



**UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ**

TEMA:

**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DE
ENTRENAMIENTO PARA DIAGNÓSTICO DE SENSORES
AUTOMOTRICES**

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

AUTORES:

VIDAL TALLEDO KATIUSCA YANINA

MOREIRA COELLO MARCO VINICIO

GUAYAQUIL, OCTUBRE 2014

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA AUTOMOTRIZ

CERTIFICADO

Ing. Edwin Puente

CERTIFICA:

Que el trabajo titulado **“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DE ENTRENAMIENTO PARA DIAGNÓSTICO DE SENSORES AUTOMOTRICES”** realizado por los estudiantes: **Katiusca Vidal Talledo y Marco Moreira Coello**, ha sido guiado y revisado periódicamente y cumple normas estatutarias establecidas por la Universidad Internacional del Ecuador, en el Reglamento de Estudiantes.

Debido a que constituye un trabajo de excelente contenido científico que coadyuvará a la aplicación de conocimientos y al desarrollo profesional, **SI** recomienda su publicación. El mencionado trabajo consta de UN empastado y UN disco compacto el cual contiene los archivos en formato portátil de Acrobat. Autoriza al señor: Marco Moreira, que lo entregue a biblioteca de la Facultad, en su calidad de custodia de recursos y materiales bibliográficos.

Guayaquil, Octubre del 2014



Ing. Edwin Puente
DOCENTE DE CATEDRA

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR

FACULTAD DE INGENIERÍA EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Nosotros, Katuska Vidal Talledo y Marco Moreira Coello

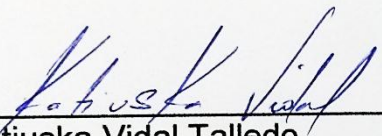
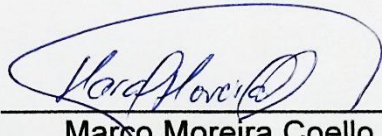
DECLARAMOS QUE:

La investigación de cátedra denominada: **“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DE ENTRENAMIENTO PARA DIAGNÓSTICO DE SENSORES AUTOMOTRICES”** ha sido desarrollado con base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía.

Consecuentemente este trabajo es de nuestra autoría, apoyados en la guía constante de nuestro docente.

En virtud de esta declaración, nos responsabilizamos del contenido, veracidad y alcance científico para la Facultad de Ingeniería en Mecánica Automotriz.

Guayaquil, Octubre del 2014

 Katuska Vidal Talledo C.I.: 0921831558	 Marco Moreira Coello C.I.: 0917091902
--	--

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR

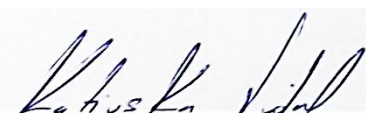
FACULTAD DE INGENIERÍA EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ

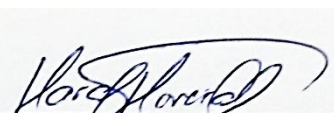
AUTORIZACIÓN

Nosotros, Katiuska Vidal Talledo y Marco Moreira Coello

Autorizamos a la Universidad Internacional del Ecuador, la publicación en la biblioteca virtual de la Institución, de la investigación de cátedra: **“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DE ENTRENAMIENTO PARA DIAGNÓSTICO DE SENSORES AUTOMOTRICES”**, cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra exclusiva responsabilidad y autoría.

Guayaquil, Octubre del 2014



Katiuska Vidal Talledo
C.I.: 0921831558

Marco Moreira Coello
C.I.: 0917091902

AGRADECIMIENTO

El más sincero agradecimiento a la Universidad Internacional del Ecuador, Facultad de Ingeniería Automotriz, por brindarme la oportunidad de obtener una profesión y ser una persona útil a la sociedad.

Agradezco a cada una de las personas que no solo transmitieron sus conocimientos sino también sus consejos, Ing. Carlos Morales Docente colegio “Eduardo Granja Garcés”, Ing. Edwin Puente Director de Facultad de Ingeniería Automotriz UIDE Guayaquil, Ing. Freddy Morquecho Docente Facultad de Ingeniería Automotriz UIDE Guayaquil, por su apoyo así como por la sabiduría que me transmitieron en el desarrollo de mi formación profesional y personal.

Katiusca Vidal Talledo

AGRADECIMIENTO

Le agradezco en primer lugar a Dios por permitirme llegar hasta aquí, por darme la oportunidad de lograr este sueño tan anhelado de ser profesional.

A la UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR por brindarme la formación adecuada durante ésta carrera.

A mi director de tesis, Ing. Edwin Puente, por el apoyo incondicional, por ayudarnos con su conocimiento y experiencia que junto con su paciencia supo guiarnos durante la elaboración de esta tesis.

A mi padres, Econ. Flavio Moreira y Sra. Virginia Coello, porque me dieron el impulso y las fuerzas día a día para seguir adelante.

Al Ing. Freddy Morquecho por ayudarnos revisando la tesis y aconsejándonos.

A todas las personas que hicieron posible que este sueño se realice.

Marco Moreira Coello

DEDICATORIA

A Dios, por permitirme llegar a este momento tan esperado en mi vida. Por los triunfos y los momentos difíciles que me han enseñado a valorarlo cada día más.

A mi padre Juan Vidal T., a pesar de nuestra distancia física, siento que estás conmigo siempre cuidándome y guiándome, y aunque estos 14 años no han sido fáciles sin ti, los recuerdos de tus enseñanzas y todos los momentos vividos me han dado la fortaleza para seguir adelante, y aunque nos faltaron muchas cosas por vivir juntos, sé que este momento hubiera sido tan especial para ti como lo es para mí.

A mi hijo, Danilo tu eres mi inspiración el motor que impulsa mi vida, aquello que me da la confianza suficiente para avanzar y lograr nuevas metas.

A mi Familia y Amigos, por su apoyo incondicional y sus consejos que me han ayudado a culminar esta etapa de mi vida.

Katiusca Vidal Talledo

DEDICATORIA

A mis padres, porque me enseñaron a que hay que hacerle frente a las adversidades y no rendirse sino más bien pararse y seguir hacia delante con más fuerza, al mismo tiempo a mi abuelo que me enseñó que la palabra vale más que una firma.

A mis viejos amigos como también a los nuevos que se sumaron a mi vida con el paso del tiempo, que me ayudaron a encontrar cada uno de los componentes para el desarrollo de esta etapa.

Marco Moreira Coello

ÍNDICE GENERAL

CERTIFICADO	ii
DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD	iii
AUTORIZACIÓN.....	iv
AGRADECIMIENTO	v
AGRADECIMIENTO	vi
DEDICATORIA	vii
ÍNDICE GENERAL.....	ix
ÍNDICE DE TABLAS	xv
ÍNDICE DE GRÁFICOS	xvi
RESUMEN	1
ABSTRACT	2
INTRODUCCIÓN.....	3
CAPÍTULO I	4
1.1. Definición del problema	4
1.2. Ubicación del problema	4
1.3. Formulación del problema	5
1.4. Sistematización del problema	5
1.5. Objetivos de la investigación	6

1.5.1. Objetivo general.....	6
1.5.2. Objetivos específicos	6
1.6. Alcance	6
1.7. Justificación e importancia de la investigación	7
1.8. Hipótesis	7
CAPITULO II	8
SENSORES.....	8
2.1. Sensores del motor.....	8
2.1.1. Sensor de flujo de aire del múltiple de admisión.....	8
2.1.2. Sensor de Temperatura de aire del múltiple de admisión.....	11
2.1.3. Sensor de posición del cigüeñal	13
2.1.4. Sensor de posición del árbol de levas	17
2.1.5. Mariposa Motorizada	19
2.1.6. Sensor de Posición del Acelerador	19
2.1.7. Sensor de posición de mariposa.....	22
2.1.8. Sensor de nivel de combustible	23
2.1.9. Sensor de oxigeno	24
2.1.10. Sensor de velocidad	26
2.1.11. Sensor captador de agua en el combustible.....	27
2.1.12. Sensor de detonación	27
2.1.13. Sensor de presión absoluta del múltiple de admisión	29

2.1.14. Interruptor térmico temporizado	30
2.1.15. Sensor de temperatura del líquido refrigerante	31
2.1.16. Sensor de temperatura del aceite de transmisión	33
2.1.17. Sensor de nivel de líquido de freno	34
2.1.18. Sensor de presión del aceite de transmisión	35
2.1.19. Sensor de caja de transmisión	36
2.1.20. Sensor acelerómetro - girómetro	37
2.1.21. El sensor del ángulo de la dirección	38
2.1.22. Sensor Captador de rueda	40
2.1.23. Sensor de temperatura ambiental de la cabina	41
2.1.24. Sensor de temperatura ambiental externa	41
2.1.25. Sensor volumétrico	42
2.1.26. Sensores de proximidad	42
2.1.27. Sensor combinación luz-lluvia	43
CAPÍTULO III	45
DISEÑO DEL BANCO DE ENTRENAMIENTO	45
3.1. Cálculo de Esfuerzos de Flexión	45
3.2. Selección de materiales	49
3.3. Diseño de la estructura del banco de entrenamiento	50
3.4. Diseño gráfico de la maqueta	51
CAPÍTULO IV	52

CONSTRUCCIÓN DEL BANCO DE ENTRENAMIENTO	52
4.1. Instalación de etiquetado	52
4.2. Instalación de componentes	53
4.2.1. Instalación del sensor MAF	53
4.2.2. Instalación del sensor IAT	55
4.2.3. Instalación del sensor CMP efecto Hall	57
4.2.4. Instalación de los sensores CKP Efecto Hall y magnético	58
4.2.5. Instalación del sensor CKP Óptico.....	60
4.2.6. Instalación del Obturador Electrónico	61
4.2.7. Instalación del pedal del acelerador.....	61
4.2.8. Instalación del sensor TPS	62
4.2.9. Instalación del sensor de nivel de combustible	63
4.2.10. Instalación del sensor de oxígeno.....	64
4.2.11. Instalación del sensor VSS	64
4.2.12. Instalación del Captador de Agua en el Combustible	65
4.2.13. Instalación del sensor Knock	66
4.2.14. Instalación del sensor MAP	66
4.2.15. Instalación interruptor térmico temporizado	67
4.2.16. Instalación de los sensores ECT.....	67
4.2.17. Instalación del sensor de temperatura del aceite.....	69
4.2.18. Instalación del sensor de nivel de líquido de freno	70

4.2.19. Instalación del sensor de presión de aceite	70
4.2.20. Instalación del acelerómetro y girómetro	71
4.2.21. Instalación del sensor de ángulo de giro.....	72
4.2.22. Instalación del sensor captador de rueda ABS	72
4.2.23. Instalación del sensor de transmisión de entrada.....	73
4.2.24. Instalación del sensor de transmisión de salida.....	74
4.2.25. Instalación del sensor de temperatura del habitáculo	75
4.2.26. Instalación del sensor de temperatura externa	76
4.2.27. Instalación del sensor volumétrico	77
4.2.28. Instalación del sensor de proximidad.....	77
4.2.29. Instalación del sensor de lluvia y luces	78
4.2.30. Instalación de las fuentes de voltajes	79
4.3. Instalación de componentes para mediciones	80
CAPÍTULO V	81
PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO.	82
5.1. Pruebas de sensores análogos	82
5.2. Pruebas de sensores digitales	82
5.3. Mediciones de sensores	84
5.3.1 Mediciones de los sensores de temperatura	84
5.3.2 Mediciones del MAF	86
5.3.3 Mediciones del IAT	87

5.3.4 Mediciones del obturador electrónico	88
5.3.5 Mediciones del pedal de acelerador	89
5.3.6 Mediciones del TPS	90
5.3.7 Mediciones del nivel de combustible.....	91
5.3.8 Mediciones del sensor de presión de aceite	92
5.3.9 Mediciones del sensor MAP	93
5.3.10 Mediciones del captador de agua	94
5.3.11 Mediciones del líquido de freno	94
5.4. Formas de ondas de sensores	95
CAPÍTULO VI	112
ELABORACIÓN DEL MANUAL DE MANTENIMIENTO Y FUNCIONAMIENTO DEL BANCO DE ENTRENAMIENTO.....	112
6.1 Elaboración de manual para el docente.....	112
6.2 Elaboracion de fichas practicas para el estudiante	114
CAPÍTULO VII	120
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	120
7.1. Conclusiones	120
7.2. Recomendaciones	121

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla.1 Materiales.....	49
Tabla. 2 Herramientas	50
Tabla 3. Datos de pruebas de los sensores ECT	85
Tabla 4. Datos de pruebas del sensor de temperatura de aceite	85
Tabla 5. Datos de pruebas del sensor de temperatura del habitáculo	86
Tabla 6. Datos de pruebas del sensor MAF	87
Tabla 7. Datos de pruebas del sensor del IAT	88
Tabla 8. Datos de pruebas del obturador electrónico	89
Tabla 9. Datos de pruebas del pedal del acelerador	90
Tabla 10. Datos de pruebas del TPS	91
Tabla 11. Datos de pruebas del Nivel de combustible	92

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Figura 1. Ubicación geográfica de la Universidad Internacional Extensión Guayaquil.....	5
Figura 2. Sensor de hilo caliente.....	9
Figura 3. Hilo caliente en derivación	10
Figura 4. De película caliente	10
Figura 5. Disposición del sensor	11
Figura 6. Sensor de temperatura de aire	12
Figura 7. Rueda Fónica	13
Figura 8. Sensor efecto hall	15
Figura 9. Sensor Inductivo	15
Figura 10. Sensor óptico.....	16
Figura 11. Sensor de posición de árbol de leva.....	17
Figura 12. Mariposa motorizada	19
Figura 13. Potenciométricos	20
Figura 14. Inductivos.....	21
Figura 15. Sensor posición de mariposa.....	22
Figura 16. Estructura del Sensor posición de mariposa.....	23
Figura 17. Sensor de nivel de combustible	23
Figura 18. Sensor de Oxígeno	24
Figura 19. Estructura del Sensor de Oxígeno	25
Figura 20. Sensor de velocidad VSS	26
Figura 21. Sensor captador de agua en el combustible.....	27
Figura 22. Sensor de detonación	28

Figura 23. Sensor de presión de aire MAP	29
Figura 24. Interruptor Térmico temporizado.....	30
Figura 25. Sensor de temperatura ECT NTC.....	31
Figura 26. Sensor de temperatura PTC	33
Figura 27. Sensor de temperatura de aceite.....	33
Figura 28. Sensor de nivel de líquido de freno.....	34
Figura 29. Sensor de presión del aceite de transmisión	35
Figura 30. Sensor de entrada de la caja de transmisión.....	36
Figura 31. Sensor de salida de la caja de transmisión.....	37
Figura 32. Sensor girómetro acelerómetro	38
Figura 33. Sensor de ángulo de dirección	39
Figura 34. Sensor captador de rueda	40
Figura 35. Sensor de la cabina	41
Figura 36. Sensor de temperatura externo	41
Figura 37. Sensor de volumétrico	42
Figura 38. Sensor de proximidad	43
Figura 39. Sensor de luz de día y de lluvia	44
Figura 40. Fuerzas del esfuerzo de flexión	45
Figura 41. Diseño de banco.....	50
Figura 42. Instalación del vinil.....	52
Figura 43. Fabricación de perforaciones en el tablero	53
Figura 44. Conexión del sensor MAF.....	53
Figura 45. Regulador de velocidad Motor DC (Ventilador)	54
Figura 46. Circuito e Instalación del sensor MAF.....	55

Figura 47. Conexión del sensor IAT.....	55
Figura 48. Regulador de velocidad motor AC (Secadora)	56
Figura 49. Circuito e Instalación del sensor IAT.....	57
Figura 50. Conexión del sensor CMP Efecto Hall.....	57
Figura 51. Circuito e Instalación del sensor CMP Efecto hall	58
Figura 52. Conexión del sensor CKP Efecto Hall.....	59
Figura 53. Conexión del sensor CKP Magnético	59
Figura 54. Circuitos e Instalación del sensor CKP Efecto Hall y magnético	60
Figura 55. Conexión e Instalación del sensor CKP Óptico	60
Figura 56. Conexión del Obturador Electrónico	61
Figura 57. Conexión e Instalación del pedal de acelerador	62
Figura 58. Conexión e Instalación del TPS.....	62
Figura 59. Conexión del sensor de nivel de combustible	63
Figura 60. Circuito e Instalación del Nivel de combustible.....	63
Figura 61. Conexión e Instalación del sensor de oxígeno.....	64
Figura 62. Conexión e Instalación del sensor vss.....	65
Figura 63. Instalación del captador de agua en el combustible	65
Figura 64. Conexión e instalación del Knock Sensor.....	66
Figura 65. Conexión e instalación del sensor MAP.....	67
Figura 66. Conexión e instalación del interruptor térmico temporizado	67
Figura 67. Conexión del sensor ECT	68
Figura 68. Controlador de temperatura.....	68
Figura 69. Circuito e instalación de los sensores ECT.....	69
Figura 70. Conexión del sensor de temperatura de aceite	69

Figura 71. Circuito e instalación del sensor de temperatura del aceite	69
Figura 72. Conexión e instalación del sensor de nivel de líquido de freno ..	70
Figura 73. Conexión e instalación del sensor de presión de aceite	71
Figura 74. Conexión e instalación del sensor Girómetro-Acelerómetro	71
Figura 75. Conexión e instalación del sensor ángulo de giro.....	72
Figura 76. Circuito e instalación del sensor captador de rueda el ABS	73
Figura 77. Conexión del sensor Transmisión de entrada.....	73
Figura 78. Circuito e instalación del sensor de transmisión de entrada	74
Figura 79. Conexión del sensor Transmisión de salida	74
Figura 80. Circuito e instalación del sensor de transmisión de salida.....	75
Figura 81. Conexión del sensor de temperatura habitáculo.....	75
Figura 82. Circuito e instalación del sensor de temperatura habitáculo	76
Figura 83. Conexión del sensor de temperatura externa	76
Figura 84. Circuito e instalación del sensor de temperatura externa	77
Figura 85. Conexión e instalación del sensor volumétrico	77
Figura 86. Conexión e instalación del sensor de proximidad	78
Figura 87. Conexión e instalación del sensor de lluvia – luces.....	78
Figura 88. Fuente de 5v	79
Figura 89. Fuente de 12v	80
Figura 90. Conectores para mediciones	80
Figura 91. Mediciones de sensores de temperatura	84
Figura 92. Mediciones del sensor MAF.....	86
Figura 93. Mediciones de sensores de temperatura	87
Figura 94. Mediciones del obturador electrónico	88

Figura 95.Mediciones del pedal del acelerador	89
Figura 96.Mediciones del TPS	90
Figura 97.Mediciones de nivel de combustible	91
Figura 98.Mediciones del sensor de presión de aceite	92
Figura 99.Mediciones de sensores de temperatura.....	93
Figura 100.Mediciones del captador de agua	94
Figura 101. Mediciones de sensores de líquido de freno.....	94
Figura 102. Curva del sensor MAF	95
Figura 103. Curva del sensor IAT	96
Figura 104. Curva del sensor CMP Efecto Hall.....	97
Figura 105. Curva del sensor CKP Efecto Hall	97
Figura 106. Curva del sensor CKP Magnético	98
Figura 107. Curva del obturador electrónico	98
Figura 108. Curva del pedal de acelerador	99
Figura 109. Curva del CKP óptico.....	99
Figura 110. Curva del TPS.....	100
Figura 111. Curva del nivel de combustible	100
Figura 112. Curva del sensor de oxígeno	101
Figura 113. Curva del VSS	101
Figura 114. Curva del captador de agua.....	102
Figura 115. Curva del Knock.....	102
Figura 116. Curva del MAP	103
Figura 117. Curva del interruptor térmico	103
Figura 118. Curva del ECT PTC	104

Figura 119. Curva del ECT NTC	104
Figura 120. Curva de temperatura del aceite.....	105
Figura 121. Curva de nivel de líquido de freno.	105
Figura 122. Curva de presión de aceite	106
Figura 123. Curva de transmisión de entrada.....	106
Figura 124. Curva del girómetro acelerómetro.....	107
Figura 125. Curva del ángulo de giro	107
Figura 126. Curva del captador de rueda (ABS)	108
Figura 127. Curva de la transmisión de salida.....	108
Figura 128. Curva de la temperatura del habitáculo	109
Figura 129. Curva de la temperatura externa	109
Figura 130. Curva del sensor volumétrico	110
Figura 131. Curva del sensor de proximidad	110
Figura 132. Curva del lluvia y luces	111

RESUMEN

El banco de entrenamiento para diagnóstico de sensores automotrices, fue diseñado con el propósito de articular tanto la instrucción teórica como la práctica, lo que permitirá al desarrollo de habilidades y destrezas en los estudiantes de la Facultad de Ingeniería Mecánica Automotriz UIDE Guayaquil, con un alto nivel de conocimiento y de esta manera brindarles herramientas prácticas de aprendizaje que se ajusten a las exigencias del mundo laboral actual. El presente trabajo tiene como objetivo ser una herramienta de estudio que permita el entendimiento y la práctica sobre el funcionamiento de sensores de un automóvil.

En el Capítulo 1 de este documento encontrará la información referente a objetivos, justificación y alcances de nuestro proyecto.

El Capítulo 2 se explica el marco referencial en el cual, de manera general se proporciona una explicación de cada sensor, su aplicación, funcionamiento y tipos. Así mismo están los cálculos flexión para conocer el esfuerzo que soportará la estructura, sus materiales y su diseño gráfico.

En el Capítulo 3 se describe el diseño de las fuerzas de flexión que tiene el banco didáctico, los materiales, herramientas y equipos con los que va a ser construido

Los Capítulos 4 y 5 las conexiones de cada sensor su circuito su forma de simulación, su curva característica las pruebas que se tomaron con el osciloscopio para determinar las curvas de comportamiento de cada uno de los sensores y su tabla referencial el ensamblaje de cada sensor, sus circuitos, diagrama de conexión, cálculos de resistencia y corriente. Así mismo el control de las condiciones externas.

ABSTRACT

The Bench for Diagnosis of Sensors Automotive, was designed in order to articulate both theoretical instruction and practice, enabling the development of skills and abilities in the students of the Faculty of Mechanical Engineering Automotive UIDE Guayaquil, with a high level of knowledge and thus provide practical learning tools that meet the demands of today's workplace.

This paper aims to be a tool of study to the understanding and practice on the operation of sensors in a car.

In Chapter 1 of this document contains information concerning scope, objectives and rationale of our project.

Chapter 2 the frame of reference in which, in general an explanation of each sensor, implementation, operation and explains types is provided. So are the same calculations to determine the bending stress that will support the structure, materials and graphic design.

In Chapter 3 the design of the bending forces that have didactic bank, materials, tools and equipment is described which will be constructed

Chapters 4 and 5 of each sensor connections form the circuit simulation, the characteristic tests that were taken with the oscilloscope to determine performance curves of each of the sensors and the reference table of each sensor assembly, their circuits, wiring diagram, resistance and current calculations. Also the control of the external conditions.

INTRODUCCIÓN

La industria automotriz ha evolucionado conforme a las demandas del mundo actual, utilizando actualmente sensores que constituyen interfaces entre el vehículo con sus complejas funciones de transmisión, frenado, tren de rodaje, conducción y navegación, y se han ido agregando dispositivos para monitorear las diferentes condiciones del motor para tener una mejor y precisa dosificación del combustible en función de diferentes variables tales como cantidad de aire que ingresa al motor, presión barométrica, entre otros

Estos dispositivos hoy en día están en el vehículo de forma perenne para mejorar la calidad de gases en el sistema de escape y no contribuir a la contaminación ambiental.

Los sensores son los elementos encargados de monitorear y medir las distintas variables del automóvil, indican los errores, recogen los estados y transmiten esta información al módulo de control.

Las señales que emiten los sensores (analógicos o digitales) han llegado a ser indispensables para las funciones de mando y regulación de los diferentes sistemas de gestión del motor, del tren de rodaje, de seguridad y de confort.

Este presente trabajo contempla el diseño y construcción de un banco de entrenamiento para diagnóstico de sensores automotrices, el cual contiene la mayoría de sensores del automóvil tanto de gestión de motor, gestión de transmisión, así como de confort.

El desarrollo de este proyecto contribuye a la formación técnica de los estudiantes dentro de un ambiente académico y laboral.

CAPÍTULO I

MARCO CONTEXTUAL DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 .Definición del problema

La Facultad de Ingeniería Automotriz, extensión Guayaquil perteneciente a la Universidad Internacional del Ecuador, dentro de su plan de estudios dicta la cátedra de Inyección electrónica y Equipos de Comprobación, mismos que requieren identificar y medir sensores, estas prácticas demandan la presencia de varios vehículos, ya que uno solo no contiene todos los sensores de estudio. La ausencia de un banco de entrenamiento de sensores provoca congestionamiento de vehículos en el taller y como resultado no es práctico en términos de aprendizaje para los estudiantes.

El siguiente banco será una herramienta de apoyo en las prácticas relacionadas con los funcionamientos de los sensores.

