



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**  
**SEDE CUENCA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ**

**VISUALIZACIÓN DE PARÁMETROS DE FUNCIONAMIENTO DE UN MOTOR  
DE ENCENDIDO PROVOCADO**

Trabajo de titulación previo a la obtención del  
título de Ingeniero Automotriz

**AUTORES: ÁNGEL EDUARDO BALBUCA ROJAS**  
**STEVEN ALEXANDER LÓPEZ VERA**  
**TUTOR: ING. CHRISTIAN OMAR PULLA MOROCHO, MSc.**

Cuenca - Ecuador  
2023

## CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Nosotros, Ángel Eduardo Balbuca Rojas con documento de identificación N° 1104528540 y Steven Alexander López Vera con documento de identificación N° 0150068559; manifestamos que:

Somos los autores y responsables del presente trabajo; y, autorizamos a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Cuenca, 28 de julio del 2023

Atentamente,



---

Ángel Eduardo Balbuca Rojas  
1104528540



---

Steven Alexander López Veraz  
0150068559

## **CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

Nosotros, Ángel Eduardo Balbuca Rojas con documento de identificación N° 1104528540 y Steven Alexander López Vera con documento de identificación N° 0150068559, expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del Proyecto técnico: “Visualización de parámetros de funcionamiento de un motor de encendido provocado”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero Automotriz, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribimos este documento en el momento que hacemos la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, 28 de julio del 2023

Atentamente,



---

Ángel Eduardo Balbuca Rojas

1104528540



---

Steven Alexander López Vera

0150068559

## **CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

Yo, Christian Omar Pulla Morocho con documento de identificación N° 0103570602, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: VISUALIZACIÓN DE PARÁMETROS DE FUNCIONAMIENTO DE UN MOTOR DE ENCENDIDO PROVOCADO, realizado por Ángel Eduardo Balbuca Rojas con documento de identificación N° 1104528540 y por Steven Alexander López Vera con documento de identificación N° 0150068559, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción Proyecto técnico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, 28 de julio del 2022

Atentamente,



---

Ing. Christian Omar Pulla Morocho, MSc.

0103570602

## **DEDICATORIA**

*Dedico mi trabajo de titulación a mis padres Ángel Balbuca y Vanessa Rojas quienes han sido mi guía y fortaleza en cada etapa de mi vida.*

*A mis hermanos Emilio Antonio y Vanessa Soledad quienes con paciencia y amor me han ayudado a salir adelante.*

*A mis abuelitos Francisco Rojas, Alicia Muñoz, Bolívar Balbuca y Zoila Castillo, quienes con amor y cariño han estado siempre para mí y me enseñaron buenos valores para poder convertirme en la persona que soy ahora.*

*A mi viejita Corinita de Jesús, quien desde el cielo me guio en toda mi etapa universitaria, le agradezco por todo el amor y el cariño que me dio, este logro es de ella también.*

*A mi novia Selena Luna, por la paciencia y el amor que me brindo durante gran parte de mi carrera universitaria.*

*A mis demás familiares y compañeros que me brindaron su apoyo en los momentos difíciles, les agradezco de todo corazón. Este logro es para ustedes.*

**Ángel Eduardo Balbuca Rojas**

## **DEDICATORIA**

*Dedico este trabajo a mis padres Benito López, Alba Vera y a mi hermana Jennifer López por el apoyo que me han dado en el transcurso de toda esta travesía, por su confianza, su sacrificio y sobre todo por nunca dejar de creer en mí.*

*Steven Alexander López Vera*

## **AGRADECIMIENTO**

*Los autores expresan los más profundos y sinceros agradecimientos a la Universidad Politécnica Salesiana, a su vez a cada uno de los docentes por todos los años de enseñanza compartida. Especialmente al Ing. Christian Pulla por su tiempo, apoyo y supervisión en todo el proceso del trabajo de titulación.*

*Ángel Eduardo Balbuca Rojas*

*Steven Alexander López Vera*

## **RESUMEN**

En el campo automotriz es necesario identificar los parámetros de funcionamiento de los motores a combustión interna, es por eso que objetivo de la presente investigación fue analizar los parámetros de funcionamiento del motor Mazda E5, así como, la implementación de una base que cumpla con todas las normas de ergonomía. Para lo cual se realizó una restauración completa y a su vez la implementación de un panel digital para la visualización de dichos parámetros con la finalidad de proporcionar una visión detallada de cómo está operando el motor y tomar medidas correctivas para mantenerlo en condiciones óptimas de funcionamiento. Este proyecto ayudara a desarrollar todos los conocimientos adquiridos en los estudiantes de la Carrera de Ingeniería Automotriz, así mismo, se podrán desarrollar nuevos temas de investigación para los estudiantes.

