permitiendo desarrollar cada uno de los objetivos planteados de forma eficaz.

5.1. Recursos humanos.

Los recursos humanos que intervendrán y harán parte de la investigación de nuestro proyecto son parámetros de gran importancia que se utilizaron en la investigación y fueron: la compilación de fuentes confiables científicas, la aplicación de métodos de investigación, la aplicación de muestreo de resultados bajo la constante colaboración de nuestro director, se especifica los recursos humanos del proyecto.

Tabla 43.

Recursos humanos del proyecto

Cristian Paul Balseca Tituaña	Investigador
Diana Elizabeth Peñafiel León	Investigador
Ing. Germán Erazo	Director del proyecto

5.2. Recursos tecnológicos.

Los recursos que se destacaron para la elaboración de esta investigación se detallan en la tabla.

Tabla 44.
Recursos tecnológicos del proyecto.

N°	Descripción
1	Osciloscopio automotriz G-Scope 2
2	Transductor de presión

5.3. Recursos materiales.

Para la investigación se utilizó elementos físicos para llevar a cabo la investigación, que se detallan en la tabla.

Tabla
Recursos materiales del proyecto

45.

N°	Recursos materiales
1	Motor CRDI Kia Carens 2007
2	Motor Chevrolet Captiva 2007
3	Motor Nissan Datsun 1200
4	Osciloscopio G-ESCOPE-2
5	Pinza Amperimétrica
6	Transductor

5.4. Recursos financieros.

La ejecución del proyecto de investigación se llevó a cabo con recursos propios, el proyecto tiene un costo total de \$ 1615, cuyo valor se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 46.*Costo del total del proyecto.*

N°	ÍTEMS	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
1	Osciloscopio automotriz G-SCOPE-2	1	965	965
2	Pinza amperimétrica	1	280	280
3	Transductor de vacío	1	260	260
4	Batería bosch	1	70	70
5	Gasolina tanque	1	35	35
6	Acople T para manguera	1	5	5
TOTAL				1615

CONCLUSIONES

Finalizado el trabajo de investigación se concluyó lo siguiente:

- Se realizó el análisis avanzado de localización de averías mecánicas y electrónicas en motores de combustión interna mediante el uso del osciloscopio para optimizar los procesos de diagnóstico.
- Se pudo obtener documentación e información confiable referente a las distintas averías mecánicas y electrónicas que se presentan en un motor de combustión interna, al igual que el adecuado uso del osciloscopio automotriz y sus distintos parámetros de trabajo.
- Se logro analizar los resultados de la utilización de un osciloscopio automotriz para la localización de averías en el motor de combustión interna
- Se pudo investigar los distintos parámetros de funcionamiento de sensores y actuadores que se utiliza para el funcionamiento de un motor de combustión interna a gasolina y diésel.
- Se realizó el análisis de las distintas fallas tanto mecánicas como electrónicas que se producen en el motor de combustión interna.
- Se pudo utilizar el osciloscopio automotriz para la toma de mediciones en los diferentes sistemas electrónicos que ayudan con el funcionamiento del motor.
- Se logro estimar la generación de problemas mecánicos de acuerdo con la obtención de curvas en el osciloscopio

RECOMENDACIONES

Finalizado el trabajo de investigación se recomienda:

- Tomar muy en cuenta las escalas de los sensores o actuadores con los que se va a trabajar en el osciloscopio para tener un oscilograma que pueda ser de fácil interpretación.
- Tener cuidado al momento de conectar las puntas del osciloscopio en los cables de sensores o actuadores con los que se vaya a trabajar ya que se puede generar un daño en los cables y así tener un mal funcionamiento del vehículo.
- En la prueba de vacío asegurarse que al momento de la prueba no exista ninguna fuga por el acople que se esté usando, ya que se puede tener una mala lectura de valores.
- La pinza amperimétrica usada en nuestras pruebas debe estar encendida y orientada hacia el lado correcto según indique la flecha en relieve ubicada en el equipo, en caso contrario la traza del osciloscopio se dibujará invertida.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Rafael morales, m. y., & hernández guzmán, a. (2014). instituto mexicano de transporte. obtenido de secretaria de comunicaciones y transporte. Recuperado el 10 de mayo del 2019, de <https://www.imt.mx/archivos/publicaciones/publicaciontecnica/pt417.pdf>
- Afisca, C. (2015). Auto Fuel Injection Service, C.A.
- Augeri, F. (23 de Junio de 2015). CISE Electronics. Obtenido de CISE Electronics. Recuperado el 15 de marzo de <http://www.cise.com/portal/component/k2/item/759-curso-online-diagn%C3%B3stico-por-im%C3%A1genes-en-electr%C3%B3nica-automotriz.html>
- Automovil, S. E. (11 de Agosto de 2018). Sistemas Electrónicos del Automovil. Recuperado el 07 de junio del 2019 de <http://sistemaselectricosdelautomovil.com/medida-de-compresion-con-osciloscopio-en-motores-de-gasolina/>
- BERU, p. I. (2016). Informacion completa sobre las bobinas de encendido. Belgica.
- Beto Booster, B. (2016). Diagnostico Automotriz con Osciloscopio . Sevilla.
- Booster, B. (2012). Diagnostico Automotriz con Osciloscopio. Sevilla.
- Bosch. (8 de Noviembre de 2015). Catálogo Engine Management 2015(LR).pdf. Obtenido de Catálogo Engine Management 2015(LR).pdf. Recuperado el 05 de abril de [http://www.boschautopartes.mx/Cat%C3%A1logos/Documents/Cat%C3%A1logo%20Engine%20Management%202015\(LR\).pdf](http://www.boschautopartes.mx/Cat%C3%A1logos/Documents/Cat%C3%A1logo%20Engine%20Management%202015(LR).pdf)
- Calameo, C. (2003). sistema de control electronico gasolina. Sevilla.
- Calderón, V., & Castro, J. (2011). Construcción de un banco didáctico de un motor.