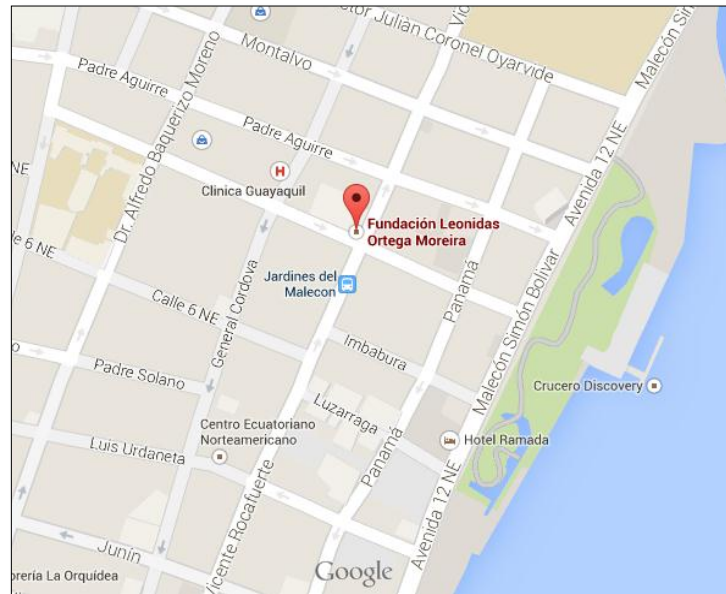
La propuesta de crear un módulo de aprendizaje ayudará a los estudiantes de la Universidad Internacional del Ecuador extensión Guayaquil a conocer y detectar de una manera rápida y efectiva conociendo de primera mano todo el funcionamiento de los sensores.

1.2. Ubicación del problema

La delimitación temporal se determinó durante los meses de junio hasta octubre del año 2014, tiempo en el cual se desarrolló la investigación y se presentó la propuesta pertinente.

La delimitación geográfica es en la Facultad de Ingeniería de Mecánica Automotriz de la Universidad Internacional del Ecuador, extensión Guayaquil ubicada en las calles Tomas Martínez 520 entre General Córdova y Vicente Rocafuerte.

**Figura 1. Ubicación geográfica de la Universidad Internacional
Extensión Guayaquil**



Fuente: <https://www.google.com.ec/maps/>

1.3. Formulación del problema

¿Realmente es necesario el diseño y construcción de un banco de pruebas de los sensores del automóvil?

1.4. Sistematización del problema

¿Podemos verificar las señales de los sensores?

¿Cómo se realizarán las simulaciones de funcionamiento de los mismos?

¿Cómo se podrán verificar las señales de sensores que necesiten movimientos?

1.5. Objetivos de la investigación

1.5.1. Objetivo general

Diseñar y construir un banco de entrenamiento para diagnóstico de sensores automotrices.

1.5.2. Objetivos específicos

- Diseñar y construir un banco de entrenamiento de sensores del automóvil el cual sea capaz de demostrar el funcionamiento de cada sensor.
- Diseñar e implementar los circuitos en el Banco de entrenamiento.
- Realizar las pruebas para verificar el correcto funcionamiento del banco de entrenamiento.
- Elaborar el manual de mantenimiento y funcionamiento del banco de entrenamiento para un óptimo manejo del banco.
- Construir un banco seguro y confiable, para no poner en riesgo la seguridad de los profesores y estudiantes que manipulen, con fines didácticos el banco.
- Optimizar los recursos educativos al estudiar simultáneamente en tiempo real un mismo sensor con varios grupos de alumnos.
- Permitir a los estudiantes adquirir competencias para diagnosticar los diferentes tipos de sensores.
- Capacitar a los estudiantes de manera más práctica y personalizada, en cuanto al uso de instrumentos de medición.

1.6. Alcance

El siguiente banco tiene como objetivo ser una herramienta de apoyo en las prácticas relacionadas con los funcionamientos de los sensores, la propuesta de crear un módulo de aprendizaje ayuda a los estudiantes de la

Universidad Internacional del Ecuador extensión Guayaquil a conocer y detectar falla de una manera rápida y efectiva.

1.7. Justificación e importancia de la investigación

El trabajo realizado está bajo las normativas propias de cada sensor según sus fichas técnica la cuales fueron obtenidas a través de los manuales de cada fabricante.

El tipo de metodología que se utilizó en esta investigación es de tipo científico, investigativo, descriptivo y de campo.

Es necesario que exista un banco de pruebas que permita a los estudiantes tener una idea clara y precisa del funcionamiento, conexiones y variables que tienen los sistemas eléctricos. De esta manera se podrá comprobar mediante mediciones y cálculos los dimensionamientos de los fusibles, cables y tipo de terminales que se necesita para cada carga.

1.8. Hipótesis

Diseñar e implementar un banco de aprendizaje de los sensores que se encuentran en el vehículo.

CAPITULO II

SENSORES

Los sensores son los dispositivos encargados de monitorear las condiciones de operación del vehículo, y de enviar su información al Módulo de control para que éste ordene a los actuadores a operar sobre ciertos parámetros, de acuerdo a las condiciones cambiantes de funcionamiento del motor.

Los sensores convierten las condiciones de funcionamiento del motor (temperatura, presión absoluta del múltiple, movimientos mecánicos.) en un voltaje eléctrico que es enviado al Módulo de control para ser procesado y comparado con datos de referencia grabados en sus memorias; se podría decir que son como los “órganos sensoriales” del vehículo y se clasifican en:

2.1. Sensores del motor

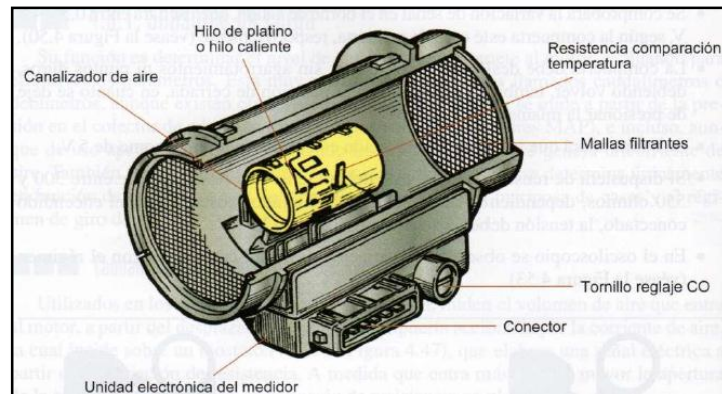
2.1.1. Sensor de flujo de aire del múltiple de admisión

Su funcionamiento está basado en el enfriamiento que produce la masa de aire que entra al motor, al incidir sobre una superficie o cuerpo calentado artificialmente (mediante efecto Joule, por el paso de corriente), de tal forma que cuanta más masa lo atraviese, mayor será su enfriamiento, y más energía eléctrica habrá de aportársele para que dicho cuerpo permanezca a su temperatura. Dicha aportación de electricidad resulta ser la señal emitida por el sensor, al ser proporcional a la masa de aire. Se establece una diferencia de temperatura entre el cuerpo caliente y el aire que entra, que debe permanecer constante. Existen diversas variantes:

- **De hilo caliente.** En este caso el aire incide sobre un hilo de platino caliente, enfriándolo a su paso, tal y como se ha citado. Dispone de una función de auto-limpieza por pirolisis, mediante la cual el hilo de platino

alcanza durante un instante, cada vez que se para el motor, una temperatura de unos 1000°C. Con ello se queman los posibles residuos adheridos al hilo, que podrían falsear la medición. Hoy en día no se emplea, por la fragilidad del hilo.

Figura 1. Sensor de hilo caliente

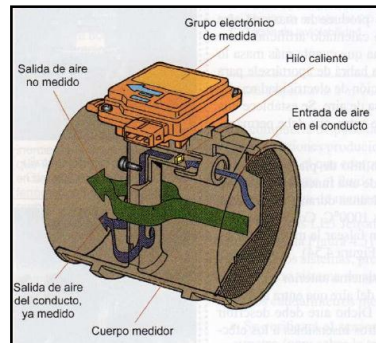


Fuente: Libro, Sistemas auxiliares del motor

•**De hilo caliente en derivación.** Existen versiones del sistema anterior en las que tan solo se hace pasar a través del hilo caliente una parte del aire que entra al motor.

Se les conoce por tanto como sistemas en derivación. Dicho aire debe describir además una trayectoria tal, que hace a estos caudalímetros insensibles a los efectos del flujo pulsatorio. Presentan además la ventaja de una mayor duración y limpieza del hilo, debido precisamente al hecho de que es atravesado únicamente por una parte del aire.

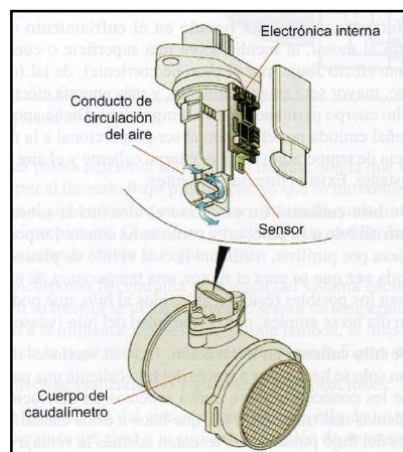
Figura 2. Hilo caliente en derivación



Fuente: Libro, Sistemas auxiliares del motor

•**De película caliente.** En estos caudalímetros el funcionamiento difiere sensiblemente respecto a los de hilo caliente, por encontrarse este último sobre una placa cerámica, sobre la que también se encuentran resistencias de compensación y medición de la temperatura del aire. La medición se efectúa al comparar la temperatura del aire con la de la resistencia calefactora de platino, situadas ambas sobre la placa cerámica, pero separadas entre sí. El rango de medición es más exacto, y la resistencia de platino está más protegida. Este sistema no detecta los fenómenos de flujo pulsatorio. Por su disposición, permite prescindir de la función de autolimpieza.

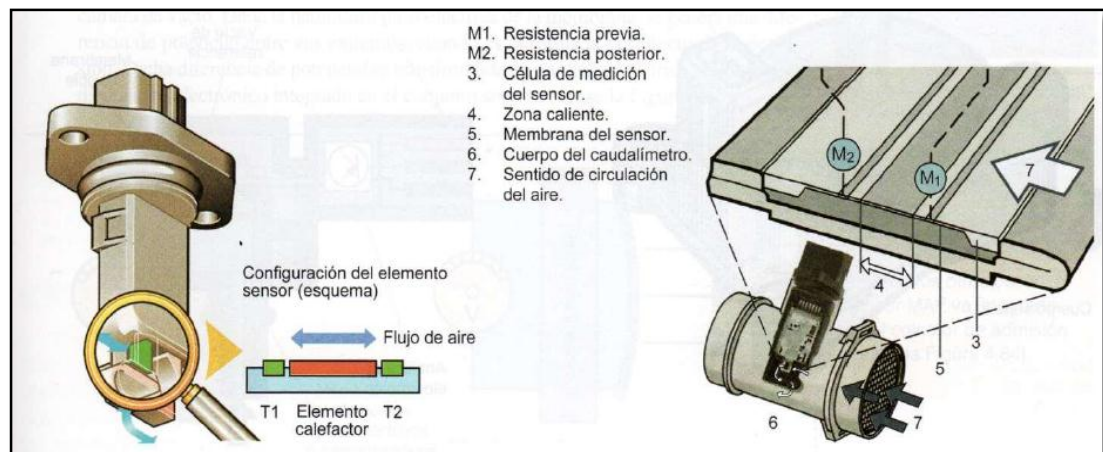
Figura 3. De película caliente



Fuente: Libro, Sistemas auxiliares del motor

•**De película caliente con detección del flujo pulsatorio.** Es una evolución de los anteriores, en los que sí se detecta el flujo pulsatorio, ganándose por tanto en precisión de medición. Para ello, se disponen sendas resistencias, cuyo valor óhmico depende de la temperatura, a ambos lados de la lámina principal o resistencia calefactora. Así, la masa de aire se mide en función del enfriamiento de la citada resistencia calefactora, mientras que el sentido de circulación del flujo de aire es detectado en función del enfriamiento de las resistencias adicionales.

Figura 4. Disposición del sensor



Fuente: Libro, Sistemas auxiliares del motor

2.1.2. Sensor de Temperatura de aire del múltiple de admisión

El sensor de temperatura de aire (IAT – Intake Air Temperature) se encuentra integrado en el caudalímetro, y en ocasiones, en el sensor de presión absoluta. En otros casos se dispone en el conducto que une el filtro de aire con el colector, antes de la mariposa de gases. Esta disposición es usual en motores con medición de la carga por sensor MAP y sensor de

posición de mariposa. También está constituido por una resistencia-NTC. Sus valores son similares a los de la sonda de temperatura de refrigerante¹

Cuando el sensor está frío, la resistencia del sensor es alta, y la señal de tensión es alta. A medida que el sensor se calienta, la resistencia disminuye y disminuye la tensión de la señal².

El sensor de temperatura del aire que aspira el Motor, es un parámetro de información muy importante que debe recibir el módulo de control, información que generalmente se la toma de forma conjunta con el caudal o cantidad del aire aspirado. Estas dos informaciones le dan al módulo de control la idea exacta de la masa o densidad del aire que está ingresando a los cilindros del motor.

Figura 5. Sensor de temperatura de aire



Fuente: Libro, Sistemas auxiliares del motor

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

¹ Miguel AngelPerez, “Sistemas auxiliares del motor”, pág.143

²Efren Cuello Serrano, “Sistemas de inyección electrónica de gasolina”, pág.30

2.1.3. Sensor de posición del cigüeñal

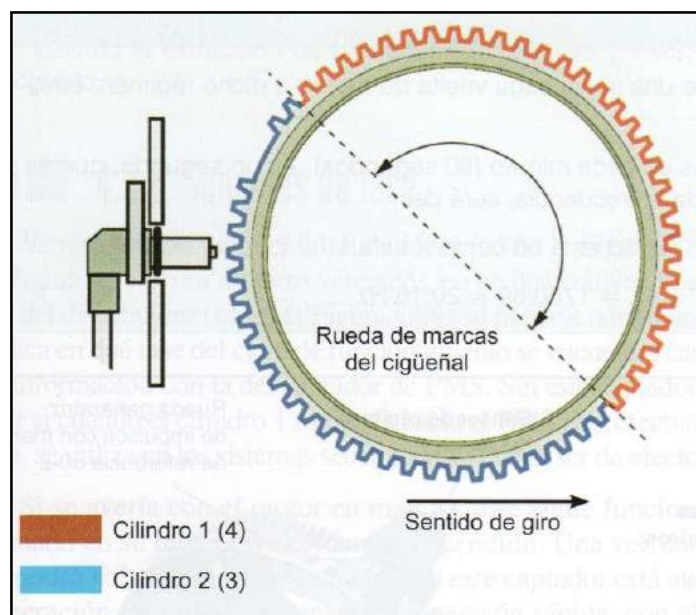
Están compuestos en su interior por una bobina colectora magnética de reluctancia variable que posee un imán permanente y un cuerpo redondo, cuando se acerca o se aleja de un cuerpo metal ferroso, este altera el campo magnético de imán que induce una fuerza electromotriz y en consecuencia se producirá una tensión entre los extremos de la bobina de tensión alterna.³

Existen dos diseños de ruedas fónicas:

La mayoría de los sistemas: 60 dientes – 2 dientes = 58 dientes

En el caso de Ford: 36 dientes – 1 diente = 35 dientes

Figura 6. Rueda Fónica



Fuente: Libro, Sistemas auxiliares del motor

³Manual de inyección electrónica, Sensores inductivos volante de cigüeñal, pág. 96

Con el fin de mejorar el funcionamiento y el control de emisiones, el microprocesador controla el disparo de ignición. Para dicho control, el microprocesador realiza un cálculo matemático entre: la temperatura del motor, carga del motor, posición de la mariposa, masa de aire, presión atmosférica, etc. Pero también necesita saber la posición y velocidad del motor (PMS Y RPM).

Este sensor está instalado en forma fija en el motor, enfrentando una rueda fónica (rueda dentada) que gira solidaria al cigüeñal. Esta rueda está diseñada de forma tal que en la circunferencia falten uno o dos dientes (señal de PMS) para que el módulo de inyección sepa la posición del cilindro N°1 y N°4 (la señal del cilindro N°2 y N°3 la deduce por la velocidad del motor) para las correcciones del momento de apertura de los inyectores y la señal de disparo de ignición.

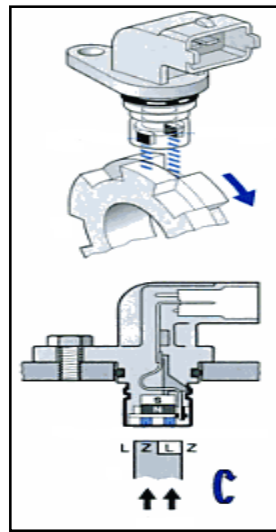
El microprocesador recibe la señal de PMS aproximadamente entre 40° y 70° APMS para que el microprocesador disponga del tiempo necesario para realizar los cálculos matemáticos correspondientes al estado del motor.

Existen tres tipos de sensores:

- ✓ Efecto hall
- ✓ Efecto magnético
- ✓ Ópticos

El sensor de cigüeñal de tipo Hall genera una onda cuadrada con una frecuencia que depende de la velocidad del auto. En algunos casos una de las señales es más grande que las demás indicando el PMS del cilindro uno cuando el sistema es de inyección secuencial.

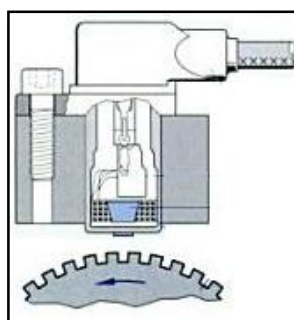
Figura 7. Sensor efecto hall



Fuente: Libro, Libro, Los sensores en el automóvil

El sensor CKP de tipo inductivo genera una onda alterna sinusoidal con una irregularidad cíclica producida por un faltante de dientes sobre la rueda fónica de excitación montada en el cigüeñal.

Figura 8. Sensor Inductivo



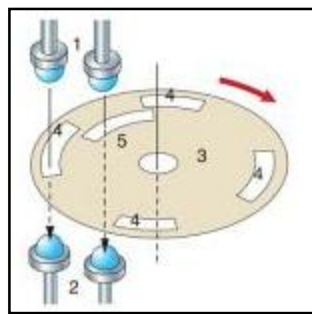
Fuente: Libro, Libro, Los sensores en el automóvil

El CKP óptico se basa en la emisión de luz infrarroja que se enfrenta con el sensor fotoeléctrico, en el cual se genera un pulso eléctrico. Entre el emisor de luz y el sensor se instala una pantalla de obturación, la cual no permite al sensor recibir la luz, pero en esta pantalla se han diseñado unas

ventanas o ranuras, las cuales, al coincidir entre estos dos elementos, permiten que la luz sea recibida por el sensor. Cuando el sensor recibe la luz, en ese mismo instante genera la señal eléctrica, la cual es enviada a la computadora.

Genera una señal cuadrática de 5v de amplitud a una frecuencia que depende de la velocidad del vehículo.

Figura 9. Sensor óptico



Fuente: Libro, Sistemas auxiliares del motor

Este tipo de sensor suele estar ubicado dentro del distribuidor y provee a la ECM una señal de RPM y de punto muerto superior de los cuatro cilindros. Su medición es similar a la de un sensor de efecto Hall.

Adicionalmente, informa a la centralita sobre la velocidad de giro del motor. En muchos casos realiza a la vez la función de sensor de posición de cigüeñal o sensor de PMS, indicando la posición del cigüeñal en lo que a las parejas de pistones respecta. En ocasiones también se dispone de otra referencia para los cilindros 2 y 3; de lo contrario, deduce su posición, al contar el número de impulsos emitidos por el sensor de régimen.⁴

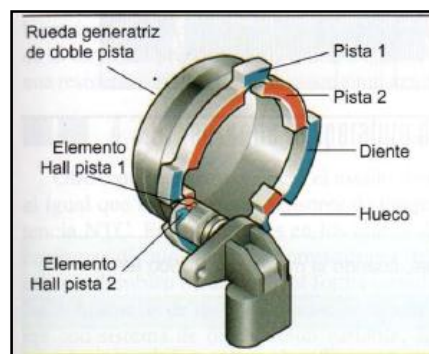
⁴ Miguel AngelPerez, “Sistemas auxiliares del motor”, pág.139

2.1.4. Sensor de posición del árbol de levas

Indica en qué fase del ciclo de funcionamiento se encuentra cada cilindro, al complementarse su información con la del captador de PMS. Sin este captador, la ECM no podría distinguir si cuando el cilindro 1 asciende hacia el PMS está efectuando escape o compresión. Por ello, se utiliza en los sistemas secuenciales. Si se avería con el motor en marcha, éste sigue funcionando, pues el módulo de control tiene grabado en su memoria el orden de encendido. Una vez detenido el motor, teóricamente no podrá volver a ponerse en marcha si este captador está averiado. En sistemas de última generación, se utiliza un sensor de detección rápida, con el que, en combinación con el sensor de régimen, se facilita la puesta en marcha del motor. Para ello, se emplea un sensor Hall, de tipo Hall diferencial, en el que las pantallas obturadoras poseen diferente longitud o anchura, efectuándose el reconocimiento al detectar el módulo de control los diferentes períodos de interrupción en el envío de la señal.⁵

El orden para la apertura del resto de los inyectores es calculado por el microprocesador en función al sensor de RPM instalado en la polea o volante del cigüeñal.

Figura 10. Sensor de posición de árbol de leva



Fuente: Libro, Sistemas auxiliares del motor

⁵ Miguel AngelPerez, “Sistemas auxiliares del motor”, pág.141

El sensor de fase es utilizado por la mayoría de los vehículos con instalaciones de inyección secuencial, donde la unidad de mando sincroniza la inyección de combustibles en el preciso momento que es abierta la válvula de admisión.

Los sensores de fase están fijados en la carcasa del motor o cuerpo postizo sujeto al motor; la señal es producida por una marca de referencia en la polea o cola del árbol de levas.

Los tipos de sensores son:

- Efecto Hall
- Magnéticos
- Ópticos

•**Sensor de fase Hall:** Este está constituido por un elemento semiconductor, alimentado por una tensión fija y un imán permanente que produce el campo magnético (señal) cuando el cuerpo giratorio interrumpe el campo magnético entre el elemento semiconductor y el Imán permanente.

•**Sensor de fase inductivo:** Este sensor es del tipo de transductores magnéticos de reluctancia variable que consta de un imán permanente rodeado de un bobinado que, al acercar un material ferroso y luego alejarlo, hace que varíe el campo magnético del imán que producirá una fuerza electromotriz en la bobina y en consecuencia se producirá una tensión de corriente alterna (AC).

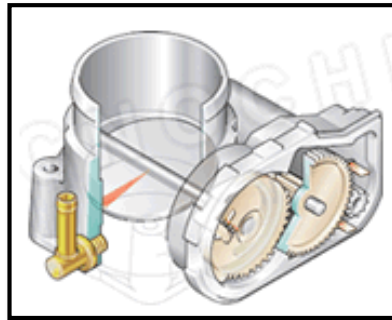
•**Sensor de fase fotoeléctrico:** Este sensor está compuesto por una luz (diodo luminoso, Led) y un elemento fotosensible (foto-diodo o foto-transistor). Cuando es interrumpida la luz entre el led y el receptor (foto-diodo), el microprocesador recibe la señal de la apertura de la válvula del cilindro N° 1.⁶

⁶Manual práctico de inyección electrónica, Sensor de fase, pág. 98

2.1.5. Mariposa Motorizada

Al interior del cuerpo del acelerador, se tiene que un motor mediante engrane que mueve el eje que soporta la placa del acelerador, este mismo engrane permite el movimiento de unas escobillas las cuales permiten funcionar el sistema de sensores, los cuales son resistencias variables tipo potenciómetro. Esta trabaja con 12v para el movimiento del motor y 5v para el sensor de posicionamiento de la paleta.

Figura 11. Mariposa motorizada



Fuente: Manual de obturador electrónico VDO

Los cuerpos de mariposa motorizado o cuerpo de aceleración motorizado brindan una mejor eficiencia en el consumo de combustible, un mayor control en la aceleración, mayores ventajas en estrategias relacionadas con sistemas de control crucero y un control para cumplir con las normas de emisiones de gases de escape.

2.1.6. Sensor de Posición del Acelerador

Se utilizan en sistemas con actuador de mariposa (o mariposa robotizada), disponiéndose para ello un sensor de posición en el acelerador; bien en el eje del pedal, o bien remotamente, mediante un cable tradicional (como los frenos de las bicicletas) o una varilla de reenvío, ubicándose el sensor en algún lugar más práctico. A partir de dicha señal, la mariposa de

gases es accionada mediante un actuador, controlado, obviamente, por el módulo de control. Si la señal desaparece por avería, el régimen del motor se estabiliza por encima del de ralentí, a unas 1200RPM, para que el vehículo pueda circular hasta el taller más próximo.

Adicionalmente, como medida de seguridad, se dispone un segundo sensor (sensor redundante) que, además, chequea el funcionamiento del primero, al comparar el módulo de control la información emitida por ambos. Uno de los dos sensores trabaja con la mitad de tensión que el otro, para que el módulo de control pueda efectuar su labor de chequeo constante, sin confusión en la señal.