***Palabras Claves:*** *Parámetros, Implementación.*

## **ABSTRACT**

In the automotive field is necessary to identify the operating parameters of internal combustion engines, there before the objective of this research was to analyze the operating parameters of the Mazda E5 engine, as well as the implementation of a base that meets all ergonomic standards. For which a complete restoration was carried out, turn in the implementation of a digital panel for the visualization of these parameters in order to provide a detailed view of how the engine is operating, and take corrective measures to keep it in optimal operating conditions. This project will help to develop all the knowledge acquired by the students of the Automotive Engineering Career, as well as to develop new research topics for the students.

**Keywords:** Parameters. Implementation.

## ÍNDICE GENERAL

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN .....	II
CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA.....	III
CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN .....	IV
DEDICATORIA.....	V
AGRADECIMIENTO .....	VII
RESUMEN.....	VIII
ABSTRACT.....	I
1. INTRODUCCIÓN .....	8
2. PROBLEMA .....	9
3. OBJETIVOS .....	12
CAPÍTULO I.....	13
<i>I. Fundamentación teórica .....</i>	<i>13</i>
1.1 Motores de combustión interna.....	13
1.2 Arduino Mega 2560 .....	13
1.3 Presión de aceite.....	16
1.4 Nivel de Combustible en el Depósito.....	17
1.5 Revoluciones del motor .....	18
1.6 Voltaje de suministro de batería .....	19
CAPÍTULO II.....	20
<i>II. Reacondicionamiento del motor Mazda E5 a gasolina.....</i>	<i>20</i>
2.1 Inspección visual del motor Mazda E5.....	22
2.1.1 Sistema de alimentación.....	22
2.1.2 Sistema de distribución .....	23
2.1.3 Sistema de lubricación .....	25
2.1.4 Sistema de refrigeración .....	26
2.1.5 Sistema de encendido .....	28
2.2 Proceso de reparación .....	30
2.2.1 Sistema de alimentación.....	30
2.2.2 Sistema de distribución .....	32
2.2.3 Sistema de lubricación .....	34
2.2.4 Sistema de refrigeración .....	35
2.2.5 Sistema de encendido.....	36
CAPÍTULO III .....	40

<b>III. Implementación del panel digital mediante la programación en Arduino.</b>	<b>40</b>
.....	
<b>3.1 Diagrama de conexión</b> .....	<b>40</b>
<b>3.1.1 Materiales utilizados</b> .....	<b>40</b>
<b>3.1.2 Lectura de señales</b> .....	<b>41</b>
<b>3.2 Presión de aceite</b> .....	<b>44</b>
<b>3.3 Diseño de PCB</b> .....	<b>46</b>
<b>3.4 Pantalla Nextion</b> .....	<b>47</b>
<b>4. CONCLUSIONES</b> .....	<b>54</b>
<b>5. RECOMENDACIONES</b> .....	<b>55</b>
<b>6. ANEXOS</b> .....	<b>56</b>
<b>7. BIBLIOGRAFÍA</b> .....	<b>66</b>