- Cardona Martinez, F. (2013). tecnología autotronica. Sevilla.
- Cise Electrónica . (29 de Enero de 2011). Cise Electrónica. Obtenido de Cise Electrónica. Recuperado el 12 de diciembre del 2019 de <http://www.cise.com/portal/notas-tecnicas/item/311-uso-del-osciloscopio-funciones.html>
- Díaz, J. (20 de Julio de 2009). Innovacion y Experiencias Educativas. Obtenido de Innovacion y Experiencias Educativas: Recuperado el 12 de enero de https://archivos.csif.es/archivos/andalucia/ensenanza/revistas/csicsif/revista/pdf/Numero_20/JESUS_DIAZ_FONSECA02.pdf
- Diaz, J. (2009). Utilización del Osciloscopio en el Vehiculo.
- Donado, A. (16 de Marzo de 2013). Auto Soporte, Centro de soporte automotriz. Obtenido de Centro de soporte automotriz, Blog automotriz: recuperado el 15 de abril del 2019 de <http://www.autosoporte.com/blog-automotriz/item/239-forma-facil-usar-osciloscopio-automotriz>
- Electrónicos, H. (1 de Octubre de 2012). Tu taller mecánico. Obtenido de TTM Automotriz: Recuperado el 10 de mayo del 2019 de <https://drive.google.com/file/d/0B4uwxwKUzRineGxNenU2Vkr0NTQ/edit>
- Fluke, C. (2010). Conceptos básicos de las pinzas amperimétricas. Madrid: Países Bajos.
- Fonseca, J. (2007). Mantenimiento de Vehiculos Autpropulsados. Sevilla.
- Garcia, A. (3 de Enero de 2014). Ciencia y desarrollo . recuperado el 29 de junio del 2019 de <http://www.cienciaydesarrollo.mx/?p=articulo&id=315>
- Gevara, D., & Campaña, F. (2012). Diseño e implementación de un sistema de osciloscopio a bordo para monitoreo de sensores. Latacunga.
- Guarella, J. E., Heredia, J., Rodríguez, L., & Bagatto, I. (28 de Septiembre de 2011). Universidad Nacional de La Plata. Obtenido de Facultad de Ingeniería:

- Gudiño, F. (2016). Sensores y Actuadores de un Vehículo Diesel. Quito.
- Hermogenes, G. (2007). Manual CEAC del automóvil. CEAC.
- Jimenez, J. (2014). Análisis de operación y comportamiento de sistemas. Latacunga.
- Lázaro, R. A., & Gaspariano, L. A. (4 de Junio de 2017). Saberes y ciencias . Recuperado el 11 de junio del 2019 de <http://saberesyciencias.com.mx/2017/06/04/la-importancia-de-la-electronica-en-el-desarrollo-del-automovil/>
- Mejía, L., & Calle, A. (2015). Caracterización de los sensores y actuadores del motor. Cuenca: Ecuador.
- Mendoza, & Ordoñez. (2012). Descripción y Manejo del Osciloscopio Digital Automotriz.
- Moraes Rua, M. V. (2010). Manual de instrucciones tecnomotor. Sao Paulo.
- mwlib., f. a. (14 de Abril de 2011). <http://code.pediapress.com/>. Recuperado el 12 de mayo de <http://code.pediapress.com/>:
- Norberto Pino, S. (2015). Vacuometro Diagnostico de Fallas.
- OBD2. (2012). Transductor hantek para osciloscopio conector tipo bnc.
- Orozco, G., & Garcia, M. (2015). Sensores y actuadores en el sistema de inyección electrónica.
- Padilla, J. (2012). Técnicas básicas de electricidad de vehículos. Málaga: IC.
- Pallas, R. (2006). Instrumentos electrónicos básicos. España: Marcombo S.A.
- Parera. (2000). Universidad Internacional del Ecuador Guayaquil. Recuperado el 08 de julio de [file:///C:/Users/CRISTIAN%20BALSECA/Downloads/Dialnet-EvolucionDeLosDispositivosElectronicosEnUnAutomovi-6340313%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/CRISTIAN%20BALSECA/Downloads/Dialnet-EvolucionDeLosDispositivosElectronicosEnUnAutomovi-6340313%20(2).pdf)

- Perez, E., & Pozo, L. (2013). Common rail del motor mazda bt 50 wl-c 2.5 crdi. Ibarra.
- Russell, J. (2012). Delphi Automotive. Michigan USA: McGraw-Hill.
- Vazques, R. (21 de 07 de 2015). Obtenido de Certicalia. Recuperado el 14 de abril del 2019 de <https://www.certicalia.com/blog/pinza-amperimetrica-funcionamiento>
- Villegas, A. M. (2007). Motores de combustión interna. Cataluña: IES Baix Montseny .
- Violero, L. (14 de Junio de 2017). INNOVA Research Journal 2017. Obtenido de INNOVA Research Journal 2017. Recuperado el 13 de marzo del 2019 de : [EvolucionDeLosDispositivosElectronicosEnUnAutomovi-6340313%20\(2\).pdf](#)
- wikilibros. (7 de Mayo de 2018). Wikilibros. Recuperado el 20 de junio del 2019 de https://es.wikibooks.org/wiki/EI_OBDII_Completo/Los_PIDs/Modos_PID

ANEXOS