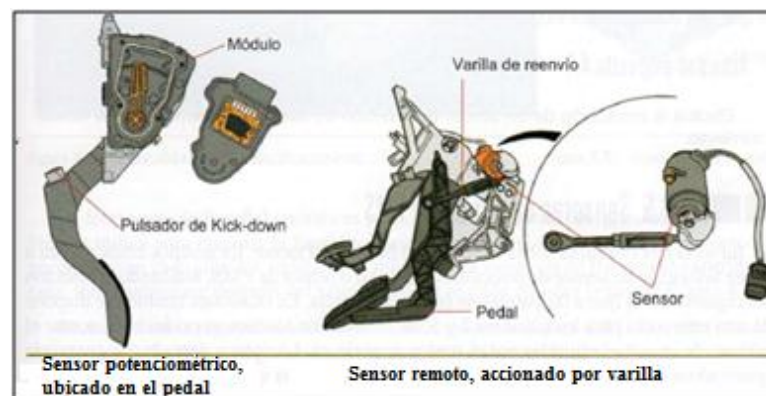
En otros casos, la señal de uno de los sensores es de valor creciente, mientras que la del otro es decreciente. Los sensores pueden ser de tres tipos:

Potenciómetros, de ángulo Hall e inductivos.

- **Potenciométricos**

El sensor está constituido por un potenciómetro o reóstato, siendo solidario su cursor al pedal del acelerador.

Figura 12. Potenciométricos



Fuente: Libro, Sistemas auxiliares del motor
Editado por: Katiuska Vidal - Marco Moreira

- **De ángulo Hall**

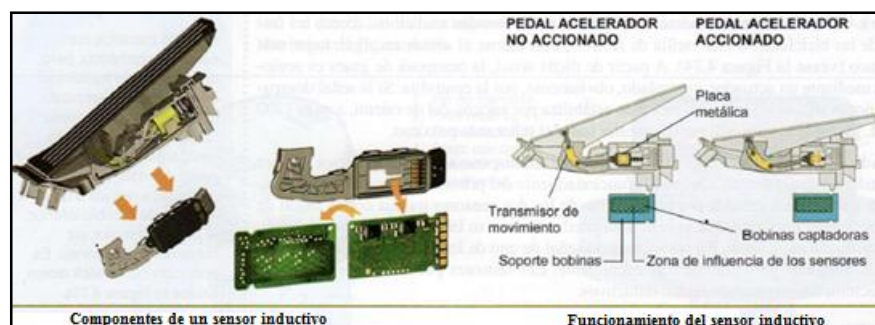
Es una variante del captador Hall tradicional, utilizado como sensor de posición en el encendido, así como sensor de fase en el árbol de levas. En este caso, la señal emitida no es cuadrada (todo o nada), sino que es de característica variable y lineal. Dispone para ello de un rotor con magnetismo permanente, el cual, en función de su posición, transmite más o menos magnetismo al sensor Hall. Se produce así una tensión Hall.

- **Inductivos**

El funcionamiento es similar al de los sensores inductivos, ya observados en sensores anteriores. Por motivos de seguridad, también se disponen dos sensores, cuya información es cotejada continuamente por el módulo de control para establecer su diagnóstico.

Cada sensor dispone de una bobina captadora, en la que se generan variaciones ante la proximidad de una placa de hierro, solidaria al acelerador. Así, en función de la posición de éste, se induce mayor o menor corriente en cada captador, transformándose después esta corriente en una señal legible por el módulo de control.⁷

Figura 13. Inductivos



Fuente: Libro, Sistemas auxiliares del motor

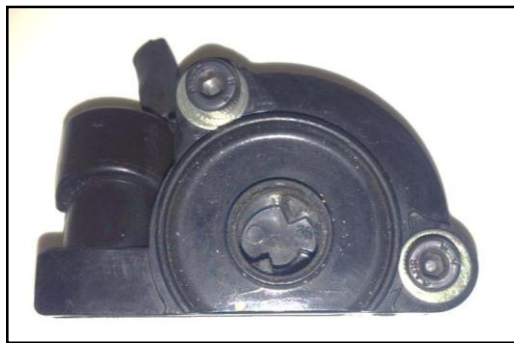
Editado por: Katiuska Vidal - Marco Moreira

⁷ Miguel AngelPerez, “Sistemas auxiliares del motor”, pág.137

2.1.7. Sensor de posición de mariposa

El sensor de posición de mariposa (TPS - Throttle Position Sensor) produce una señal de voltaje variable proporcional a la apertura de la válvula mariposa. A medida que el vehículo acelera, esta válvula se abre que a su vez hace que la señal del sensor se incremente.⁸

Figura 14. Sensor posición de mariposa



Fuente: Libro, Sensores automotrices
Editado por: Katiuska Vidal - Marco Moreira

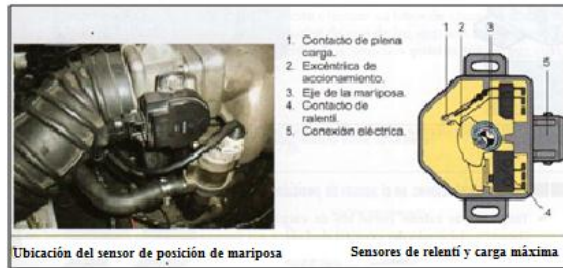
Existen dos tipos: de 3 vías las cuales detectan la apertura de la válvula de aceleración y el sensor de 4 vías el cual además de detectar la apertura de la válvula de aceleración tiene una resistencia para el arranque del vehículo, es decir, cuando se enciende el vehículo este deberá tener un valor fijo de voltaje.

Tienen la función de informar a la centralita sobre la posición en la que se encuentra la mariposa de gases, para así reconocer ciertos estados de funcionamiento y/o servir de complemento a los medidores de carga. En sistemas de última generación, se utilizan para verificar el correcto funcionamiento del actuador de mariposa. Básicamente, existen dos tipos de

⁸MandyConcepcion “Sensores automotrices y análisis de ondas de osciloscopio”, pág. 1-43

sensores, en función de su rango de medición: de ralentí y carga máxima, y de medición continua.⁹⁹

Figura 15. Estructura del Sensor posición de mariposa

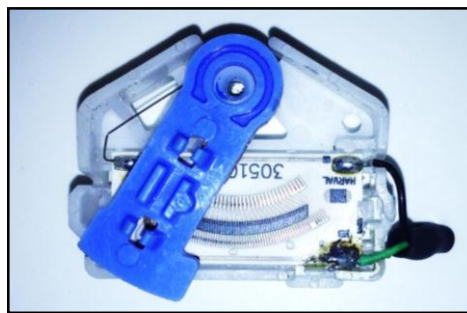


Fuente: Libro, Sistemas auxiliares del motor
Editado por: Katiuska Vidal - Marco Moreira

2.1.8. Sensor de nivel de combustible

Al variar el nivel de combustible, el brazo detector, fijamente unido a través del pivote con la palanca del flotador, se desliza con sus cursores especiales a lo largo de pistas resistivas de potenciómetro doble. Entonces transforma el ángulo de giro del flotador en una relación de tensiones proporcional al ángulo. Unos toques de fin de carrera limitan la margen angular a 100° para los niveles mínimo y máximo e impiden simultáneamente la producción de traqueteos.

Figura 16. Sensor de nivel de combustible



Fuente: Libro, Sistemas auxiliares del motor

⁹⁹ Miguel AngelPerez, “Sistemas auxiliares del motor”, pág.136

La tarea de este sensor es de detectar el nivel actual de llenado del depósito de combustible y transmitir una señal correspondiente a la unidad de control y/o al instrumento indicador en el cuadro de instrumento del vehículo. Junto a la electrobomba de combustible, el filtro de combustible, etc, este sensor constituye una parte integrante de las unidades que están montadas en los depósitos de gasolina y aseguran la alimentación fiable del motor con combustible.

2.1.9. Sensor de oxígeno

Tiene la particularidad de generar corriente, variando el voltaje de 1 voltio [promedio 0.5V], en cuanto siente residuos altos o bajos de oxígeno interpretando como una mezcla rica, o pobre dando lugar a que la computadora ajuste la mezcla, tratando de equilibrar una mezcla correcta. El sensor siempre debe ciclar entre 0.1 a 0.9 V por lo menos a 1HZ de frecuencia.¹⁰

Figura 17. Sensor de Oxígeno



Fuente: Libro, Sistemas de alimentación en motores Otto II

Su función es medir el contenido de oxígeno en los gases de escape, está ubicado, frecuentemente en el múltiple de escape, o cerca de él; solo funciona estando caliente por esta razón hay algunos que utilizan una resistencia para apresurar su calentamiento.

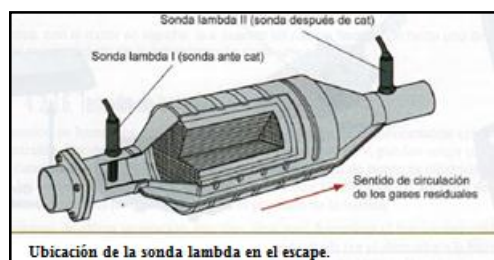
¹⁰MandyConcepcion “Sensores automotrices y análisis de ondas de osciloscopio”, pág. 1-4

Existen varios tipos de sensores de oxígeno uno de ellos es la sonda calentada la cual lleva consigo una resistencia calorífica esta ayuda a que el sensor llegue a temperatura ideal en el menor tiempo posible, las no calentadas (no llevan resistencia calorífica) las cuales funcionan a una temperatura mínima de 350°C y están ubicadas cerca de motor, las sondas planares consisten en varias capas de cerámica con un calentador embutido; pueden alcanzar su temperatura de trabajo dos veces más rápido que las calentadas.

Esta señal o parámetro de entrada es elaborada por la sonda lambda o sonda de oxígeno. Es preponderante sobre todas las demás, en los aspectos relativos a la dosificación, ya que si ésta no es la apropiada, no solo se sobrepasan los límites legales de emisiones contaminantes, sino que se desmaye rápidamente el catalizador.

Por otra parte, mediante dicha señal, se determina el principal parámetro de entrada para efectuar la regulación lambda.¹¹

Figura 18. Estructura del Sensor de Oxígeno



Fuente: Libro, Sistemas auxiliares del motor
Editado por: Katiuska Vidal - Marco Moreira

¹¹ Miguel AngelPerez, “Sistemas auxiliares del motor”, pág.145

2.1.10. Sensor de velocidad

Su principio de funcionamiento es de un colector abierto que, por medio de una resistencia pull-up, tiene un valor de 5v y cuando comienza el movimiento este valor cambia a 0v generando una señal cuadrática la cual es interpretada como la velocidad del vehículo. Al aumentar la velocidad del vehículo la frecuencia aumenta, entonces el módulo de control convierte ese voltaje en km/hr el cual usa para sus cálculos.¹²

Figura 19. Sensor de velocidad VSS



Fuente: Libro, Sistemas auxiliares del motor

El sensor de velocidad del vehículo (VSS – Vehicle Speed Sensor) está encargado de informarle al módulo de control la velocidad del vehículo, el factor de desaceleración, para controlar el velocímetro y el odómetro, y transmisiones automáticas, su función es mandar una señal en relación a las revoluciones de las llantas que van en la relación del automóvil.

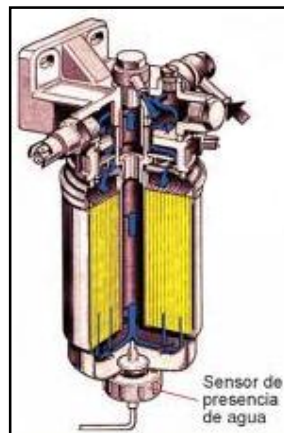
Existen varios tipos de sensores estos pueden ser magnéticos, Magneto-resistivo, contacto, y fotoeléctrico.

¹²MandyConcepcion “Sensores automotrices y análisis de ondas de osciloscopio”, pág. 1-48

2.1.11. Sensor captador de agua en el combustible

El sensor está conectado al filtro de combustible. Envía una señal al módulo de control cuando un volumen determinado de agua se ha acumulado en el filtro de combustible¹³.

Figura 20. Sensor captador de agua en el combustible



Fuente: Libro, Sistemas auxiliares del motor

Este sensor está instalado dentro del filtro de combustible y está colocado en la parte inferior del mismo.

2.1.12. Sensor de detonación

Su principio de operación está basado en la capacidad de un elemento piezoeléctrico de convertir las vibraciones en señal eléctrica (y viceversa), de esta manera el sensor colocado en un lugar específico producirá una señal de voltaje AC. Cabe señalar que el sensor está diseñado para trabajar al rango de frecuencia específica del motor.

¹³ Manual de Diagnóstico y Reparación Sistema de Control Electrónico Motores Signature, ISX y QSX15 Volumen 2, Cummins

Figura 21. Sensor de detonación



Fuente: Libro, Motores térmicos y sus sistemas auxiliares

También conocido como detector de picado, pertenece al circuito de encendido. Su misión es informar al módulo de control de la presencia de detonación, para que así ésta disminuya el ángulo de avance al encendido, hasta que desaparezca. Con su información, el módulo de control mantiene el ángulo de avance al encendido en los máximos valores que admite, en el umbral de la detonación, para así obtener el máximo rendimiento del motor, en función del combustible empleado.¹⁴

Este sensor es usado para detectar la detonación del motor; opera produciendo una señal, cuando ocurre una detonación; El uso de este sensor es frecuente en los vehículos deportivos o equipados con turbo. El módulo de control utiliza esta señal para ajustar el tiempo de encendido, y evitar el desbalance de la mezcla aire-gasolina.

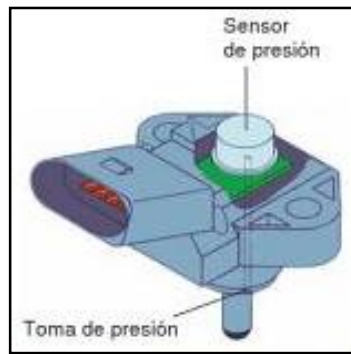
El sensor de detonación siempre está ubicado en una de las siguientes partes: Block del Motor, Cabeza de los cilindros, y en el Manifold de entrada.

¹⁴ Miguel AngelPerez, “Sistemas auxiliares del motor”, pág.144

2.1.13. Sensor de presión absoluta del múltiple de admisión

El funcionamiento del sensor MAP (Manifold Absolute Presión) está basado en una resistencia variable accionada por el vacío creado por la admisión del cilindro. Esta variación de resistencia genera un cambio en la corriente muy bajo por lo que se utiliza un puente de winstong para amplificar la señal y luego de ello pasa por un opam que envía una señal en voltaje como referencia a la variación de presión.

Figura 22. Sensor de presión de aire MAP



Fuente: Libro, Sistemas auxiliares del motor

Este sensor mide la presión del múltiple de admisión como un porcentaje, de la presión atmosférica normal, y envía la información para que la ECU ajuste el tiempo de encendido.

Existen dos tipos de sensores de presión:

- ✓ Por variación de voltaje
- ✓ Por variación de frecuencia.

Sensor de presión por variación de voltaje; el vacío provocado por los cilindros del motor, hace actuar una resistencia variable en el sensor, el cual envía información sobre la presión.

Sensor de presión por variación de frecuencia tiene dos misiones, medir la presión absoluta del colector de admisión, y verificar la presión barométrica sin haber arrancado el motor y cuando está completamente abierta la válvula de la mariposa, por lo que se va corrigiendo la señal del inyector mientras hay variación de altitud.

2.1.14. Interruptor térmico temporizado

Este sensor está ubicado en la parte externa del block y detecta la temperatura del mismo, cuando la temperatura del block alcanza los 57°C este sensor cierra un contacto interno indicando que el motor está caliente e inicie el control de la inyección a través del sistema.

Figura 23. Interruptor Térmico temporizado



Fuente: Katiuska Vidal - Marco Moreira

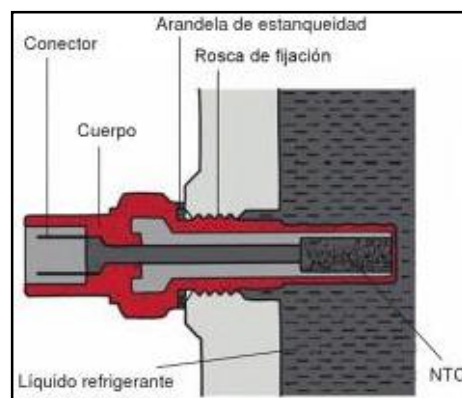
En la inyección Jetronic se dispone de un inyector especial para el arranque en frío, este inyector permite un mayor flujo de combustible. El interruptor térmico temporizado le indica a este inyector cuando dejar de enviar el flujo mayor y para ser regulado por la ECU.

2.1.15. Sensor de temperatura del líquido refrigerante

El Sensor está encapsulado en un cuerpo de bronce, para que pueda resistir los agentes químicos del Refrigerante y tenga además una buena conductibilidad térmica. Está localizado generalmente cercano al termostato del Motor, lugar que adquiere el valor máximo de temperatura de trabajo y entrega rápidamente los cambios que se producen en el refrigerante.

En su parte anterior tiene un conector con dos pines o conectores eléctricos, aislados ellos del cuerpo metálico. El Sensor recibe en uno de sus pines una alimentación de 5 Voltios como valor de referencia, tensión eléctrica que la envía la Computadora. Cuando existe una variación en la conductibilidad del Sensor, este envía a la Computadora una Tensión o voltaje ascendente cuando se calienta, variando desde décimas de Voltio cuando el Sensor está frío hasta cercano al valor de 5 Voltios cuando se ha calentado a niveles de temperatura máxima del Motor.

Figura 24. Sensor de temperatura ECT - NTC



Fuente: Libro, Sistemas auxiliares del motor

Esta señal se envía al módulo de control por medio del segundo pin del sensor, la cual identifica este voltaje variable como la temperatura del

Refrigerante del Motor, y en este momento entrega a los Inyectores, la cantidad de combustible ideal para cada etapa de temperatura del Motor.

Esta señal informa al módulo de control la temperatura del refrigerante del motor, para que la misma enriquezca automáticamente la mezcla aire-combustible cuando el motor está frío y la valla empobreciendo paulatinamente con el incremento de la temperatura, hasta llegar a la temperatura ideal de trabajo, en cuyo momento se inyectará la mezcla ideal.¹⁵

Existen dos tipos de sensores

- ✓ NTC
- ✓ PTC

Un sensor NTC (NEGATIVE TEMPERATURE COEFFICIENT), que como su nombre lo indica, es una resistencia que tiene un coeficiente negativo de temperatura. Esto quiere decir que la resistencia del sensor irá disminuyendo con el incremento de la temperatura medida, o lo que significa también que su conductibilidad irá aumentando con el incremento de temperatura, ya que cuando está frío el sensor, su conductibilidad es mala y aumenta con el incremento de temperatura.

Un sensor del tipo PTC (coeficiente de temperatura positivo), a medida que aumenta la temperatura, también aumenta la resistencia y el voltaje. Por consiguiente un sensor de temperatura, del tipo PTC, defectuoso (fuera de rango) en un motor caliente, con resistencia y tensión baja, producirá mezcla rica y un motor frío con resistencia y voltaje alta ocasionará una mezcla pobre.

¹⁵Efren Cuello Serrano, “Sistemas de inyección electrónica de gasolina”, pág.26

Figura 25. Sensor de temperatura PTC



Fuente: Libro, Circuitos eléctricos auxiliares del vehículo

PTC = + T + R + V (a mayor temperatura, mayor resistencia y voltios)

NTC = + T - R - V (a mayor temperatura, menor resistencia y voltios)¹⁶

2.1.16. Sensor de temperatura del aceite de transmisión

Este sensor es de tipo NTC el cual al aumentar la temperatura su resistencia disminuye.

Figura 26. Sensor de temperatura de aceite



Fuente: Manual de Interruptores y Sensores VDO

¹⁶Manual de inyección electrónica, Sensores inductivos volante de cigüeñal, pág. 77

Este sensor se encuentra ubicado en el la caja de cambio automática, sirve para medir la temperatura del aceite con la finalidad de proteger la caja automática ya que con una temperatura inadecuada del aceite pierde sus características de viscosidad.

2.1.17. Sensor de nivel de líquido de freno

Este es un sensor de nivel el cual detecta el nivel mínimo de fluido hidráulico y se activa una señal de alarma cuando se encuentra por debajo de este nivel.

Un flotador magnético se encuentra en dirección perpendicular al sensor, cuando el nivel de líquido disminuye, el flotador baja activando un contacto magnético en el sensor el cual indica que hay un bajo nivel de líquido de freno.

Figura 27. Sensor de nivel de líquido de freno



Fuente: Libro, Sistemas de transmisión y frenado

Editado por: Katuska Vidal - Marco Moreira

Al aplicar el pie en el pedal de freno, se da por sentado que la mecanismo de frenado comenzará a disminuir la velocidad o detener el vehículo. Un sensor herméticamente sellado juega un papel fundamental a la fiabilidad para mantener un nivel adecuado del líquido de frenos. Si el líquido

de frenos es insuficiente puede significar la pérdida del sistema de frenado del vehículo.

2.1.18. Sensor de presión del aceite de transmisión

El corazón del sensor lo constituye una membrana de acero, sobre la que están metalizados por evaporación unos elementos piezorresistivos formando un circuito en puente. El campo de medición del sensor depende del espesor de la membrana (membrana gruesa para presiones elevadas, membrana delgada para presiones reducidas). Tan pronto como la presión a medir atraviesa el racor y actúa sobre un lado de la membrana, el valor de resistencia de los elementos piezorresistivos varía a causa de la deformación de la membrana.

La tensión de salida de 0 a 80mV generada por el puente es conducida por líneas de unión a un circuito de evaluación del sensor. Este circuito amplifica la señal emitida por el puente a un valor entre 0 y 5 V y lo transmite a la unidad de control, que partiendo de él calcula la presión con la ayuda de una característica memorizada

Figura 28. Sensor de presión del aceite de transmisión



Fuente: Libro, Sistemas de transmisión y frenado

Este sensor se encuentra ubicado en el reservorio de la bomba de aceite de transmisión y sirve para detectar la presión del mismo. Está compuesto por una galga de resistencia variable.

2.1.19. Sensor de caja de transmisión

Este sensor va enchufado en la carcasa del cambio. Se encarga de explorar electrónicamente la parte exterior del embrague doble y detecta de esa forma el régimen de entrada al cambio. El régimen de entrada al cambio es idéntico al régimen del motor.

El sensor de régimen trabaja según el principio de efecto Hall. Este sensor se comunica con la Mecatrónica a través de cables eléctricos.¹⁷

Figura 29. Sensor de entrada de la caja de transmisión



Fuente: Libro, Sistemas de transmisión y frenado

El sensor de velocidad de impulsión proporciona información acerca de la velocidad a la que gira el eje impulsor. A medida que los dientes de la maza del embrague de impulsión pasan por la bobina del sensor, se genera voltaje corriente alterna.

¹⁷Esteban Dominguez, “Sistemas de transmisión y frenado”, Pag. 135

Figura 30. Sensor de salida de la caja de transmisión



Fuente: Libro, Sistemas de transmisión y frenado

Las señales del sensor de entrada al cambio se utilizan como magnitud de entrada para calcular el patinaje de los embragues multidisco. Conociendo el patinaje de los embragues, el módulo de control puede gestionar de un modo más exacto la apertura y el cierre de los embragues. Si se ausenta la señal, la unidad de control emplea el régimen del motor como señal supletoria, procedente del CAN-Bus.

Con ayuda de estas señales de entrada, la unidad de control detecta la velocidad y el sentido de marcha del vehículo. El sentido de marcha se detecta a través de las señales mutuamente decaladas. Si se invierte el sentido de marcha las señales ingresan por el orden inverso en el módulo de control.

Si se ausentan estas señales, la unidad de control emplea las señales de velocidad de marcha y sentido de marcha procedentes de la unidad de control para ABS.

2.1.20. Sensor acelerómetro - girómetro

Es un elemento de medición micro-mecánica para medir la velocidad de rotación, se compone de un diapasón inverso con dos circuitos lineales de vibración, el circuito de excitación y el de evaluación.

La conducción y evaluación se llevan a cabo electrostáticamente con una estructura sensible. El elemento de medición se compone de dos composiciones, que están conectados por un muelle de acoplamiento, y la misma frecuencia de resonancia para los dos modos de oscilación, es típicamente 15 kHz y por lo que está fuera del espectro de ruido habitual del vehículo y es por lo tanto resistente a las aceleraciones parasitarias.¹⁸

Figura 31. Sensor girómetro acelerómetro



Fuente: Libro, Manual del automóvil de Bosch

La velocidad del vaivén así como la aceleración transversal son determinadas por un captador único y, las informaciones son transmitidas por cableado convencional o multiplexado al calculador del ABS

2.1.21. El sensor del ángulo de la dirección

Este sensor es óptico el cual tiene tres señales A, B, y C Las señales A y B están desfasadas en 90° y la señal C es la que marca el inicio del ciclo, dicho en otras palabras, indica el número de vueltas del volante. Con ellas se detecta la velocidad con la que se desea girar, el ángulo de giro y la dirección del giro.

¹⁸Bosch “Los sensores del automóvil”, pág.46

Figura 32. Sensor de ángulo de dirección



Fuente: Katuska Vidal - Marco Moreira

El control electrónico de estabilidad tiene como función principal mantener el vehículo en la trayectoria prescrita por el conductor mediante intervenciones apropiadas en los frenos. Para ello, una unidad de control compara el ángulo de giro ajustado al volante y la presión de frenado deseada con el movimiento de giro y la velocidad efectiva del vehículo efectuando, en caso necesario un frenado selectivo de las ruedas. De este modo se consigue un “ángulo de deriva” pequeño que impide un derrape hasta los límites fijados por la física.