## TABLA DE ILUSTRACIONES

Figura 1. Ubicación UPS.....	11
Figura 2. Motor Mazda E5. ....	13
Figura 3. Arduino Mega 2560. ....	15
Figura 4. Depósito de combustible.....	22
Figura 5. Depurador.....	22
Figura 6. Bomba mecánica. ....	23
Figura 7. Carburador .....	23
Figura 8. Válvulas. ....	24
Figura 9. Tapa Válvulas.....	24
Figura 10. Resortes.....	24
Figura 11. Balancín. ....	24
Figura 12. Varillas .....	24
Figura 13. Árbol de levas. ....	25
Figura 14. Banda de distribución.....	25
Figura 15. Cáster.....	26
Figura 16. Bomba de aceite. ....	26
Figura 17. Filtro de aceite.....	26
Figura 18. Radiador. ....	27
Figura 19. Bomba de agua.....	27
Figura 20. Mangueras .....	27
Figura 21. Tapones de agua en el block. ....	28
Figura 22. Block Mazda E5.....	28
Figura 23. Switch de encendido. ....	28
Figura 24. Bujías. ....	29
Figura 25. Pistones .....	29
Figura 26. Distribuidor. ....	29
Figura 27. Alternador. ....	29
Figura 28. Depósito de combustible nuevo. ....	30
Figura 29. Depurador.....	31
Figura 30. Filtro de combustible .....	31
Figura 31. Carburador .....	31
Figura 32. Válvulas. ....	32
Figura 33. Tapa Válvulas.....	32
Figura 34. Resortes.....	32
Figura 35. Balancín. ....	33
Figura 36. Varillas .....	33
Figura 37. Árbol de levas. ....	33
Figura 38. Banda de distribución.....	33
Figura 39. Cáster.....	34
Figura 40. Bomba de aceite nueva. ....	34
Figura 41. Filtro de aceite.....	34
Figura 42. Radiador. ....	35
Figura 43. Bomba de agua.....	35
Figura 44. Mangueras .....	35
Figura 45. Tapones de agua en el block. ....	36

Figura 46. Block Mazda E5 rectificado.....	36
Figura 47. Switch de encendido. ....	37
Figura 48. Bujías. ....	37
Figura 49. Pistones STD.....	37
Figura 50. Distribuidor. ....	38
Figura 51. Alternador. ....	38
Figura 52. Arduino Uno. ....	40
Figura 53. Conexión potenciómetro sobre el Arduino. ....	41
Figura 54. Arduino uno y su conexión con Arduino. ....	42
Figura 55. Diagrama del partidador de tensión. ....	42
Figura 56. Diagrama del partidador de tensión. ....	44
Figura 57. Diagrama PCB .....	46
Figura 58. Diagrama posterior PCB. ....	46
Figura 59. Software Nextion. ....	47
Figura 60. Software Nextion Paso 1 .....	48
Figura 61. Creación de almacenamiento Paso 2.....	48
Figura 62. Selección de pantalla Paso 3 .....	49
Figura 63. Dirección de la pantalla Paso 4. ....	49
Figura 64. Pantalla de trabajo Paso 5. ....	50
Figura 65. Ventana de Elementos (picture).....	50
Figura 66. Ventana de elementos (Text). ....	51
Figura 67. Ventana de elementos (Number).....	51
Figura 68. Ventana de configuración Number. ....	52
Figura 69 Ventana de interfaz gráfica. ....	52
Figura 70. Visualización final. ....	53
Figura 71. Parámetros mostrados en la pantalla.....	53

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Generalidades Arduino Mega 2560.....	15
Tabla 2. Tabla de tipos de aceite recomendados. ....	17
Tabla 3. Validación cualitativa del motor Mazda E5 .....	21
Tabla 4. Diagnóstico sistema de alimentación .....	23
Tabla 5. Diagnóstico sistema de distribución.....	25
Tabla 6. Diagnóstico del sistema de lubricación.....	26
Tabla 7. Diagnóstico sistema de refrigeración.....	28
Tabla 8. Diagnóstico sistema de encendido.....	29
Tabla 9. Restauración del sistema de alimentación.....	31
Tabla 10. Restauración del sistema de distribución.....	33
Tabla 11. Restauración del sistema de lubricación.....	34
Tabla 12. Restauración del sistema de refrigeración.....	36
Tabla 13. Proceso de reparación del motor Mazda E5 .....	38
Tabla 14. Tabla de torque del motor Mazda E5 .....	39
Tabla 15. Denominación de parámetros.....	43
Tabla 16. Denominación de parámetros.....	44