Existen varios tipos de sensores

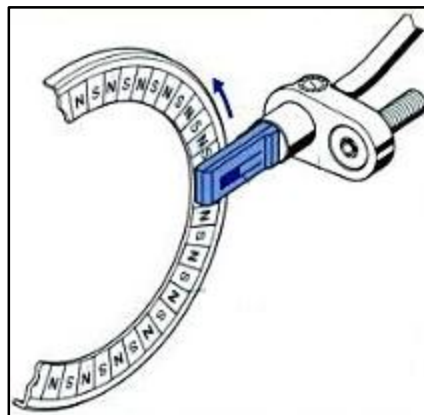
El sensor tipo hall detecta mediante catorce barreras hall la posición angular y el número de vueltas del volante, nueve barreras sirven para determinar el giro del volante y las seis restantes sirven para registrar el número de vueltas.

El sensor magneto resistivo de ángulo de volante, funciona con sensores AMR (Anisotrop Magneto Resistive), cuya resistencia eléctrica varía en función del sentido de un campo magnético externo.

2.1.22. Sensor Captador de rueda

El sensor del captador varía en función del campo magnético en el cual se encuentra. La rueda dentada es reemplazada por una rueda fónica es decir, que contiene pares de polaridad Norte-Sur. Este tipo de captador suministra una señal cuadrada de amplitud constante cualquiera que sea su velocidad de giro, lo que permite filtrar mejor la señal y ser insensible a los ruidos parásitos electromagnéticos. Estos captadores contienen dos cables, la alimentación de uno de ellos es a 12v y proviene del calculador ABS. El otro cable corresponde a la señal.

Figura 33. Sensor captador de rueda



Fuente: Libro, Los sensores del automóvil de Bosch

El sensor captador de rueda del sistema ABS(Anti-Blocker System) detecta cuando las ruedas están a punto de quedar bloqueadas y a través de sus sensores envía una señal a la computadora, lo que reduce la presión realizada sobre los frenos, sin que intervenga en ello el conductor.

2.1.23. Sensor de temperatura ambiental de la cabina

Consta de un pequeño ventilador el cual extrae el aire de la cabina para ser sensado por un NTC, que de igual forma al aumentar la temperatura baja su resistencia interna.

Figura 34. Sensor de la cabina



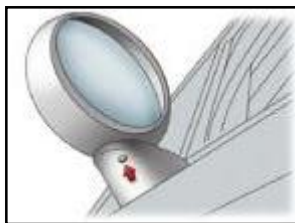
Fuente: Libro, Climatización automática

Este sensor se encuentra ubicado dentro de la cabina, sirve para medir la temperatura ambiental del interior y compáralo con el sensor del exterior.

2.1.24. Sensor de temperatura ambiental externa

Este sensor es de tipo NTC el cual al aumentar la temperatura su resistencia disminuye.

Figura 35. Sensor de temperatura externo



Fuente: Libro, Climatización automática

Este sensor se encuentra ubicado en la parte inferior del retrovisor externo, sirve para medir la temperatura ambiental del exterior con la finalidad de comparar a la temperatura de la cabina a fin de que al momento de salir del auto no tener un colapso por el cambio brusco de temperatura.

2.1.25. Sensor volumétrico

El sensor llena continuamente la habitación con ondas de sonido de alta frecuencia (ultrasónicas). Cualquier movimiento dentro de los rangos del sensor provoca un cambio en la frecuencia original emitida. El receptor del sensor asocia cualquier cambio en las frecuencias como movimiento.

Los sensores volumétrico utilizados como sensores de proximidad dentro del vehículo sirven para detectar un intruso dentro de él cuándo este está activada la alarma.

Figura 36. Sensor de volumétrico



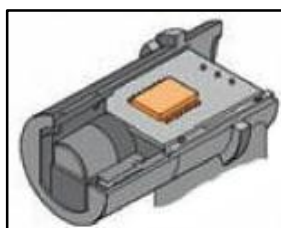
Fuente: Libro, Climatización automática

2.1.26. Sensores de proximidad

El sensor ultrasónico funciona según el principio “impulso - eco” en combinación con la triangulación. Cuando recibe la unidad de control un impulso digital de emisión, el circuito electrónico excita la membrana de aluminio mediante impulsos rectangulares dentro de la frecuencia de

resonancia para generar vibraciones típicas de aproximadamente 300 us, emitiéndose ondas ultrasónicas; la onda sonora reflejada por el obstáculo hace vibrar a su vez la membrana, que entre tanto se había estabilizado. La pieza cerámica convierte estas vibraciones en una señal eléctrica analógica, que la electrónica del sensor amplifica y transforma en una señal digital.

Figura 37. Sensor de proximidad



Fuente: Libro, Circuitos eléctricos auxiliares del vehículo

Los sensores ultrasónicos se utilizan para averiguar las distancias a que se encuentran posibles obstáculos y para vigilar un espacio, estos están integrados en los parachoques de los vehículos con la finalidad de facilitar la entrada y salida de parqueaderos y maniobras de estacionamiento.¹⁹

Existen dos tipos de captadores de obstáculo de proximidad, son los de espectro difuso en donde la radiación es más ancha y generalmente están ubicados en los parachoques delanteros y traseros. Y los captadores de espectro concentrado los cuales tienen una menor radiación pero mayor alcance son utilizados para la supervisión de ángulo muerto.

2.1.27. Sensor combinación luz-lluvia

El sensor de lluvia registra gotas de agua en el parabrisas mediante un método óptico electrónico. Para ello, unos diodos de transmisión envían una luz infrarroja la cual es conducida a través del parabrisas a su superficie exterior.

¹⁹Sensores en el automóvil. Pág. 37

Los diodos receptores detectan la luz reflectada. Si el parabrisas está casi completamente seco, la luz infrarroja llega a los diodos receptores con casi toda su fuerza (reflexión total). Por el contrario, en caso de lluvia, debido a las gotas de agua, la luz infrarroja llega sólo parcialmente. La electrónica de mando reconoce en base a estas diferencias de señales la existencia de gotas en el parabrisas, conectado entonces debidamente la frecuencia del limpiaparabrisas.

El sensor de luz dispone de dos sensores independientes para registrar la luz ambiente y para el alumbrado de la calzada. El sensor de la luz ambiente mide la intensidad luminosa del ambiente en general. Para ello registra la luz en un ángulo máximo posible sin tener en cuenta de donde procede. Contrariamente, el sensor de la calzada mide la intensidad de luz en un ángulo reducido dirigido directamente hacia la calzada delante del vehículo.

Figura 38. Sensor de luz de día y de lluvia



Fuente: Libro, Circuitos eléctricos auxiliares del vehículo

Mediante la integración de un sensor de lluvia y de luz en un solo módulo se tiene la posibilidad de montar en ellos funciones relevantes de seguridad mediante un mando automático del limpiaparabrisas y de las luces, siendo increíblemente la facilidad de montaje. Con ello, el conductor aprovecha óptimamente la velocidad del limpiaparabrisas en dependencia de la humedad del parabrisas. Igualmente, el conductor puede olvidarse de conectar las luces al llegar la noche o pasar por túneles.

CAPÍTULO III

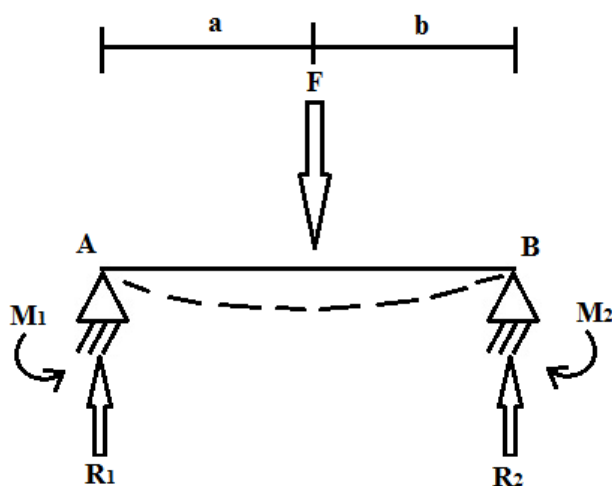
DISEÑO DEL BANCO DE ENTRENAMIENTO

Los elementos de muchas estructuras deben resistir fuerzas aplicadas transversalmente a sus ejes. Estos elementos reciben el nombre de vigas. En una viga genérica con todas las fuerzas en el mismo plano aparecerán tres componentes de las fuerzas internas en cada sección, axil N , cortante V , y momento flector M . En este Capítulo desarrollaremos los cálculos y esfuerzos de flexión para la construcción de nuestro banco, para la maqueta didáctica en donde estarán instalados nuestros sensores.

3.1. Cálculo de Esfuerzos de Flexión

El esfuerzo de flexión puro o simple se obtiene cuando se aplican sobre un cuerpo pares de fuerza perpendiculares a su eje longitudinal, de modo que provoquen el giro de las secciones transversales con respecto a los inmediatos.

Figura 39. Fuerzas del esfuerzo de flexión



Fuente: Katiuska Vidal – Marco Moreira

Para encontrar este esfuerzo se necesita conocer algunas variables como el peso, y ello lo obtenemos de la fórmula:

$$W = mg$$

$W \therefore \text{Peso}$

$g \therefore \text{Gravedad}$

$m \therefore \text{Masa}$

Los datos son

$$a = 1220 \text{ mm} = 1.22 \text{ m}$$

$$m = 32 \text{ Kg}$$

$$g = 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$W = (32)(9.81)$$

$$f = 1.5$$

$f \therefore \text{Factor de Seguridad}$

$$(W)(f) = (313.92)(1.5) = \mathbf{470.88 \text{ N} = F}$$

$F \therefore \text{Fuerza}$

ESFUERZO CORTE Y FLEXIÓN

$$\sum F = 0$$

$$0 = F - R_1 - R_2$$

$$F = R_1 + R_2$$

$$F = 2R$$

$$470.88 = 2R$$

$$\mathbf{R = 235.44 \text{ Newtons}}$$

$$\sum M = 0$$

$$\sum M_A = R_2(a + b)$$

$$\sum M_B = R_1(a + b)$$

$$\Rightarrow \mathbf{R_1 = R_2}$$

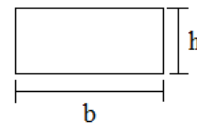
MOMENTO FLECTOR

$$M_1 = (F)(a)$$

$$M_1 = (470.88)(1.22)$$

$$M_1 = 574.47 \text{ Nm}$$

$$I = \frac{b^3 h}{12}$$



$b \therefore$ Base de area transversal = 200 mm

$h \therefore$ Altura de area transversal = 40 mm

DESPLAZAMIENTO

$$Y_{max} = \frac{(F)(2a)^3}{48 E I}$$

$$I = \frac{(0.2)^3(0.04)}{12}$$

$$I = 2.66 \times 10^{-5}$$

$Y \therefore$ Deformación máxima

$E \therefore$ Módulo de Elasticidad

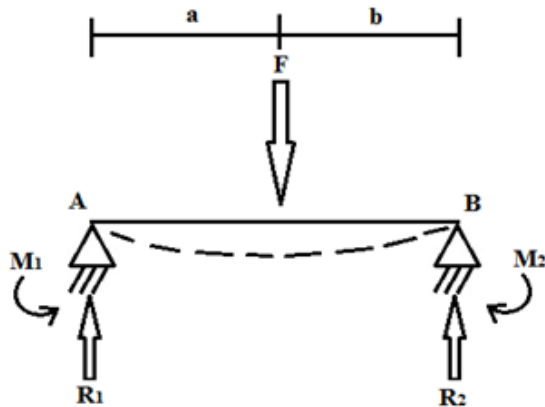
$I \therefore$ Inercia

$$Y_{max} = 0.049 \text{ m}$$

$$Y_{max} = \frac{(470.88)((2)(1.22))^3}{(48)(110 \times 10^6)(2.66 \times 10^{-5})}$$

DIAGRAMAS

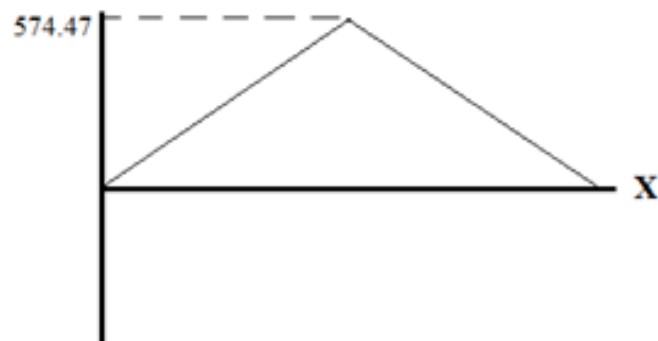
Diagrama de Cuerpo Libre. En él se representan las fuerzas que actúan sobre la estructura metálica.



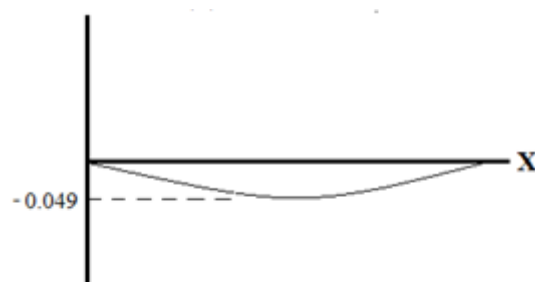
Esfuerzo Cortante N. En el grafico podemos observarlas resultantes de las tensiones paralelas a la sección transversal.



Momento flector. La siguiente grafica muestra el momento de fuerza resultante de una distribución de tensiones sobre una sección transversal del cuerpo.



Desplazamiento (m). En el grafico podemos observar la deformación máxima que va a sufrir el cuerpo (la plancha de madera).



3.2. Selección de materiales

A continuación se procede a detallar la lista de los materiales utilizados para realizar la estructura de la maqueta los cuales podemos observar en la siguiente tabla.

Tabla.1 Materiales

Cant.	Descripción
24	Pernos avellanados
3	Plancha de formica 1.2m * 2.2m
1.5	Galones de pegamento
2	Litros de cola blanca
6	Garruchas
9	Agarraderas para cajones
4	Tubos cuadrados 1.5" de hierro
8	Planchas galvanizadas 1/32" de espesor
3	Platinas 1 1/4 " * 3/16"
10	Juegos de riel para cajones
2	Ángulos 1 1/2 * 1/8
3	Kg palillo 6011
1	Gln. Disluyente
1	Gln. Pintura Azul eléctrico

Elaborado por: Katusca Vidal – Marco Moreira

Tabla. 2 Herramientas

Cant.	Descripción
10	Lija # 80
10	Lija # 600
1	Jgo. Destornilladores
2	Brocas 3/16"
1	Sierra de 64 dientes
2	Disco de corte 4 1/2* 1/16

Elaborado por: Katuska Vidal – Marco Moreira

Se utilizaron estos materiales debido a que nos proporcionan el peso, robustez y acabado que necesitamos. La madera que se colocó en el banco ayuda al mismo a contrarrestar el peso del tablero de sensores, para que así la estructura no ceda hacia adelante, Los equipos utilizados fueron: Una moladora, motor tool, arco de sierra.

3.3. Diseño de la estructura del banco de entrenamiento.

Para el banco de entrenamiento se necesitó un área de 2.44 x 1.57 m en la cual está montado en un banco como se muestra en la figura 40.

Figura 40. Diseño de banco



Fuente: Katuska Vidal – Marco Moreira

Dicha área se distribuyó de manera sectorizado, es decir, los sensores de aire, sensores de posición, sensores de temperatura, sensores móviles (ckp, cmp), sensores de confort y sensores de caja de transmisión.

Los sensores que necesitan de condiciones externas como movimiento, temperatura, tienen un swicht de encendido con el cual se puede energizar estos mecanismos, así mismo tiene terminales con los cuales se puede medir el voltaje de alimentación y de señal y con el uso de un osciloscopio se puede observar su curva de trabajo.

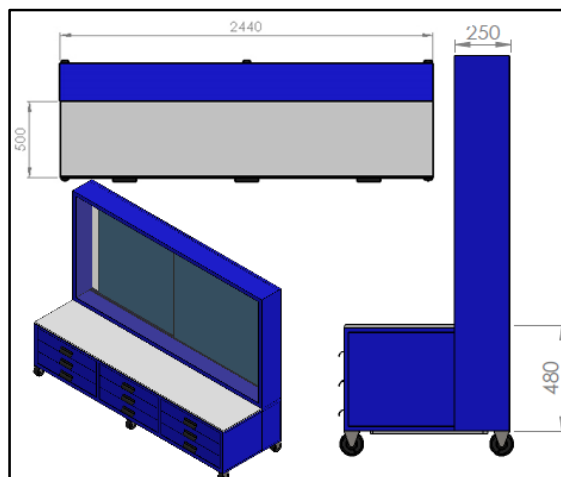
3.4. Diseño gráfico de la maqueta

Para el diseño gráfico de la maqueta se utilizó vinil ya que sus características de impermeabilidad, brillantez y estética son las ideales para este proyecto.

En este diseño están el circuito de conexión de cada sensor y su curva de funcionamiento.

En la parte superior izquierda se encuentra el logo de la Universidad Internacional del Ecuador, y en la parte inferior derecha el logo de la Facultad de Ingeniería Mecánica Automotriz.

Figura 41. Vistas del diseño de banco



Fuente: Katiuska Vidal – Marco Moreira

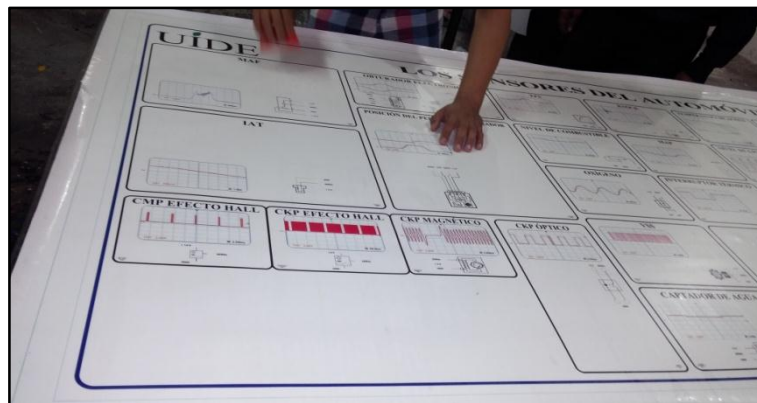
CAPÍTULO IV

CONSTRUCCIÓN DEL BANCO DE ENTRENAMIENTO

4.1. Instalación de etiquetado

Para la instalación del vinil se retiró el acrílico de la maqueta, en la que se realizó una limpieza con alcohol para quitar todo tipo de pegamento y suciedad que hubiera en el mismo, luego con agua y jabón líquido se procedió a rosear sobre el acrílico y el vinil para proceder a la instalación del mismo una vez instalado se procedió con una espátula a quitar el exceso del agua y burbujas que quedaban dentro de él.

Figura 42. Instalación del vinil



Fuente: Katiuska Vidal – Marco Moreira

Luego se procedió a realizar la instalación del tablero en la estructura del banco con sus respectivos tornillos y a realizar las perforaciones en el tablero para ubicar los sensores en la parte delantera del mismo y en la parte posterior se procedió a ubicar todo el cableado, circuitería y demás componentes a utilizar.

Figura 43. Fabricación de perforaciones en el tablero



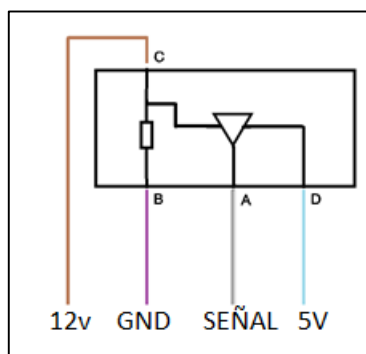
Fuente: Katusca Vidal – Marco Moreira

4.2. Instalación de componentes

4.2.1. Instalación del sensor MAF

El sensor MAF de hilo caliente tiene 4 pines los cuales 2 son para la resistencia y 2 para la señal del sensor.

Figura 44. Conexión del sensor MAF



Fuente: Katusca Vidal – Marco Moreira

La resistencia de hilo caliente es de 2.1Ω si aplicamos la ley de ohm

$$I = V/R$$

En donde:

I : corriente

V : voltaje

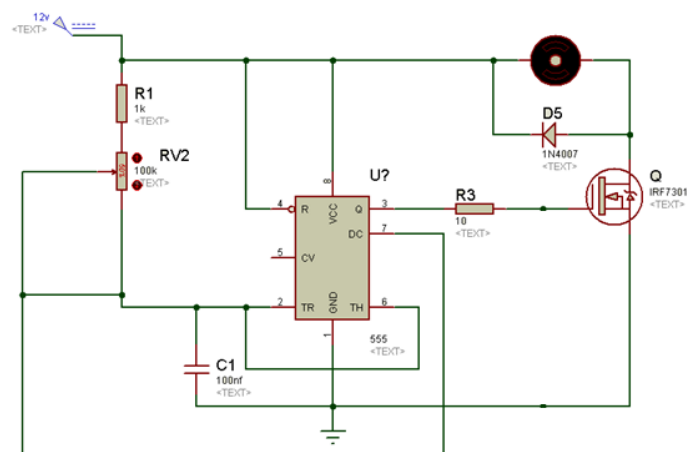
R : resistencia

Tenemos como resultado que se necesitara una corriente de 6A

Este dato nos servirá para la selección de la fuente de voltaje.

Para poder realizar la simulación del sensor se necesita un flujo de aire por lo que se dispuso de un ventilador en dirección del sensor, para realizar la variación del flujo se creó un circuito que controle la velocidad del ventilador. Este tiene como base de funcionamiento el circuito integrado 555 con el cual se realiza un modelo estable que puede ser regulado su frecuencia de salida con un potenciómetro y para el soporte de la corriente se utilizó un transistor IRF7301 el cual puede soportar una corriente de 10 amp.

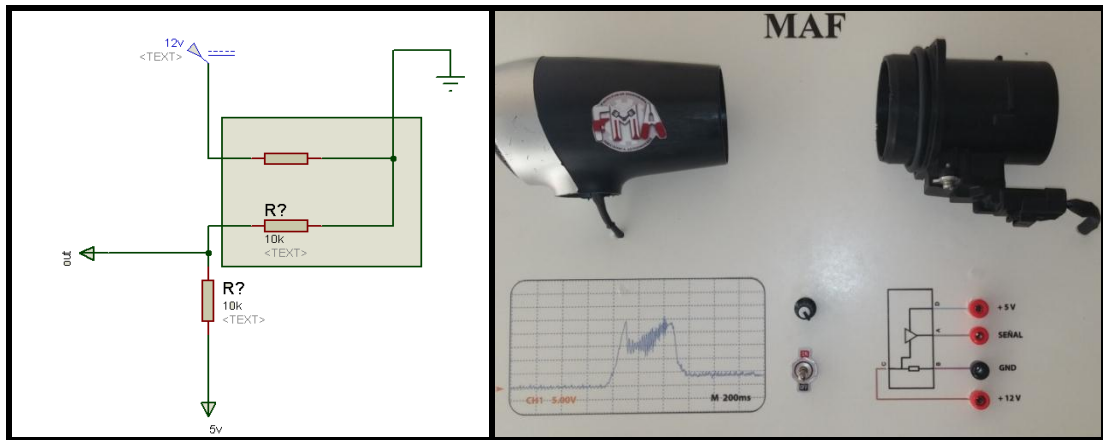
Figura 45. Regulador de velocidad Motor DC (Ventilador)



Fuente: Katuska Vidal – Marco Moreira

Para el tener una referencia de la señal se debe colocar una resistencia en Pull-up de $1K\Omega$ de esta forma se obtiene valores de voltaje en el sensor.

Figura 46. Circuito e Instalación del sensor MAF

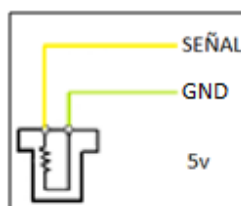


Fuente: Katiuska Vidal – Marco Moreira

4.2.2. Instalación del sensor IAT

El sensor IAT tiene 2 pines, su funcionamiento es NTC el cual a medida que aumenta la temperatura, su resistencia disminuye.

Figura 47. Conexión del sensor IAT

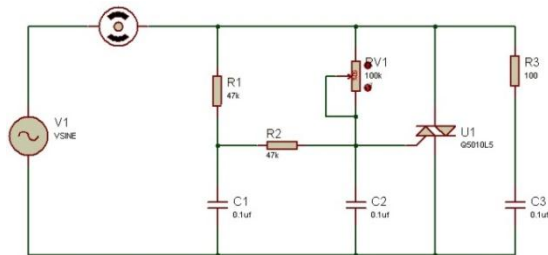


Fuente: Katiuska Vidal – Marco Moreira

Para la simulación de este sensor, se instaló una secadora de cabello para enviar un flujo de aire caliente el cual será controlado por medio de una tarjeta electrónica reguladora de velocidad. El control de los motores AC utiliza un regulador a base de un Triac el cual controla el paso de la corriente alterna a la carga conmutando entre los estado de conducción y corte

durante los semiciclos negativos y positivos de la señal de alimentación, la señal de corriente alterna.

Figura 48. Regulador de velocidad motor AC (Secadora)



Fuente: Katiuska Vidal – Marco Moreira

Para el tener una referencia de la señal se debe colocar una resistencia en Pull-down de 2.2KΩ la cual se calcula desde la fórmula de divisor de voltaje.

$$R1=2.8K\Omega$$

$$R2= ?$$

$$Vi= 5 V$$

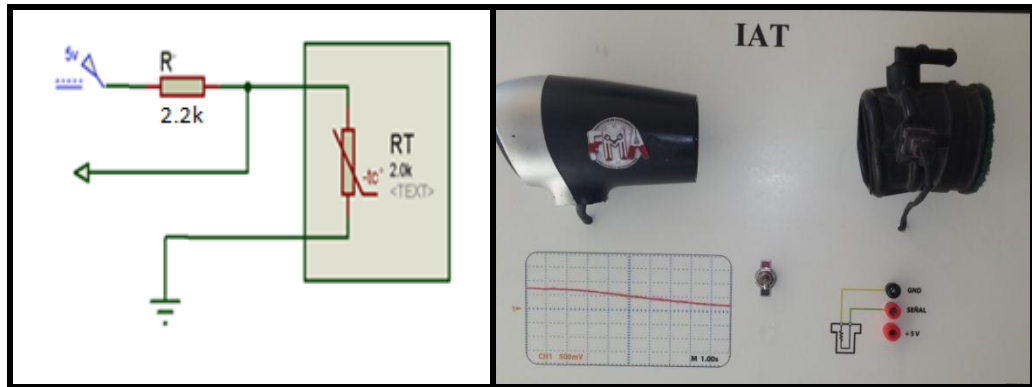
$$Vo=2.5v$$

$$Vo = \frac{R1}{R1 + R2} * Vi$$

En donde R1 es la resistencia variable del sensor, que a condiciones normales es de 2.8KΩ, R2 es la resistencia fija a calcular, Vo es el voltaje de salida que deseamos obtener, y para nuestro proyecto será de 2.5v, y Vi es el voltaje de alimentación que es de 5V.

Reemplazando los datos en la formula tenemos de resultado que $R2 = 2.2K\Omega$

Figura 49. Circuito e Instalación del sensor IAT



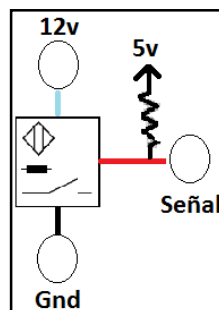
Fuente: Katuska Vidal – Marco Moreira

4.2.3. Instalación del sensor CMP efecto Hall

El sensor CMP efecto Hall tiene 3 cables, los cuales son

1. 12v
2. GND
3. Señal.

Figura 50. Conexión del sensor CMP Efecto Hall

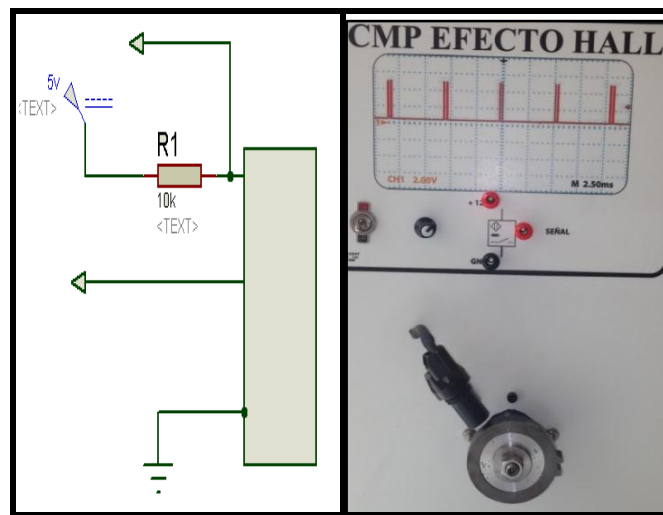


Fuente: Katuska Vidal – Marco Moreira

Para la simulación de este sensor, se instaló una rueda dentada simulando el movimiento del árbol de leva el cual será controlado por medio de una tarjeta electrónica descrita en la página 56.

Para los sensores tipo magnéticos, el cual utiliza dos cables, su circuito de conexión es el siguiente.

Figura 51. Circuito e Instalación del sensor CMP Efecto hall



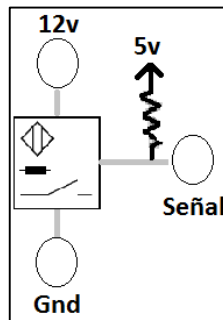
Fuente: Katiuska Vidal – Marco Moreira

4.2.4. Instalación de los sensores CKP Efecto Hall y magnético

El sensor CKP efecto Hall tiene 3 cables, los cuales son:

1. 12v
2. GND
3. Señal

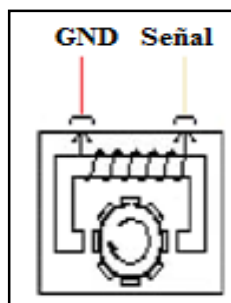
Figura 52. Conexión del sensor CKP Efecto Hall



Fuente: Katiuska Vidal – Marco Moreira

Se instaló una resistencia pull-up la que nos sirve para tener una referencia de voltaje alto.

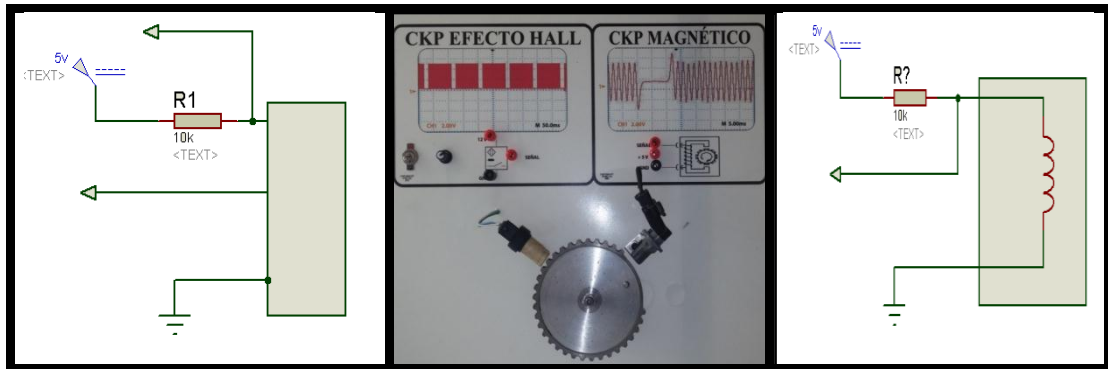
Figura 53. Conexión del sensor CKP Magnético



Fuente: Katiuska Vidal – Marco Moreira

Para el movimiento de la rueda dentada se utilizó un motor y su respectiva tarjeta controladoras de velocidad la cual esta descrita en la página 56.

Figura 54. Circuitos e Instalación del sensor CKP Efecto Hall y magnético



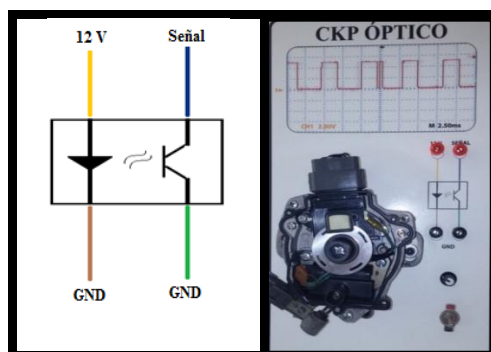
Fuente: Katiuska Vidal – Marco Moreira

4.2.5. Instalación del sensor CKP Óptico

El sensor CKP óptico tiene 6 cables:

1. Habilitador del encendido,
2. Tierra
3. Sin conexión
4. Sensor CKP
5. Alimentación del sensor a 12 v
6. Referencia negativa de sensor.

Figura 55. Conexión e Instalación del sensor CKP Óptico



Fuente: Katiuska Vidal – Marco Moreira

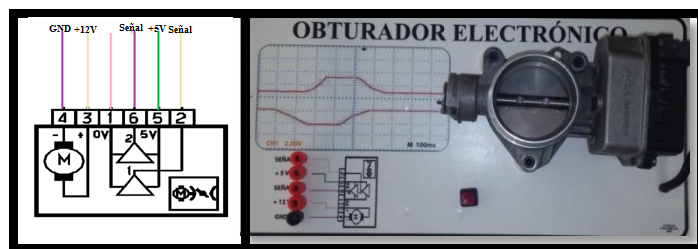
Para la simulación de este sensor se utilizó un motor y tarjeta reguladora de velocidad la cual esta descrita en la página 56.

4.2.6. Instalación del Obturador Electrónico

El modulo del obturador electrónico tiene un conector de 6 pines:

1. Referencia negativa del sensor
2. Primera señal de salida
3. Negativo del motor de la mariposa
4. Positivo del motor de la mariposa,
5. Referencia positiva del sensor
6. Segunda señal del sensor.

Figura 56. Conexión del Obturador Electrónico



Fuente: Katiuska Vidal – Marco Moreira

Para el movimiento semiautomático se instaló un pulsante el cual activa el motor de la mariposa lo que provoca una apertura rápida de la misma.

4.2.7. Instalación del pedal del acelerador

El pedal de aceleración tiene 4 pines:

1. Señal 1
2. Referencia negativa

3. Señal 2
4. Referencia positiva.

Figura 57. Conexión e Instalación del pedal de acelerador



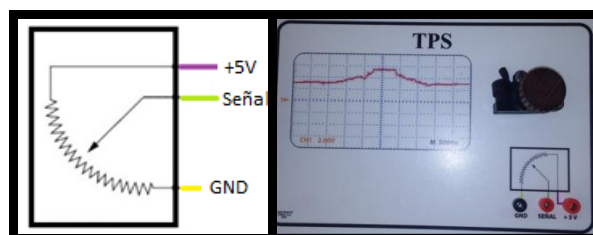
Fuente: Katiuska Vidal – Marco Moreira

4.2.8. Instalación del sensor TPS

El sensor TPS tiene tres pines

1. Referencia positiva
2. Señal de la posición de la mariposa
3. Referencia negativa.

Figura 58. Conexión e Instalación del TPS



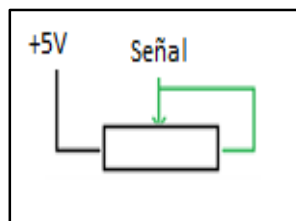
Fuente: Katiuska Vidal – Marco Moreira

4.2.9. Instalación del sensor de nivel de combustible

El sensor de nivel de combustible tiene 2 pines

1. Negativo
2. Resistencia pull-up para poder cerrar el circuito generando una pequeña corriente.

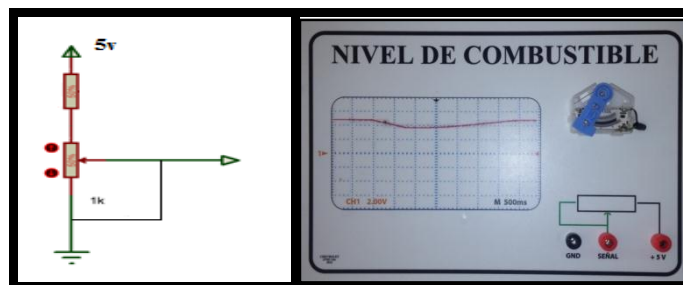
Figura 59. Conexión del sensor de nivel de combustible



Fuente: Katiuska Vidal – Marco Moreira

Para el sensor de nivel de combustible se utiliza la siguiente configuración

Figura 60. Circuito e Instalación del Nivel de combustible



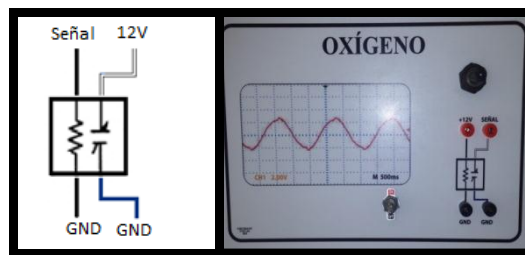
Fuente: Katiuska Vidal – Marco Moreira

4.2.10. Instalación del sensor de oxígeno

Es sensor de oxígeno tiene una resistencia calentadora la cual es activada por medio de un switch y sus dos cables de conexión del sensor.

1. Positivo resistencia 12v
2. Negativo resistencia GND
3. Señal O₂
4. Gnd

Figura 61. Conexión e Instalación del sensor de oxígeno



Fuente: Katuska Vidal – Marco Moreira

Dicho sensor se le ha colocado una cobertura de teflón y asbesto con la finalidad de crear un aislante térmico y no afecte al acrílico y al vinil.

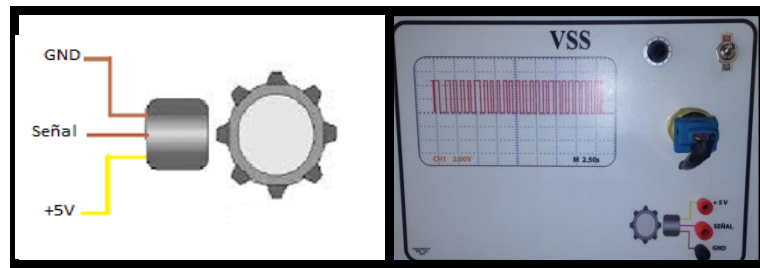
4.2.11. Instalación del sensor VSS

El sensor de velocidad tiene un conector con tres pines,

1. Referencia positiva
2. Señal
3. Referencia negativa.

Este sensor se alimenta a 12 v.

Figura 62. Conexión e Instalación del sensor vss



Fuente: Katiuska Vidal – Marco Moreira

Para la simulación del este sensor se acoplo un motor DC y su respectiva tarjeta de control la cual esta detallada en la pag. 54.

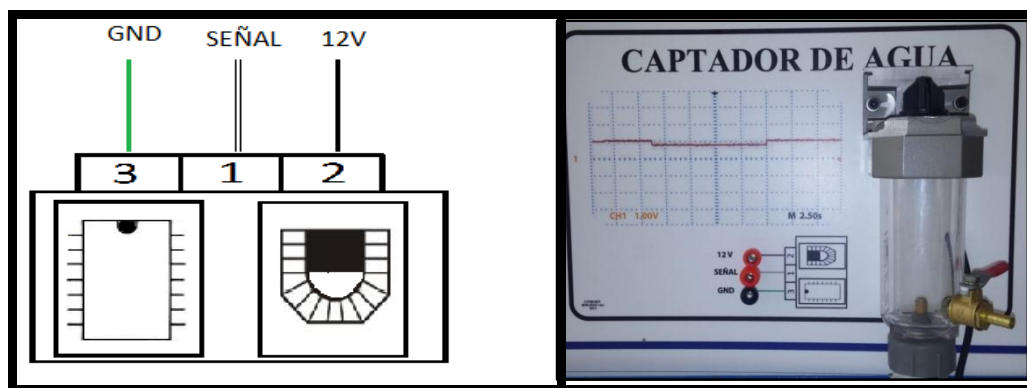
4.2.12. Instalación del Captador de Agua en el Combustible

El sensor de velocidad tiene un conector con tres pines:

1. Referencia positiva
2. Señal
3. Referencia negativa.

Este sensor se alimenta a 12 v.

Figura 63. Instalación del captador de agua en el combustible



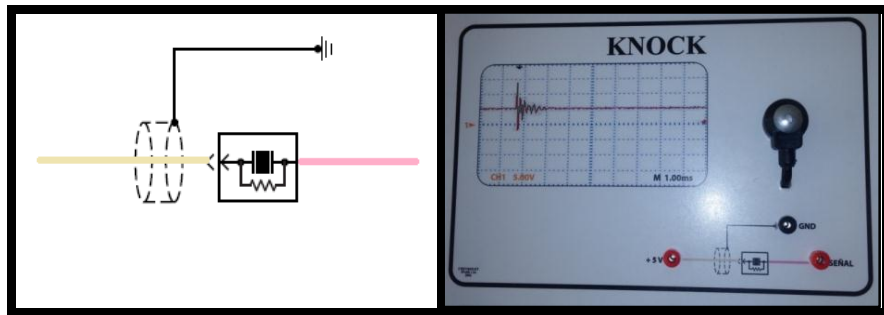
Fuente: Katiuska Vidal – Marco Moreira

4.2.13. Instalación del sensor Knock

El conector del sensor de golpeteo tiene 3 pines:

1. Alimentación
2. Señal
3. Enmallado el cual es conectado a referencia negativo

Figura 64. Conexión e instalación del Knock Sensor



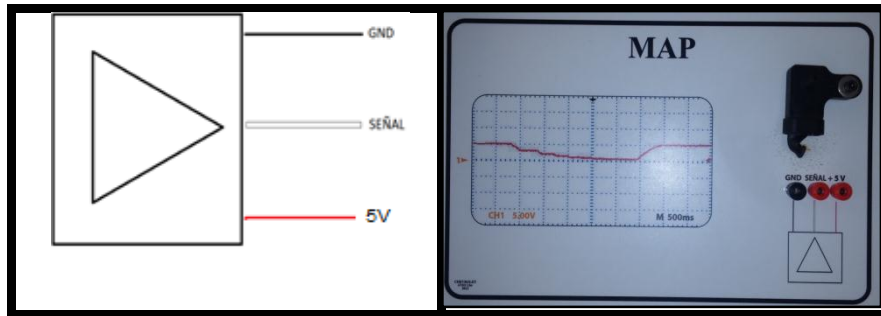
Fuente: Katuska Vidal – Marco Moreira

4.2.14. Instalación del sensor MAP

El sensor MAP tiene tres pines de conexión:

1. Referencia positiva 5v
2. Señal análoga
3. Referencia negativa.

Figura 65. Conexión e instalación del sensor MAP

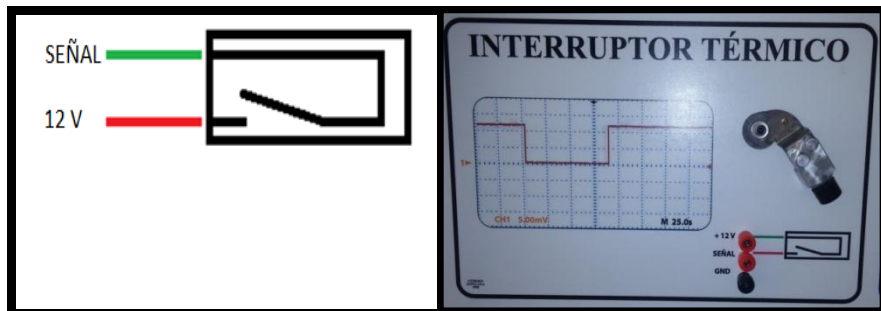


Fuente: Katiuska Vidal – Marco Moreira

4.2.15. Instalación del interruptor térmico temporizado

El interruptor térmico tiene dos cables el cual el primer pin es de 12v y el segundo pin es la señal.

Figura 66. Conexión e instalación del interruptor térmico temporizado

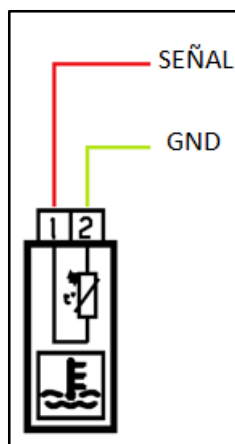


Fuente: Katiuska Vidal – Marco Moreira

El interruptor térmico está instalado en la pared del recipiente donde se realizan las pruebas de los sensores de temperatura de líquido refrigerante.

4.2.16. Instalación de los sensores ECT

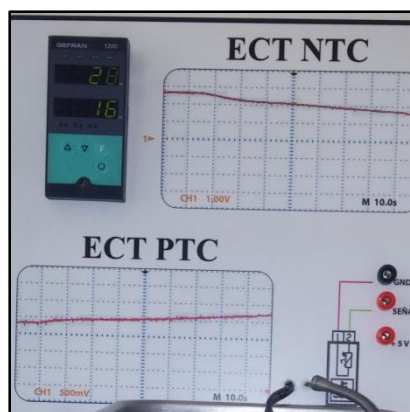
Figura 67. Conexión del sensor ECT



Fuente: Katuska Vidal – Marco Moreira

Para la verificación del trabajo de los ECT se utilizó un sistema el cual por medio de un controlador de temperatura haga calentar el agua puesta en un reservorio. Esta temperatura se la puede cambiar mediante un visor propio del controlador, de esta manera podemos colocar la temperatura deseada y verificar el nivel de voltaje obtenido.

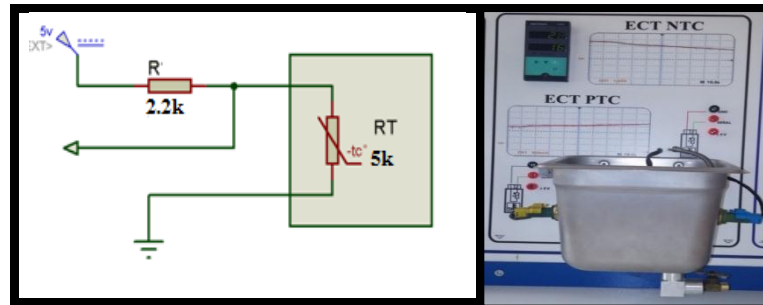
Figura 68. Controlador de temperatura



Fuente: Katuska Vidal – Marco Moreira

Para la conexión de sensores se lo realizo la siguiente configuración.

Figura 69. Circuito e instalación de los sensores ECT

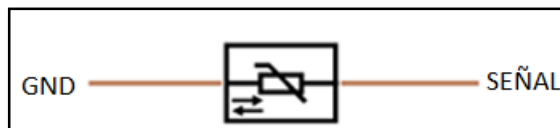


Fuente: Katiuska Vidal – Marco Moreira

4.2.17. Instalación del sensor de temperatura del aceite

El sensor de temperatura del aceite tiene dos pines, el pin 1 es de referencia negativa y el segundo pin es de referencia positiva por medio de una pull-up.

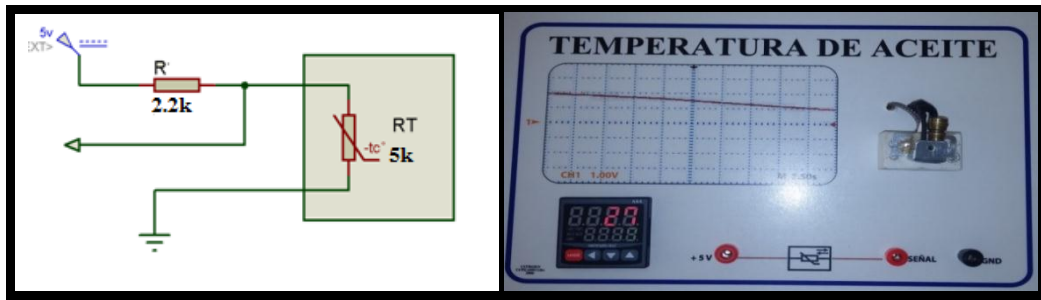
Figura 70. Conexión del sensor de temperatura de aceite



Fuente: Katiuska Vidal – Marco Moreira

Para la conexión del sensor se utilizó la siguiente configuración.

Figura 71. Circuito e instalación del sensor de temperatura del aceite



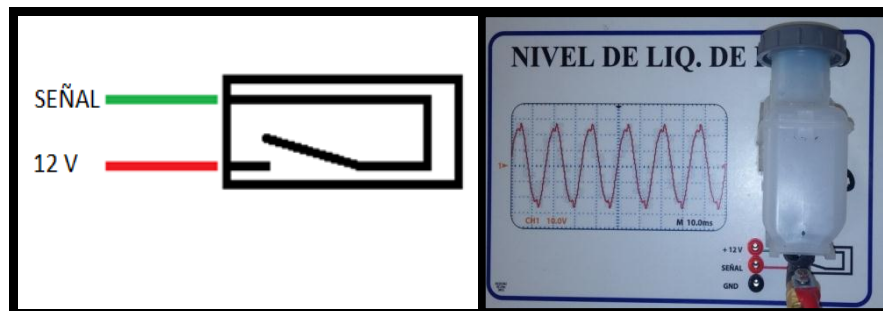
Fuente: Katiuska Vidal – Marco Moreira

Para la simulación de este sensor se utiliza un controlador de temperatura y una resistencia térmica la cual calienta al sensor y mantiene la temperatura deseada.

4.2.18. Instalación del sensor de nivel de líquido de freno

El sensor de nivel de líquido de freno tiene un conector de dos pines, el primer pin se conecta a 12v y el segundo pin a la señal.

Figura 72. Conexión e instalación del sensor de nivel de líquido de freno



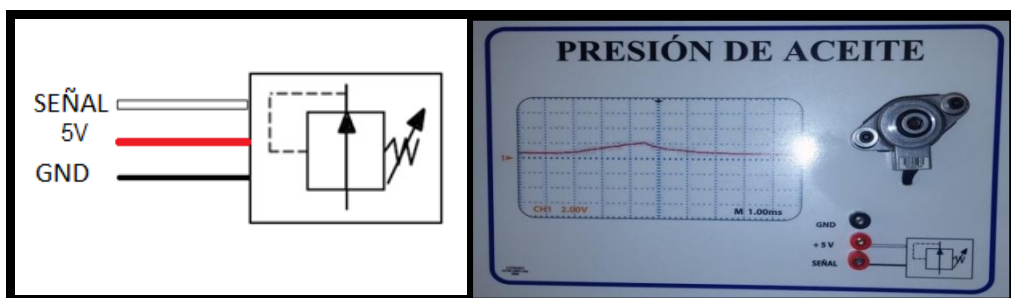
Fuente: Katiuska Vidal – Marco Moreira

4.2.19. Instalación del sensor de presión de aceite

El sensor de presión de aceite tiene un conector de tres pines:

1. Referencia positiva, se conecta a 12v,
2. Señal
3. Referencia negativa.

Figura 73. Conexión e instalación del sensor de presión de aceite



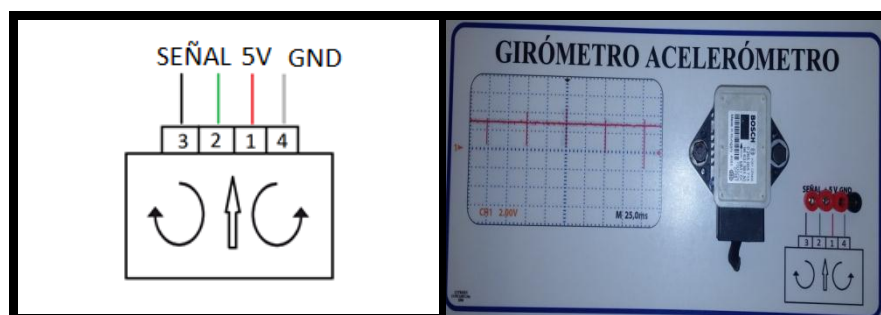
Fuente: Katiuska Vidal – Marco Moreira

4.2.20. Instalación del acelerómetro y girómetro

El sensor tiene 4 pines de conexión:

1. Alimentación a 5v
2. Señales 1
3. Señales 2
4. Referencia negativa.

Figura 74. Conexión e instalación del sensor Girómetro-Acelerómetro



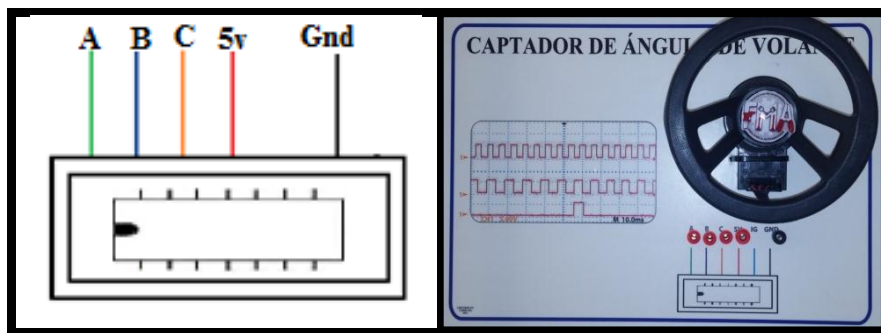
Fuente: Katiuska Vidal – Marco Moreira

4.2.21. Instalación del sensor de ángulo de giro

El sensor de ángulo de giro tiene 6 pines:

1. Referencia positiva
2. Referencia negativa
3. Señal A
4. Señal B
5. Señal C
6. Habilitador del módulo (5v)

Figura 75. Conexión e instalación del sensor ángulo de giro



Fuente: Katiuska Vidal – Marco Moreira

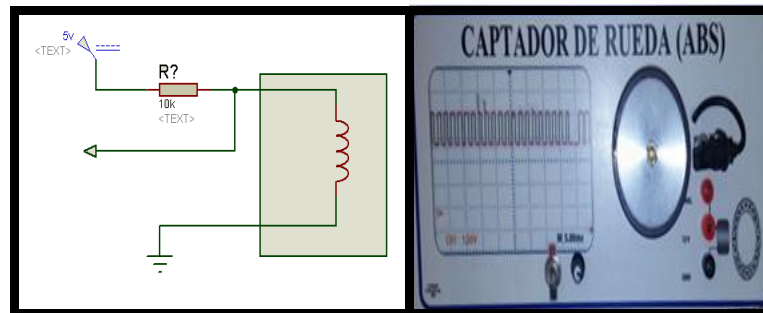
4.2.22. Instalación del sensor captador de rueda ABS

Este sensor tiene 2 pines, el pin 1 es de referencia negativa y el pin 2 es de referencia positiva por medio de una resistencia pull-up a 12v.

Para la simulación del movimiento de las ruedas se utiliza un motor y una tarjeta controladora de velocidad la cual se detalla en la pág. 56 de este documento.

Para los sensores tipo magnéticos los cuales se utiliza dos cables el sistema de conexión es el siguiente.

Figura 76. Circuito e instalación del sensor captador de rueda el ABS

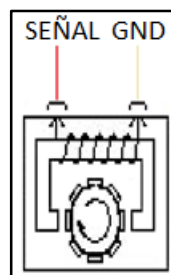


Fuente: Katiuska Vidal – Marco Moreira

4.2.23. Instalación del sensor de transmisión de entrada

Este sensor tiene 2 pines, el pin 1 es de referencia negativa y el pin 2 es de referencia positiva por medio de una resistencia pull-up a 5v.

Figura 77. Conexión del sensor Transmisión de entrada

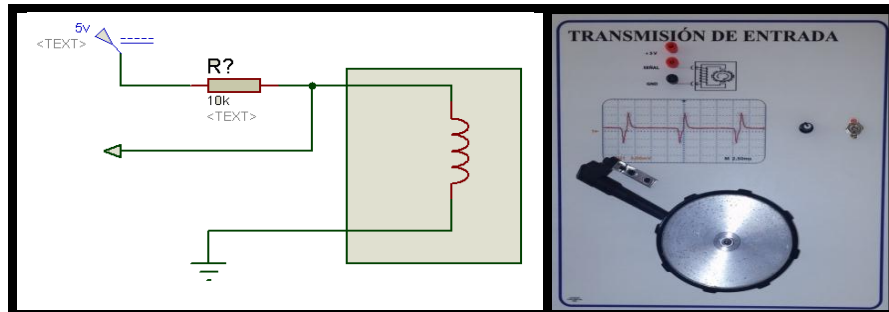


Fuente: Katiuska Vidal – Marco Moreira

Para la simulación del movimiento de los engranes en la caja automática se utiliza un motor y una tarjeta controladora de velocidad detallada en la página 57 de este documento.

Para los sensores tipo magnéticos los cuales se utiliza dos cables el sistema de conexión es el siguiente.

Figura 78. Circuito e instalación del sensor de transmisión de entrada

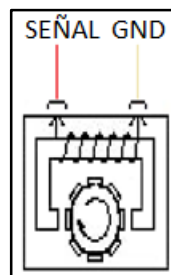


Fuente: Katuska Vidal – Marco Moreira

4.2.24. Instalación del sensor de transmisión de salida

Este sensor tiene 2 pines, el pin 1 es de referencia negativa y el pin 2 es de referencia positiva por medio de una resistencia pull-up a 5v.

Figura 79. Conexión del sensor Transmisión de salida

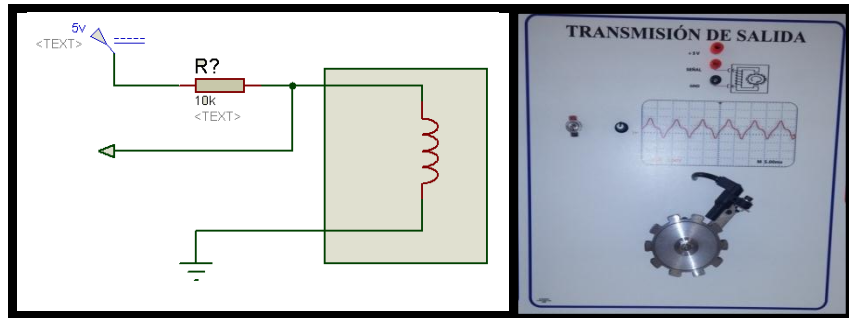


Fuente: Katuska Vidal – Marco Moreira

Para la simulación del movimiento de los engranes en la caja automática se utiliza un motor y una tarjeta controladora de velocidad la cual se detalla en la pág. 57 de este documento.

Para los sensores tipo magnéticos los cuales se utiliza dos cables el sistema de conexión es el siguiente.

Figura 80. Circuito e instalación del sensor de transmisión de salida

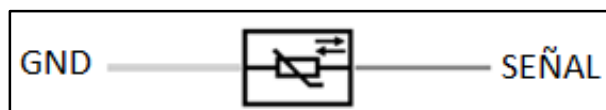


Fuente: Katiuska Vidal – Marco Moreira

4.2.25. Instalación del sensor de temperatura del habitáculo

El sensor de temperatura de habitáculo tiene 2 pines, el primer pin es de referencia negativa y el segundo pin se conecta a referencia positiva a través de una resistencia pull-up a 5v

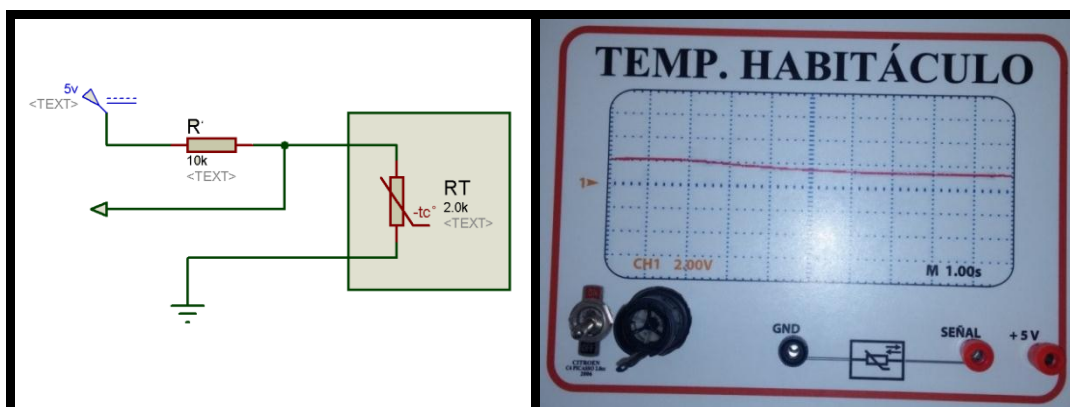
Figura 81. Conexión del sensor de temperatura habitáculo



Fuente: Katiuska Vidal – Marco Moreira

Para la conexión de sensores se utilizó la siguiente configuración.

Figura 82. Circuito e instalación del sensor de temperatura habitáculo

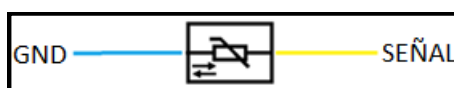


Fuente: Katuska Vidal – Marco Moreira

4.2.26. Instalación del sensor de temperatura externa

El sensor de temperatura de habitáculo tiene 2 pines, el primer pin es de referencia negativa y el segundo pin se conecta a referencia positiva a través de una resistencia pull-up a 5v

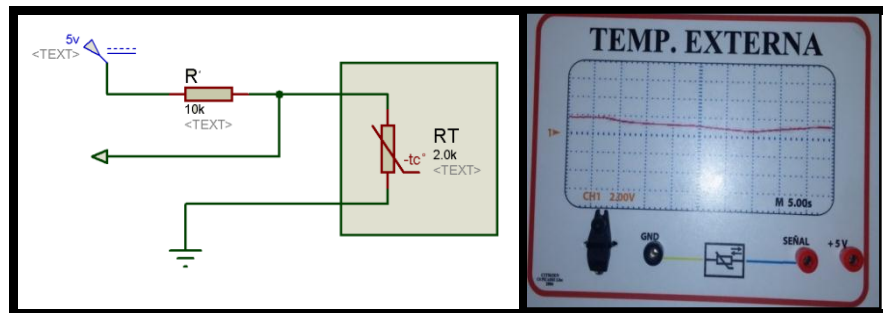
Figura 83. Conexión del sensor de temperatura externa



Fuente: Katuska Vidal – Marco Moreira

Para la conexión de sensores se utilizó la siguiente configuración.

Figura 84. Circuito e instalación del sensor de temperatura externa

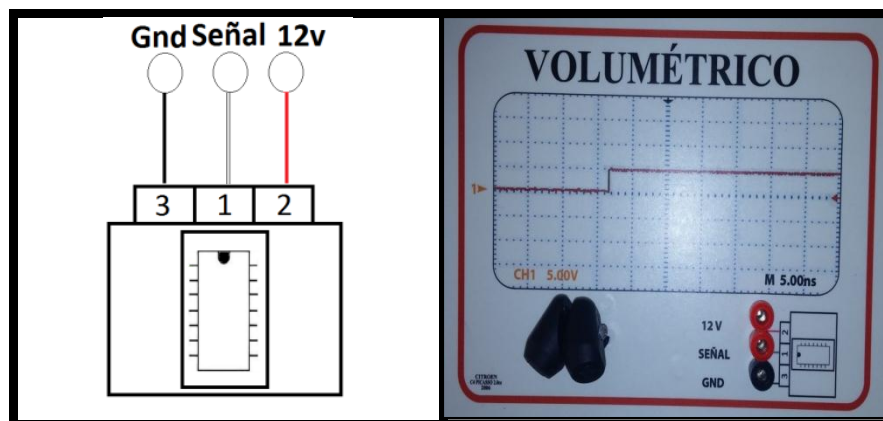


Fuente: Katiuska Vidal – Marco Moreira

4.2.27. Instalación del sensor volumétrico

El modulo del sensor volumétrico se alimenta con 12v y su sensor envía un señal ultrasónica aplicando el principio capacitivo

Figura 85. Conexión e instalación del sensor volumétrico

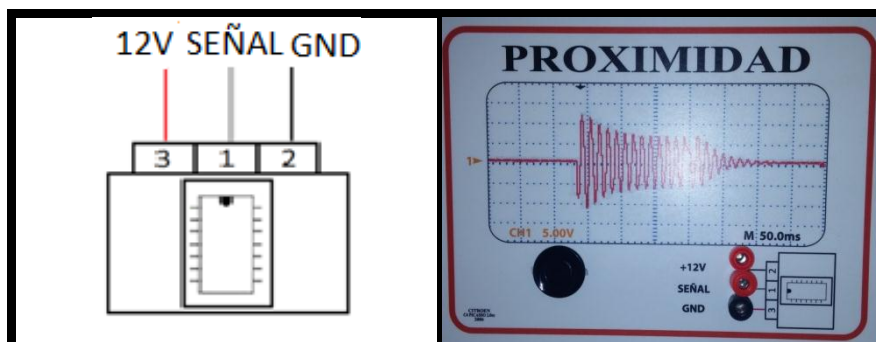


Fuente: Katiuska Vidal – Marco Moreira

4.2.28 .Instalación del sensor de proximidad

El modulo del sensor volumétrico se alimenta con 12v y su sensor envía un señal ultrasónica aplicando el principio efecto doopler

Figura 86. Conexión e instalación del sensor de proximidad

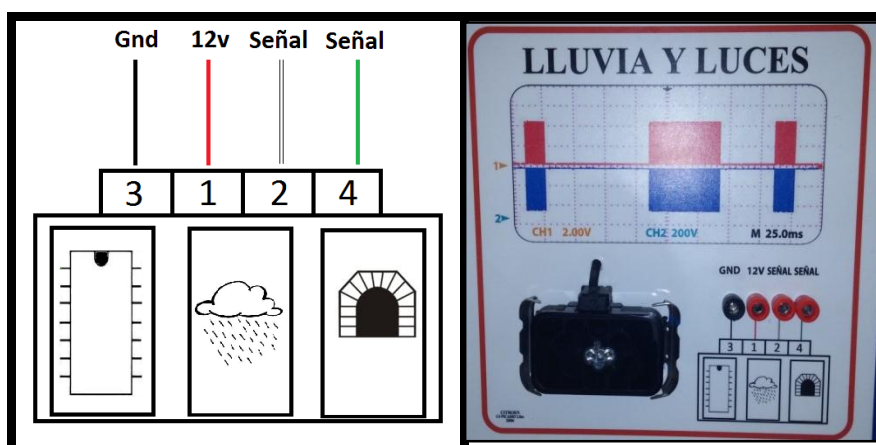


Fuente: Katiuska Vidal – Marco Moreira

4.2.29. Instalación del sensor de lluvia y luces

Este sensor tiene 4 pines de conexión, el pin 1 es referencia positiva a 12v, el pin 2 es señal, el pin 3 es referencia negativa y el pin 4 es señal 2

Figura 87. Conexión e instalación del sensor de lluvia – luces



Fuente: Katiuska Vidal – Marco Moreira

4.2.30. Instalación de las fuentes de voltajes

Para la selección de la fuente de voltaje se necesita conocer la cantidad de corriente que circulara en todos los circuitos, teniendo en cuenta que se necesitan 2 voltajes (12v y 5v) se han separado por fuentes.

La fuente de 5v es utilizada en los sensores de desplazamiento como son el TPS, ACS, IAT, MAP, MAF, ECT, en donde generalmente su composición es de una resistencia de 5kΩ. Si utilizamos la ley de ohm tenemos:

$$I = V/R$$

En donde:

I: corriente

V: voltaje

R: resistencia

Que necesitan una corriente de 1ma por cada sensor por lo que será suficiente con una fuente de voltaje de 5v 1amp.

Figura 88. Fuente de 5v



Fuente: Katiuska Vidal – Marco Moreira

La fuente de 12v es utilizada en los calentadores de los sensores (hilo caliente), en los motores utilizados para las simulaciones de los sensores de movimiento y demás sensores. Teniendo como referencia que cada hilo caliente es de 10w tendremos un consumo de 830 ma por hilo y si cada

sensor tiene un consumo aproximado 1 ma y cada motor tendrá un consumo de 500 ma tendremos un consumo aproximado de 40 ma por lo que nuestra fuente debe de ser de 12v 2amp.

Figura 89. Fuente de 12v



Fuente: Katiuska Vidal – Marco Moreira

4.3. Instalación de componentes para mediciones

A cada sensor se instaló pines de comprobación tipo hembra banana con la finalidad de colocar las puntas del multímetro y/o osciloscopio

Figura 90. Conectores para mediciones



Fuente: Katiuska Vidal – Marco Moreira

CAPÍTULO V

PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO.

5.1. Pruebas de sensores análogos

Se clasifican como sensores análogos a los sensores que envían una señal que cambia con respecto al tiempo si se cambian las condiciones externas de los mismos.

Se pueden clasificar según su principio de funcionamiento:

- ✓ Resistencias térmicas
- ✓ Potenciométricos
- ✓ Membrana

Los sensores de principio de funcionamiento resistencias térmicas son de temperatura ya sean del líquido refrigerante, aire de entrada, flujo de aire, aceite de caja de cambio, temperatura de habitáculo y externa.

Los sensores de principio tipo membrana son los de presión de aire, presión de aceite.

Los sensores de principio potenciométricos son el obturador electrónico, pedal de aceleración, TPS, nivel de combustible.

Para realizar las pruebas en estos tipos de sensores se necesitan aplicar calor o presión a cada sensor para comprobar su variación y funcionamiento.

5.2. Pruebas de sensores digitales

Se clasifican como sensores digitales a los sensores que envían una señal que cambia en frecuencia o estado de positivo a negativo dependiendo de la velocidad con la que capta el objeto.

Se pueden clasificar según su principio de funcionamiento:

- ✓ Efecto Hall
- ✓ Magnéticos
- ✓ Ópticos
- ✓ Ultrasónicos
- ✓ Discretos

Los sensores de principio de funcionamiento efecto hall son el CMP, CKP, Vss, Captador de rueda (ABS)

Los sensores de principio de funcionamiento magnético son CKP, transmisión de entrada, transmisión de salida.

Los sensores de principio de funcionamiento ópticos son el CKP, dirección de giro, lluvia y luces.

Los sensores de principio de funcionamiento ultrasónicos son los de proximidad, volumétricos.

Los sensores de principio de funcionamiento discretos son el interruptor de temperatura de block, nivel de líquido de freno, captador de agua.

Para realizar las pruebas en estos tipos de sensores se necesitan aumentar velocidades de muestreo o distancias para ser detectado y verificar su funcionamiento.

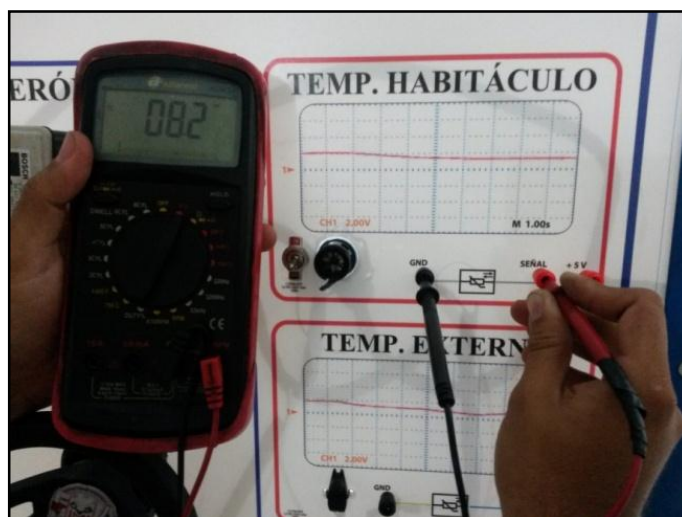
5.3. Mediciones de sensores

Ahora procederemos con las mediciones de voltaje de los sensores, para verificar su correcto funcionamiento y elaborar tablas de referencias para los estudiantes.

5.3.1 Mediciones de los sensores de temperatura

Para realizar las mediciones de temperatura se debe colocar el multímetro entre los pines de señal y negativo.

Figura 91. Mediciones de sensores de temperatura



Fuente: Katiuska Vidal – Marco Moreira

Para las mediciones de los sensores ECT se debe colocar agua en el reservorio, luego programar el controlador a la temperatura deseada y realizar las mediciones.

De los resultados obtenidos se presenta la siguiente tabla.

Tabla 3. Datos de pruebas de los sensores ECT

ECT			
°C	NTC	PTC	INT
27	3,42	0,357	Off
40	2,80	0,793	Off
55	2,19	0,855	On (12,48)
75	1,60	0,950	Off
95	1,17	1,14	12,48

Fuente: Katiuska Vidal – Marco Moreira

Se puede comprobar las diferencias entre los sensores NTC y PTC confirmando la teoría, los NTC al aumentar la temperatura disminuye su voltaje y los PTC al aumentar la temperatura aumenta el voltaje.

Así mismo se pudo comprobar que el interruptor térmico necesita alcanzar los 51°C para activarse.

De la misma manera se procedió a realizar las mediciones de sensor de temperatura del aceite teniendo como resultado la siguiente tabla

Tabla 4. Datos de pruebas del sensor de temperatura de aceite

Temp. Aceite	
°C	V
21	3,25
30	2,14
60	1,47
70	0,51
90	0,8

Fuente: Katiuska Vidal – Marco Moreira

Se puede concluir que este sensor tiene un coeficiente negativo (NTC) debido a que al aumentar la temperatura disminuye su voltaje.

Las mediciones de sensor de temperatura del habitáculo se las realizo con ayuda de una pistola de calor, como resultado la siguiente tabla

Tabla 5. Datos de pruebas del sensor de temperatura del habitáculo

Temp. Habitáculo	
°C	V
28	2,41
29	1,04
30	1,98

Fuente: Katiuska Vidal – Marco Moreira

Revisando sus valores se puede concluir que este sensor tiene un coeficiente negativo (NTC) debido a que al aumentar la temperatura disminuye su voltaje.

5.3.2 Mediciones del MAF

Figura 92. Mediciones del sensor MAF



Fuente: Katiuska Vidal – Marco Moreira

Para las mediciones del sensor MAF se activó la secadora enviando un caudal de aire hacia el sensor, se realizaron tres pruebas teniendo el flujo al 0%, 50% y 100% dando como resultado la siguiente tabla.

Tabla 6. Datos de pruebas del sensor MAF

MAF	
Flujo	mv
0 %	291
50 %	319
100 %	325

Fuente: Katiuska Vidal – Marco Moreira

A medida que aumenta el flujo aumenta la señal de voltaje que en este sensor es de mili-voltios.

5.3.3 Mediciones del IAT

Figura 93. Mediciones de sensores de temperatura



Fuente: Katiuska Vidal – Marco Moreira

Para las mediciones del sensor IAT se activó la secadora enviando un caudal de aire hacia el sensor, a media que envía el aire caliente hacia la cámara del sensor, esta aumenta su temperatura.

Tabla 7. Datos de pruebas del sensor del IAT

IAT	
°C	V
29	2,27
32	2.03
35	1.8
40	1.97

Fuente: Katiuska Vidal – Marco Moreira

Con estos datos se puede concluir que este sensor tiene coeficiente negativo (NTC) por lo que al aumentar la temperatura disminuye su voltaje.

5.3.4 Mediciones del obturador electrónico

Figura 94. Mediciones del obturador electrónico



Fuente: Katiuska Vidal – Marco Moreira

Para las mediciones del obturador electrónico se mueve manualmente la válvula obteniendo los siguientes resultados.

Tabla 8. Datos de pruebas del obturador electrónico

OBTURADOR		
Apertura (%)	S1 (V)	S2 (V)
0	4.1	0.91
50	2.5	2.81
100	0.31	4.99

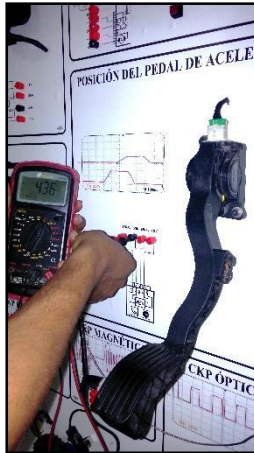
Fuente: Katuska Vidal – Marco Moreira

Mientras la señal S1 tiene una referencia positiva, la señal S2 tiene una referencia negativa por lo que las dos son inversas entre sí.

5.3.5 Mediciones del pedal de acelerador

Para las mediciones del pedal del acelerador se mueve manualmente obteniendo los siguientes resultados.

Figura 95. Mediciones del pedal del acelerador



Fuente: Katuska Vidal – Marco Moreira

Tabla 9. Datos de pruebas del pedal del acelerador

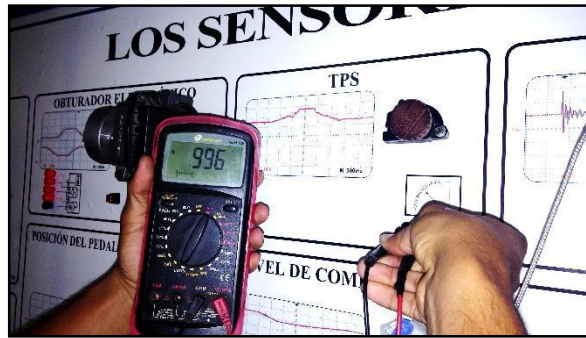
PEDAL		
Posición (%)	S1 (V)	S2 (V)
0	0.43	0.2
50	2.86	1.8
100	3.95	1.99

Fuente: Katuska Vidal – Marco Moreira

Se puede verificar que las dos señales aumentan su voltaje al presionar el pedal, sin embargo lo hacen a diferentes relaciones

5.3.6 Mediciones del TPS

Figura 96. Mediciones del TPS



Fuente: Katiuska Vidal – Marco Moreira

Para las mediciones del TPS basta con mover la perilla del sensor y comprobar su funcionamiento.

Tabla 10. Datos de pruebas del TPS

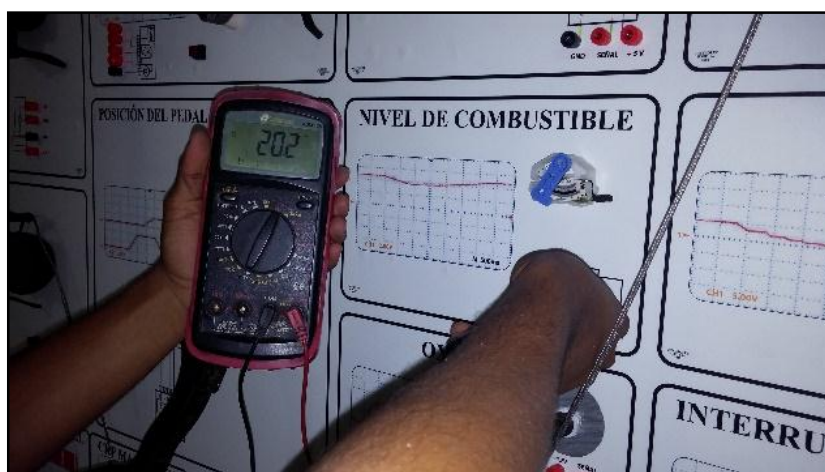
TPS	
Posición (%)	S1 (V)
0	0.99
50	1.87
100	5.31

Fuente: Katiuska Vidal – Marco Moreira

A medida que aumenta el desplazamiento aumenta su voltaje

5.3.7 Mediciones del nivel de combustible

Figura 97 .Mediciones de nivel de combustible



Fuente: Katiuska Vidal – Marco Moreira

Para las mediciones del nivel de combustible basta con mover la perilla del sensor y comprobar su funcionamiento.

Tabla 11. Datos de pruebas del Nivel de combustible

NIVEL DE COMBUSTIBLE	
Posición (%)	S1 (V)
0	3.9
50	4.33
100	5

Fuente: Katiuska Vidal – Marco Moreira

A medida que aumenta el desplazamiento aumenta su voltaje

5.3.8 Mediciones del sensor de presión de aceite

Figura 98. Mediciones del sensor de presión de aceite



Fuente: Katiuska Vidal – Marco Moreira

Al aplicar presión con una jeringa el nivel de voltaje aumenta, se pudo comprobar que dicho sensor tiene una relación directamente proporcional a la presión que se le aplique.

5.3.9 Mediciones del sensor MAP

Figura 99. Mediciones de sensores de temperatura



Fuente: Katiuska Vidal – Marco Moreira

Al aplicar vacío con el vacuómetro el nivel de voltaje disminuye, se pudo comprobar que dicho sensor tiene una relación inversamente proporcional a la aplicación del vacío.

5.3.10 Mediciones del captador de agua

Figura 100. Mediciones del captador de agua

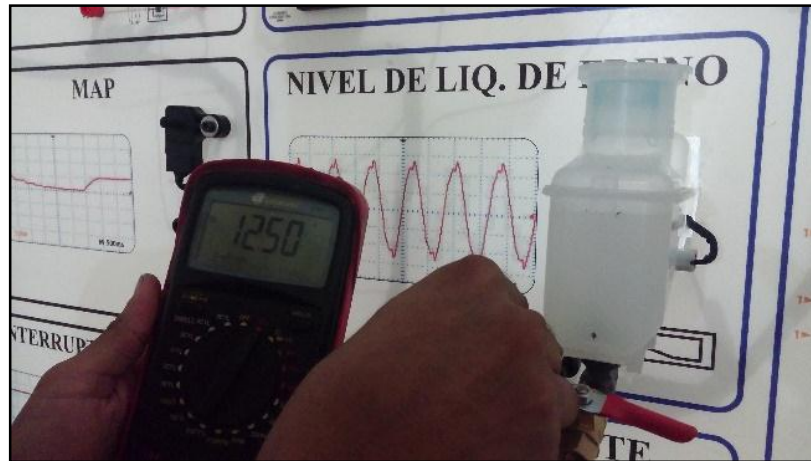


Fuente: Katiuska Vidal – Marco Moreira

Este sensor es tipo switch, el cual, cuando detecta agua en este cierra el contacto interno enviando un bajo en su señal y al no haber agua envía un alto de 12v.

5.3.11 Mediciones del líquido de freno

Figura 101. Mediciones de sensores de líquido de freno



Fuente: Katuska Vidal – Marco Moreira

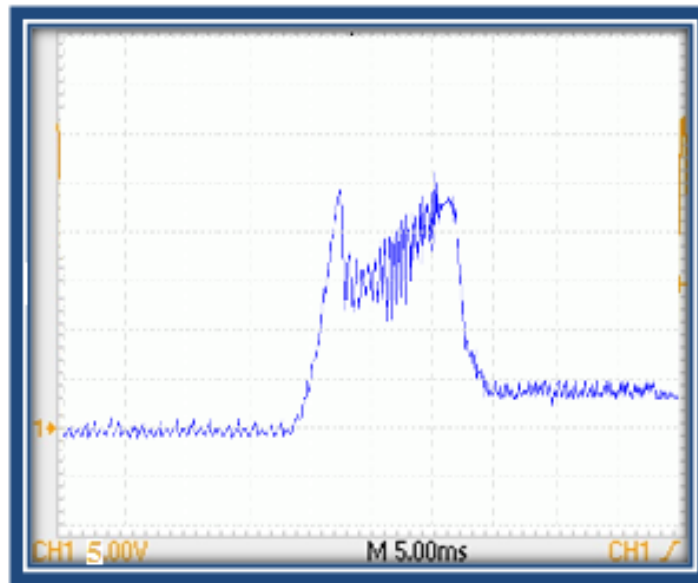
Este sensor es tipo switch, el cual, cuando existe un nivel apropiado de líquido este mantiene el circuito abierto y al tener un nivel por debajo del mínimo envía un alto de 12v.

5.4. Formas de ondas de sensores

5.4.1. Introducción

En la actualidad los motores utilizan sistemas de inyección de gasolina electrónicos. Lo que hace cada vez un poco más complejo su acertado diagnóstico. La obtención de oscilogramas de sensores, nos ayudan a determinar de forma más precisa y acertada el estado de estos los mismos. No basta con obtener la curva, sino que, además, es necesario aprender a interpretarla.

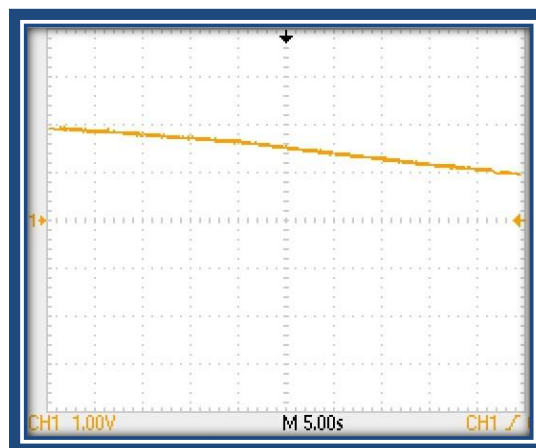
Figura 102. Curva del sensor MAF



Fuente: Katuska Vidal – Marco Moreira

La curva representa la variación del flujo de aire de entrada, la curva más baja indica que el sensor está apagado, el pico alto corresponde a una variación rápida de flujo de aire y cuando baja la curva se mantiene en un flujo mínimo que es la velocidad mínima del secador.

Figura 103. Curva del sensor IAT



Fuente: Katuska Vidal – Marco Moreira

En la curva se puede apreciar la variación de temperatura del aire, al aumentar el flujo de aire caliente, este aumenta la temperatura de la cámara donde se encuentra el sensor y el valor de voltaje disminuye, por lo que

conlleva que a mayor temperatura menor voltaje demostrando que este es un sensor de coeficiente negativo (NTC).

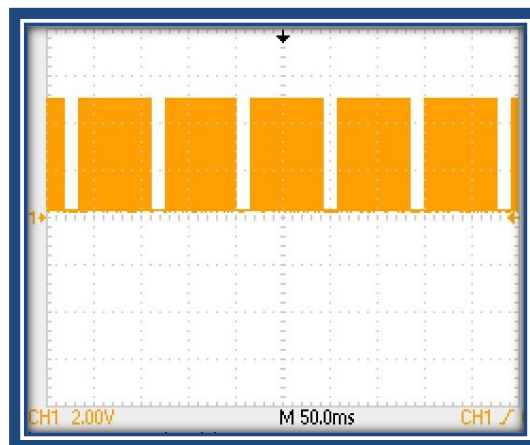
Figura 104. Curva del sensor CMP Efecto Hall



Fuente: Katuska Vidal – Marco Moreira

La curva muestra el diente de la rueda que detecta el sensor, a medida que se aumenta la velocidad de giro el muestreo es mayor aumentando su frecuencia.

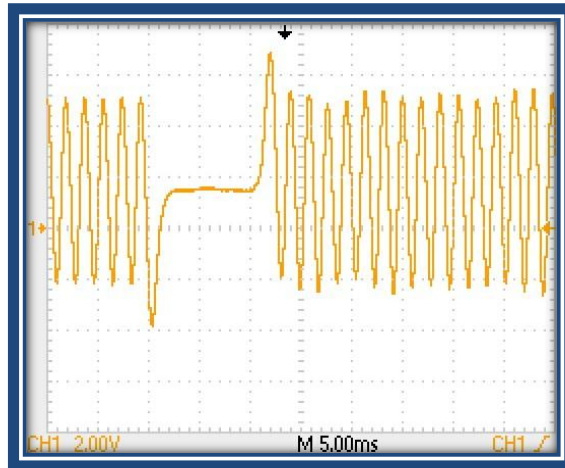
Figura 105. Curva del sensor CKP Efecto Hall



Fuente: Katuska Vidal – Marco Moreira

La curva muestra el sensado de los 31 dientes de la rueda fónica del cigüeñal, el espacio entre cada sensado son los dientes faltantes de la rueda fónica que una vuelta completa.

Figura 106. Curva del sensor CKP Magnético

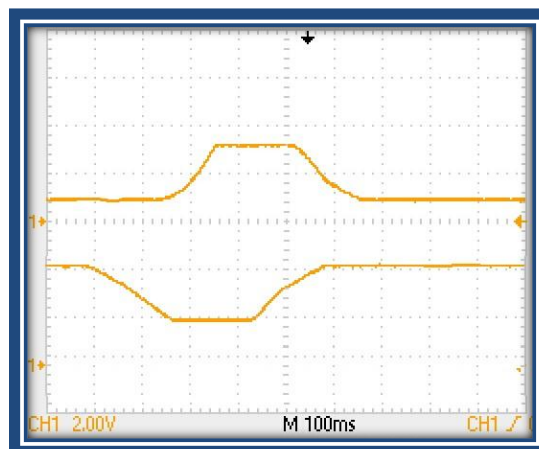


Fuente: Katiuska Vidal – Marco Moreira

Como el grafico anterior esta grafica muestra el sensado de los 31 dientes de la rueda fónica pero esta vez obtenidas por un sensor tipo magnético pudiendo ver la diferencias entre ambas curvas por su principio de funcionamiento.

Así mismo el espacio en la curva indica el inicio y fin de cada vuelta

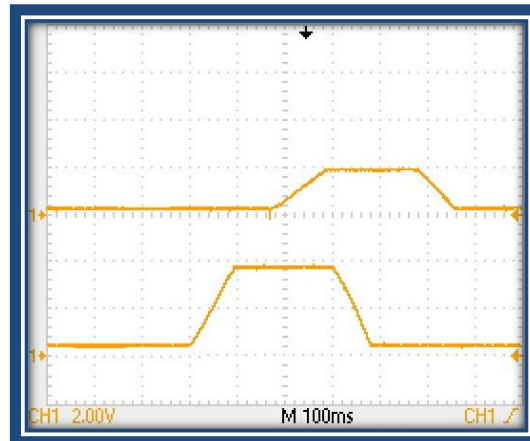
Figura 107. Curva del obturador electrónico



Fuente: Katiuska Vidal – Marco Moreira

En la gráfica se puede observar las dos graficas del obturador en donde la primera señal tiene una variación positiva y la segunda una variación negativa. La rapidez de la curva depende el movimiento de la misma.

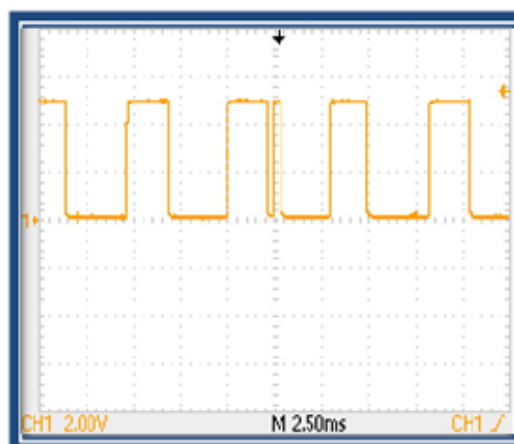
Figura 108. Curva del pedal de acelerador



Fuente: Katiuska Vidal – Marco Moreira

En la gráfica se puede observar las dos graficas del pedal del acelerador, en donde la primera señal tiene una variación de 0 a 2v y la segunda una variación 0 a 4v. Las curvas se disparan al mismo tiempo, una sirve de backup de la otra.

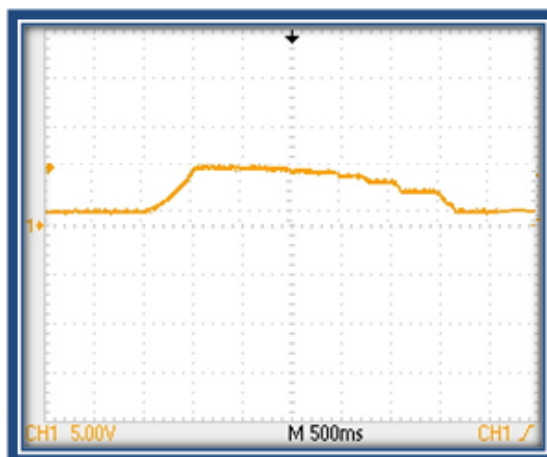
Figura 109. Curva del CKP óptico



Fuente: Katiuska Vidal – Marco Moreira

El sensor CKP óptico muestra las cuatro viñetas abiertas así mismo la señal que da el inicio de inyección.

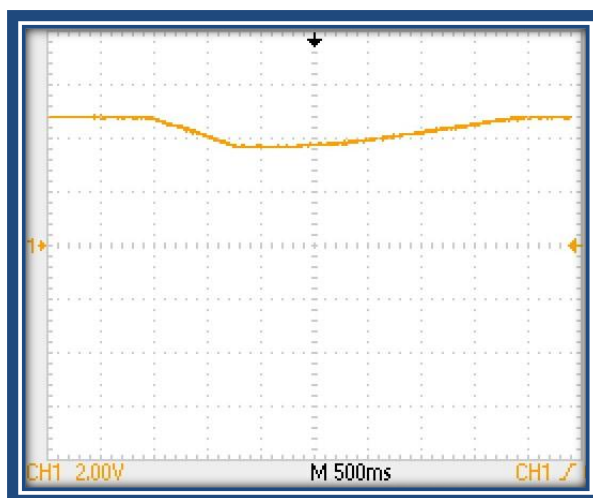
Figura 110. Curva del TPS



Fuente: Katiuska Vidal – Marco Moreira

En la gráfica se puede apreciar la curva de apertura y cierre de la posición de la mariposa pudiendo tener un máximo de 5v.

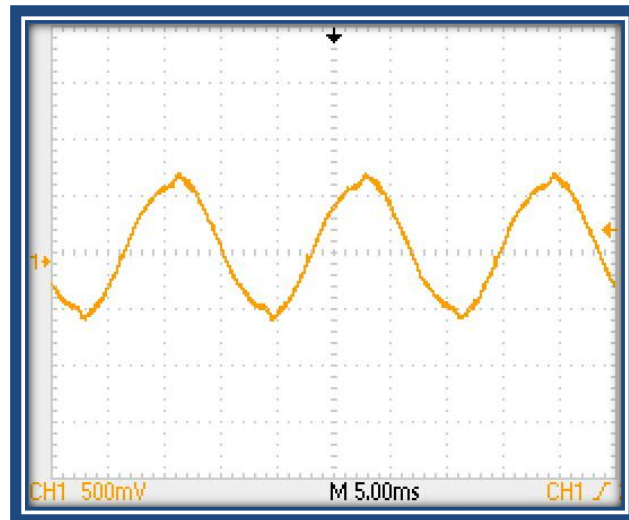
Figura 111. Curva del nivel de combustible



Fuente: Katiuska Vidal – Marco Moreira

La curva muestra la variación de nivel de voltaje cuando la boya del sensor del nivel de combustible realiza el movimiento de alto – bajo – alto.

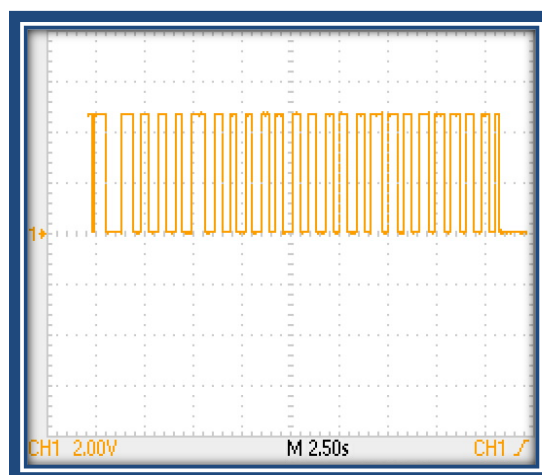
Figura 112. Curva del sensor de oxígeno



Fuente: Katiuska Vidal – Marco Moreira

La curva muestra el sensor teniendo la variación de -0.5 a 0.5 interpretándose una señal de mezcla pobre.

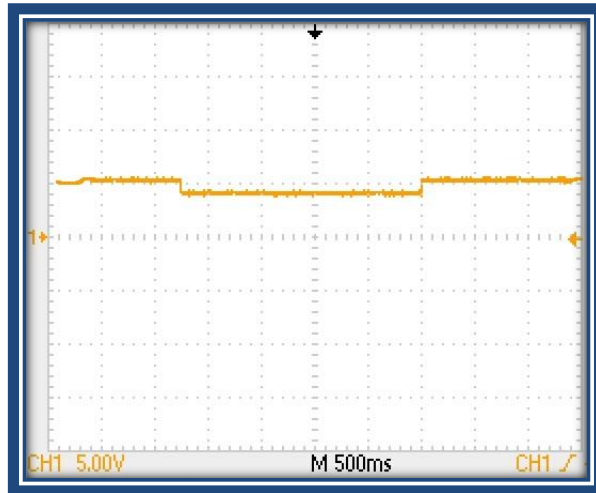
Figura 113. Curva del VSS



Fuente: Katiuska Vidal – Marco Moreira

La curva muestra la señal del vss, se puede apreciar que es una onda cuadrática la cual varía su frecuencia al variar la velocidad del motor

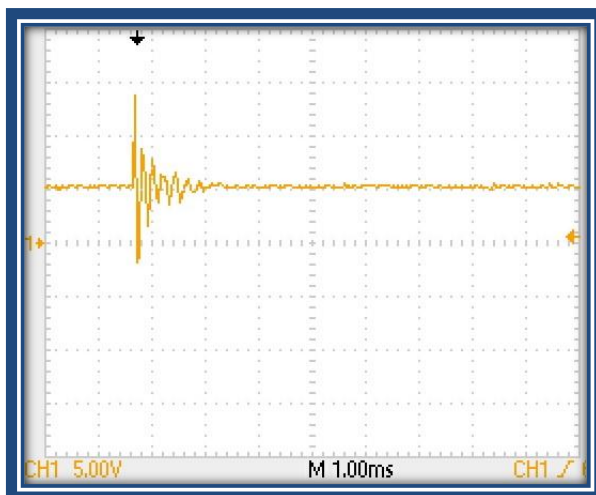
Figura 114. Curva del captador de agua



Fuente: Katiuska Vidal – Marco Moreira

Cuando el sensor no detecta agua tiene una señal de 5v y al detectar agua varia a 4v. Cuando purga el agua del filtro de combustible vuelve a su estado normal

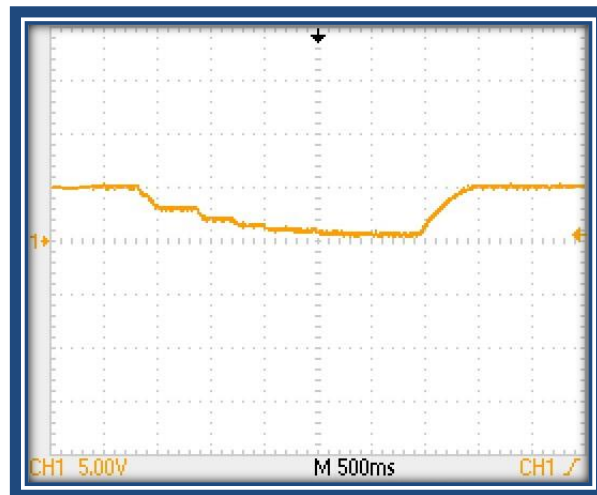
Figura 115. Curva del Knock



Fuente: Katiuska Vidal – Marco Moreira

La grafica muestra la perturbación que provoca el golpe en el knock sensor, la señal es muy rápida por lo que se debe tener un buen equipo de medición para logar captar la señal.

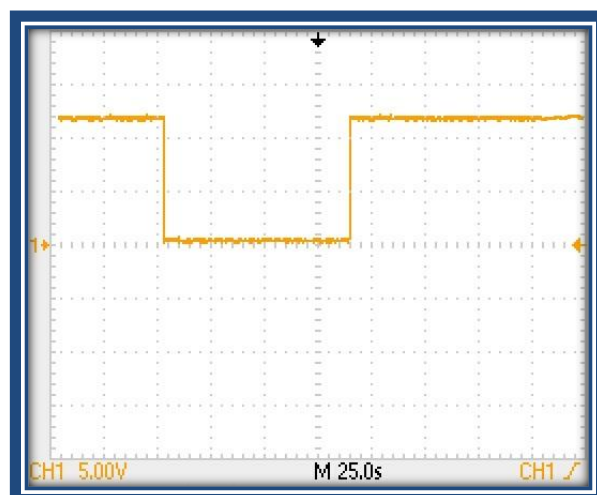
Figura 116. Curva del MAP



Fuente: Katiuska Vidal – Marco Moreira

El sensor MAP muestra la variación de voltaje dependiendo del vacío generado en el sensor. A mayor vacío menor voltaje siendo inversamente proporcional al vacío.

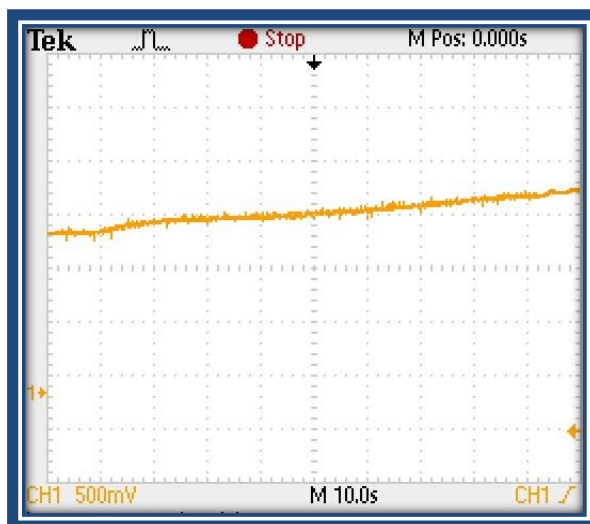
Figura 117. Curva del interruptor térmico



Fuente: Katiuska Vidal – Marco Moreira

Cuando la temperatura está por encima de los 51°C el interruptor térmico está activado, cuando está por debajo de la misma el interruptor se desactiva.

Figura 118. Curva del ECT PTC



Fuente: Katuska Vidal – Marco Moreira

La curva muestra que a medida que aumenta la temperatura aumenta la señal de voltaje

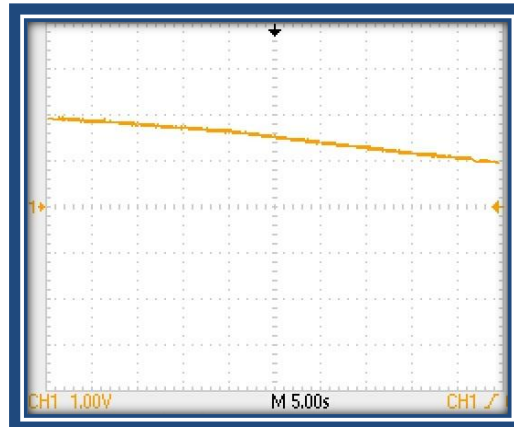
Figura 119. Curva del ECT NTC



Fuente: Katuska Vidal – Marco Moreira

La curva muestra que a medida que aumenta la temperatura disminuye la señal de voltaje

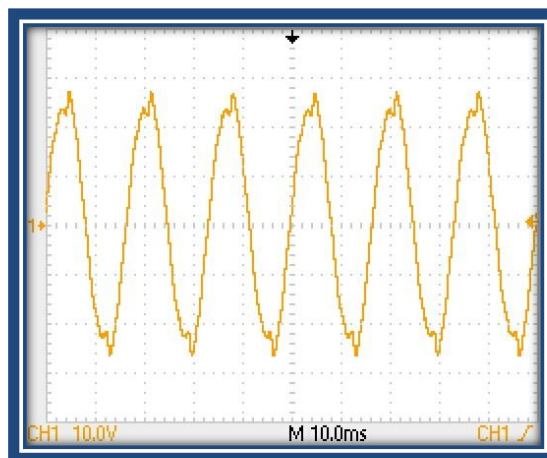
Figura 120. Curva de temperatura del aceite



Fuente: Katiuska Vidal – Marco Moreira

La curva muestra que a medida que aumenta la temperatura disminuye la señal de voltaje siendo de coeficiente negativo (NTC)

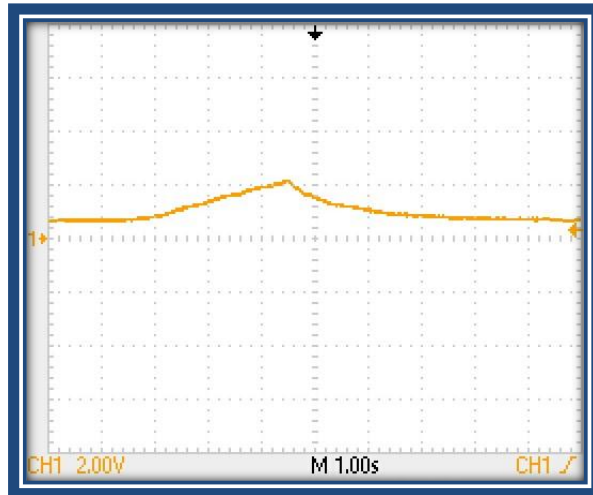
Figura 121. Curva de nivel de líquido de freno.



Fuente: Katiuska Vidal – Marco Moreira

El sensor genera una portadora de 25v 60Hz cuando existe líquido de freno en el reservorio. Cuando el nivel llega al mínimo esta curva desaparece dando la alarma de bajo nivel. Este sensor genera esta portadora debido a una seguridad ya que al haber algún corto circuito o alguien desee hacer un puente ya sea en alta o baja no le permita activar el sistema.

Figura 122. Curva de presión de aceite



Fuente: Katiuska Vidal – Marco Moreira

La señal muestra que a medida que se aumenta presión la señal aumenta siendo esta directamente proporcional a la presión.

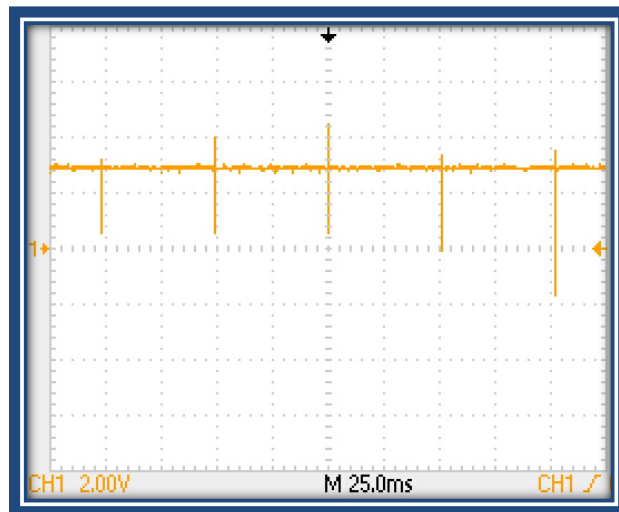
Figura 123. Curva de transmisión de entrada



Fuente: Katiuska Vidal – Marco Moreira

La curva muestra el sensado del diente de la rueda fónica de la entrada de la caja automática de transmisión, cada pico de la señal es el sensado de cada diente.

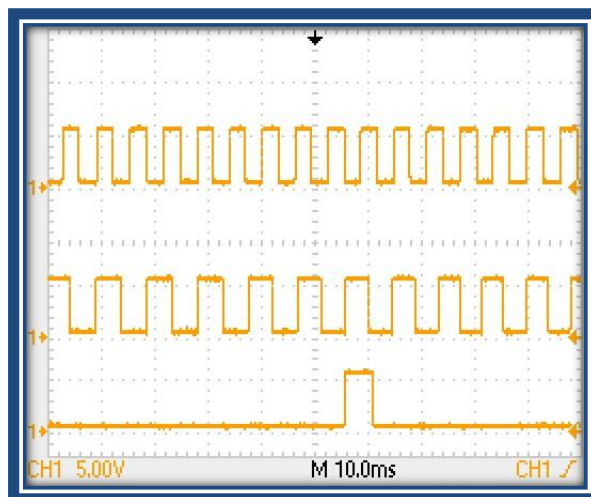
Figura 124. Curva del girómetro acelerómetro



Fuente: Katiuska Vidal – Marco Moreira

Al realizar movimientos rápidos del sensor, este detecta los picos y los muestra como en pantalla.

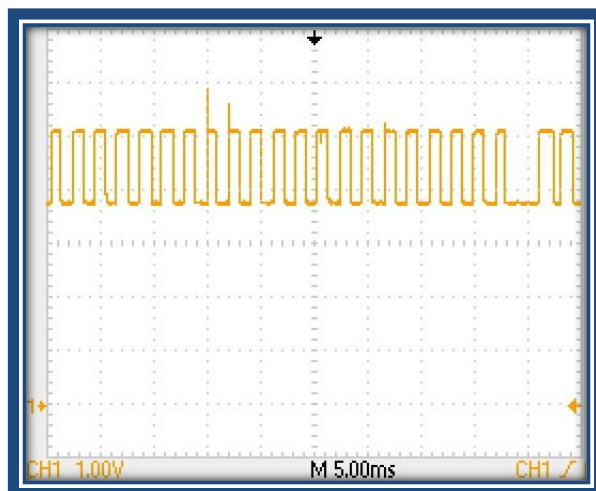
Figura 125. Curva del ángulo de giro



Fuente: Katiuska Vidal – Marco Moreira

Este sensor tiene tres señales, la señal A es una onda cuadrática de 5v. la señal B es una señal desfasada en 90° con respecto a la señal A y la señal C muestra el inicio de una vuelta.

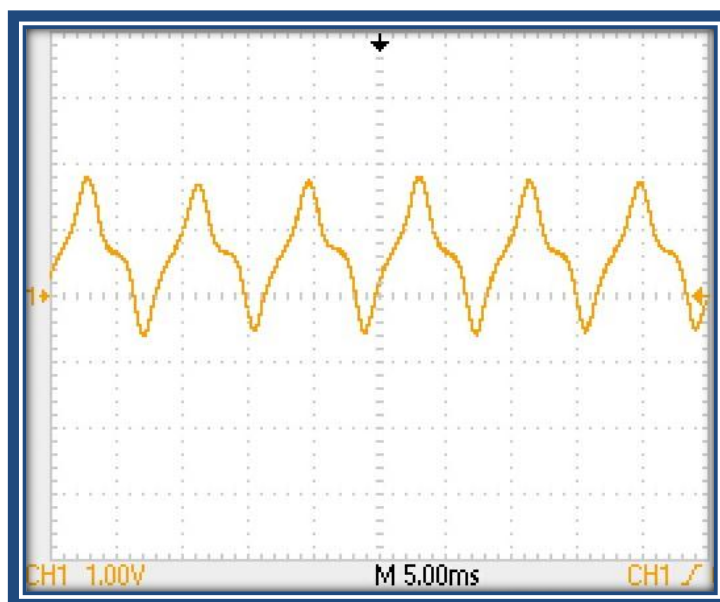
Figura 126. Curva del captador de rueda (ABS)



Fuente: Katiuska Vidal – Marco Moreira

La rueda fónica del captador de rueda, la cual cuenta con imanes muestra una gráfica cuadrática al pasar por el sensor. Este cambia de estado por cada polo positivo y negativo de la rueda fónica.

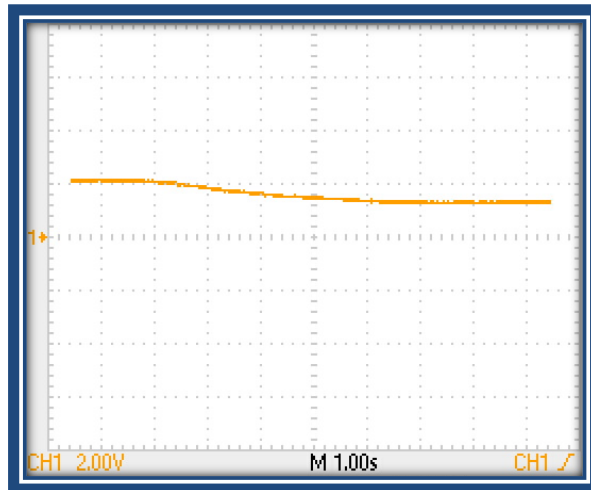
Figura 127. Curva de la transmisión de salida



Fuente: Katiuska Vidal – Marco Moreira

La curva muestra el sensado del diente de la rueda fónica de la salida de la caja automática de transmisión, cada pico de la señal es el sensado de cada diente.

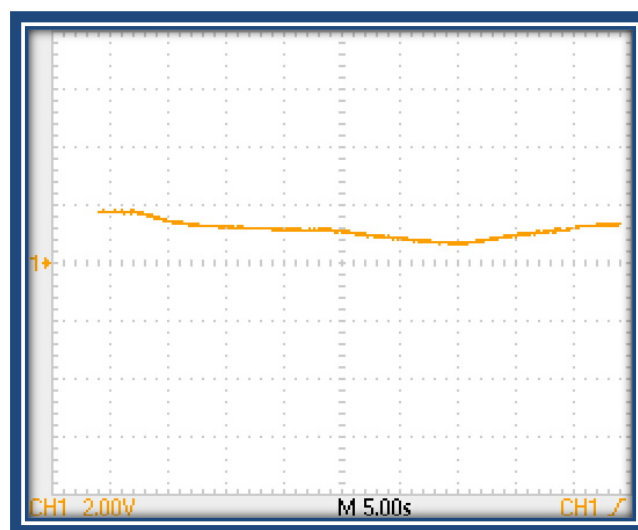
Figura 128. Curva de la temperatura del habitáculo



Fuente: Katuska Vidal – Marco Moreira

La curva muestra que a medida que aumenta la temperatura disminuye la señal de voltaje siendo de coeficiente negativo (NTC)

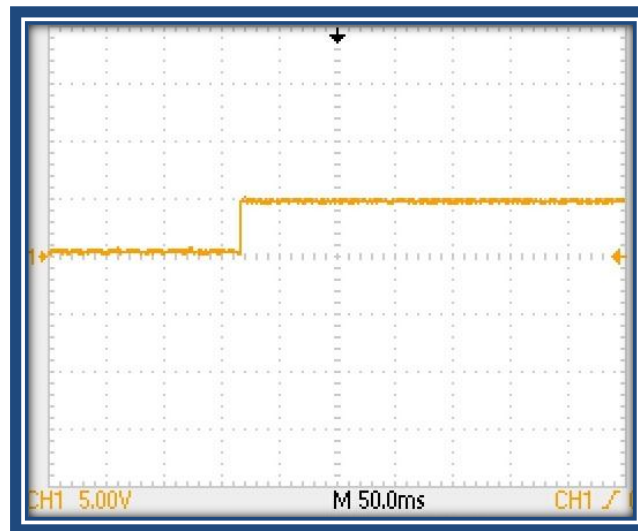
Figura 129. Curva de la temperatura externa



Fuente: Katuska Vidal – Marco Moreira

La curva muestra que a medida que aumenta la temperatura disminuye la señal de voltaje siendo de coeficiente negativo (NTC).

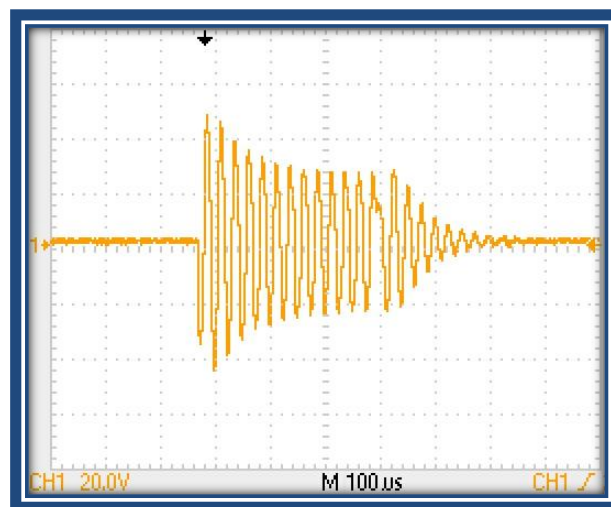
Figura 130. Curva del sensor volumétrico



Fuente: Katuska Vidal – Marco Moreira

El sensor llena de ondas el habitáculo, cuando detecta un cuerpo extraño en movimiento dentro del mismo cambia su estado.

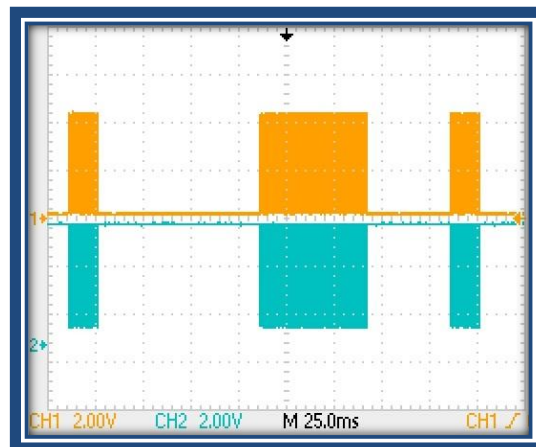
Figura 131. Curva del sensor de proximidad



Fuente: Katuska Vidal – Marco Moreira

La grafica muestra el patrón de la onda ultrasónica, cuando se acerca un objeto al sensor este modifica su frecuencia.

Figura 132. Curva del lluvia y luces



Fuente: Katiuska Vidal – Marco Moreira

La grafica muestra el patrón de la onda, cuando existe oscuridad o gotas de lluvia cambia su frecuencia.

CAPÍTULO VI

ELABORACIÓN DEL MANUAL DE MANTENIMIENTO Y FUNCIONAMIENTO DEL BANCO DE ENTRENAMIENTO

6.1 Elaboración de manual para el docente

Introducción

El banco de entrenamiento es de gran utilidad para el estudiante ya que, en él se analizarán cada uno de los sensores, su voltaje, resistencia y oscilograma como si el sensor estuviera en el auto.

Objetivos

Conocer una descripción y análisis de cada uno de los sensores instalados en el Banco de entrenamiento.

Introducir al estudiante a la parte experimental y conocer el funcionamiento de cada uno de los sensores, su funcionamiento y formas de oscilogramas.

Información de seguridad

ATENCIÓN

Se recomienda tomar medidas de seguridad al trabajar en el banco didáctico de sensores automotrices

El manual de seguridad suministrado con la maqueta debe ser leído o explicado por el docente para todos los estudiantes.

General

ATENCIÓN

Este manual contiene instrucciones para la operación y el mantenimiento de la Maqueta.

- ✓ La maqueta debe mantenerse correctamente para obtener un rendimiento óptimo.

- ✓ La maqueta debe mantenerse limpia para poder evitar cualquier daño de los componentes.
- ✓ Inspeccione la maqueta antes de arrancar el sistema.
- ✓ El Banco cuenta con un reservorio de agua donde se simulan el funcionamiento de los sensores del refrigerante en el momento de estar trabajando no introducir las manos ya que puede sufrir quemaduras.
- ✓ Cuando se realicen las pruebas de los sensores de temperatura del refrigerante se debe colocar agua ya que si no lo hace la resistencia calorífica estará al rojo vivo pudiendo provocar el daño de la misma.
- ✓ No introducir objetos que no sean de medición en los terminales ya que esto puede dañar el banco.
- ✓ No introducir las manos u objetos extraños en los mecanismos de las ruedas ya que esto puede producir lesiones y a su vez dañar el sistema.
- ✓ Mantener siempre las puertas traseras del Banco con seguros.
- ✓ Colocar el Banco de Entrenamiento en un lugar de trabajo adecuado

6.2 Elaboracion de fichas practicas para el estudiante

Guía de introducción a los instrumentos de medición.

GUÍA #1	
Banco de Entrenamiento de Sensores Automotrices	
Fecha.....	
Estudiante.....Curso.....	
Docente.....Calificación.....	
Tema:	Introducción a los Instrumentos de Medición
Objetivos:	Conocer como tomar las mediciones con los equipos
Tipo de Actividad:	Práctica y análisis
Modalidad	Grupal
Equipo a Utilizar	Multímetro, Osciloscopio digital automotriz
DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES A REALIZAR	
ACTIVIDADES:	
1.- Investigar las funciones que posee los instrumentos de medición utilizados	
2.- Investigar sobre conceptos de voltaje, resistencia, corriente y frecuencia.	
3.- Describir las mediciones que se puede realizar en la maqueta.	
4.- Realiza las mediciones con el multímetro	
5.- realizar las mediciones con el Osciloscopio	
6.- Analizar los Oscilogramas.	
7.- Presentar un informe correspondiente.	

8.- Sacar conclusiones.

Guía de introducción a los sensores de temperatura del automóvil.

GUÍA # 2	
Banco de Entrenamiento de Sensores Automotrices	
Fecha.....	
Estudiante.....Curso.....	
Docente.....Calificación.....	
Tema:	Sensores de temperatura
Objetivos:	Analizar y comprender el comportamiento de los sensores de temperatura del automóvil.
Tipo de Actividad:	Práctica y análisis
Modalidad	Grupal
Equipo a Utilizar	Multímetro, Osciloscopio digital automotriz
DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES A REALIZAR	
ACTIVIDADES:	
1.- Investigar los tipos de sensores de temperatura existente en los vehículos.	

- 2.- Investigación sobre conceptos de divisor de voltaje.
- 3.- Realizar las mediciones con el multímetro
- 4.- Realizar las mediciones con el osciloscopio
- 5.- Analizar los Oscilogramas.
- 6.- Presentar un informe correspondiente.
- 7.- Sacar conclusiones.

Guía de introducción a los sensores analógicos.

GUÍA #3	
Banco de Entrenamiento de Sensores Automotrices	
Fecha..... Estudiante.....Curso..... Docente.....Calificación..... 	
Tema:	Sensores de señales Analógicos
Objetivos:	Reconocer y diferenciar las curvas de los sensores análogos
Tipo de Actividad:	Práctica y análisis
Modalidad	Grupal

Equipo a Utilizar	Multímetro, Osciloscopio digital automotriz
DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES A REALIZAR	
ACTIVIDADES:	
1.- Investigar las curva características de los sensores análogos. 2.- Investigar los tipos de sensores análogos del automóvil 3.- Realizar las mediciones con el multímetro 4.- Realizar las mediciones con el osciloscopio 5.- Analizar los Oscilogramas. 6.- Presentar un informe correspondiente. 7.- Sacar conclusiones.	

Guía de introducción a los sensores lógicos.

GUÍA #4	
Banco de Entrenamiento de Sensores Automotrices	
Fecha..... Estudiante.....Curso..... Docente.....Calificación.....	

Tema:	Sensores de señales lógicas
Objetivos:	Reconocer y diferenciar las curvas de los sensores lógicos
Tipo de Actividad:	Práctica y análisis
Modalidad	Grupal
Equipo a Utilizar	Multímetro, Osciloscopio digital automotriz
DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES A REALIZAR	
ACTIVIDADES:	
1.- Investigar las curva características de los sensores análogos. 2.- Investigar los tipos de sensores lógicos del automóvil 3.- Realizar las mediciones con el multímetro 4.- Realizar las mediciones con el osciloscopio 5.- Analizar los Oscilogramas. 6.- Presentar un informe correspondiente. 7.- Sacar conclusiones.	

Guía de introducción a los sensores de efecto hall y magnético.

GUÍA #5	
Banco de Entrenamiento de Sensores Automotrices	
Fecha.....	
.....	

Estudiante.....Curso.....	
Docente.....Calificación.....	
Tema:	Sensores de efecto hall y magnéticos
Objetivos:	Reconocimiento y diferencias entre sensores de efecto hall y magnético
Tipo de Actividad:	Práctica y análisis
Modalidad	Grupal
Equipo a Utilizar	Multímetro, Osciloscopio digital automotriz
DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES A REALIZAR	
ACTIVIDADES:	
1.- Investigar las señales de efecto hall y magnéticos, y las diferencias entre ellos. 2.- Investigar los tipos de sensores de efecto hall y magnéticos del automóvil. 3.- Realizar las mediciones con el multímetro 4.- Realizar las mediciones con el osciloscopio 5.- Analizar los Oscilogramas. 6.- Presentar un informe correspondiente. 7.- Sacar conclusiones.	

CAPÍTULO VII

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1. Conclusiones

- El presente banco de entrenamiento permitirá a los estudiantes de Ingeniería mecánica automotriz observar el funcionamiento de los sensores de manera didáctica y con mayor eficiencia del espacio de taller.
- El uso del banco de entrenamiento disminuirá la emisión de gases provocado por los automóviles contribuyendo así con el medio ambiente.
- Se ha construido un BANCO DE ENTRENAMIENTO PARA DIAGNÓSTICO DE SENSORES AUTOMOTRICES utilizando los sensores principales del automóvil como algunos de última generación.
- Se diseñaron guías de laboratorio para la utilización del uso del equipo, en ella se describen los procesos para la realización de las prácticas para el estudiante.
- Se obtuvo un diseño altamente eficaz con una distribución de los elementos adecuadamente de tal forma que los estudiantes pueda ejecutar las practicas necesarias, teniendo un fácil y seguro acceso a la mayor parte de Libro, Los sensores del automóvil de Bosch reunidas en un banco didáctico.

7.2. Recomendaciones

- Verificar las conexiones electrónicas y eléctricas antes de encender el equipo.
- Antes de operar el banco didáctico, leer el manual de funcionamiento, ya que este describe los parámetros de funcionamiento, así como los mantenimientos que se le hagan al equipo utilizando refrigerantes, lubricantes y combustibles de buena calidad.
- Para realizar las prácticas, los estudiantes deben seguir el proceso indicado en el manual adjunto, jamás se debe experimentar sin la autorización del docente.
- Verificar los niveles de los líquidos.
- No encender el sistema de calentamiento de agua sin tener el nivel apropiado (que la resistencia está totalmente cubierta de agua)
- No usar en las manos anillos, pulseras y demás accesorios que puedan enredarse y causar daño.
- Usar mangas cortas o abotonar la manga para evitar accidente.
- Usar equipo de protección industrial y aquel adicional que sea requerido por la Universidad.

BIBLIOGRAFÍA

- ✓ PÉREZ, Miguel Angel; Sistemas auxiliares del motor; Editorial Paraninfo, 2011.
- ✓ CUELLO SERRANO, Efren; Sistemas de inyección electrónica de gasolina; Ediciones América, 2002.
- ✓ VERDAGUER, Alberto; Manual práctico de inyección electrónica, 2005.
- ✓ MandyConcepcion; Sensores automotrices y análisis de ondas de osciloscopio, 2011.
- ✓ Manual de Diagnóstico y Reparación Sistema de Control Electrónico Motores Signature, ISX y QSX15 Volumen 2, CumminS.
- ✓ DOMINGUEZ, Esteban; Sistemas de transmisión y frenado; Editex, 2011.
- ✓ BOSCH; Los sensores del automóvil de Bosch; 1 edición 2012.