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Desarmado del motor.....	56
Anexo 2. Rectificado del block. ....	56
Anexo 3. Excesivo Cableado en el motor.....	57
Anexo 4. Fisura en el Tapa válvulas. ....	57
Anexo 5. Fisuras interiores del Tapa válvulas.....	58
Anexo 6. Asentamiento del cigüeñal.....	58
Anexo 7. Asentamiento y torquedo del cigüeñal.....	58
Anexo 8. Pistones limpios y preparados.....	59
Anexo 9. Rines colocados en los pistones.....	59
Anexo 10. Colocación de los pistones en el block. ....	60
Anexo 11. Montaje de los pistones en el bloque motor.....	60
Anexo 12. Colocación de la bomba de aceite.....	61
Anexo 13. Motor armado 3\4. ....	61
Anexo 14. Calibración de válvulas.....	62
Anexo 15. Motor armado completamente. ....	62
Anexo 16. Motor montado en la base.....	63
Anexo 17. Modelado del soporte metálico.....	63
Anexo 18. Vista inferior del modelado. ....	64
Anexo 19. Vista lateral del modelado. ....	64
Anexo 20. Dimensiones de la pantalla digital.....	65
Anexo 21. Diseño del panel de control. ....	65

## **1. INTRODUCCIÓN**

En el campo automotriz para realizar una correcta visualización de los parámetros de funcionamiento de un motor de encendido provocado es esencial monitorear el rendimiento, diagnosticar posibles problemas. Estos motores de combustión interna tienen una amplia gama de aplicaciones ya sea desde el transporte o para las empresas como motores estacionarios que tienen el mismo principio de funcionamiento. Es por eso que es necesario poder extraer información sobre el estado y el rendimiento del motor. Esto permite a la persona que hace la visualización conocer posibles fallos o el tipo de desgaste que se está produciendo dentro de este motor, con todos estos parámetros se puede asegurar que el motor de combustión interna esté funcionando correctamente.

Es así que, en el presente proyecto de titulación pretende analizar los parámetros de funcionamiento del motor Mazda E5, así como, la implementación de una base que cumpla con todas las normas de ergonomía, para desarrollar todos los conocimientos adquiridos en los estudiantes de la Universidad Politécnica Salesiana. Así mismo, se podrán desarrollar nuevos temas de investigación para los estudiantes.

## **2. PROBLEMA**

En el laboratorio de Motores de Combustión Interna de la Carrera de Ingeniería Automotriz de la Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca, se encuentra disponible un motor “MAZDA E5”, el mismo que presenta problemas de funcionamiento, seguridad y deterioro estructural de su soporte, debido a su alta demanda de uso en prácticas de taller y su año de fabricación (aprox. 1985), razón por la cual se requiere realizar una actualización del banco didáctico acorde a las necesidades actuales de aprendizaje, para el desarrollo de prácticas académicas y proyectos de investigación.

Con respecto a los problemas de funcionamiento, esto es provocado por el deterioro de los componentes de gestión electrónica y mecánica por su uso frecuente, además; en cuanto a la seguridad no se disponen de los medios de protección, tales como: anti-atrapamiento, botón de emergencia de seguridad. Finalmente, en lo que respecta al soporte estructural este presenta fatiga de los materiales ya que posee un diseño sin criterio de ergonomía.

## **ANTECEDENTES**

El constante avance tecnológico y desarrollo en los diferentes tipos de motores de combustión interna ha permitido un estudio largo y progresivo en el campo automotriz, por lo que la alta demanda y construcción en grandes cantidades son algunos de los factores que nos incitan a seguir investigando y descubriendo nuevos problemas y a su vez nuevas soluciones ya sean estos problemas la cantidad de consumo, pérdidas de potencia, contaminación o algunos más los cuales sabemos que se desarrollaran en un futuro cercano al igual que se encontraran sus respectivas soluciones en un futuro cercano.

## **IMPORTANCIA Y ALCANCES**

Este proyecto ayudara a las siguientes generaciones de estudiantes con este banco didáctico el cual brindara de manera más explícita e interesante al estudio de nuestro motor, ya que no siempre se tiene la posibilidad de estudiar ciertos aspectos de dichos motores más a fondo o de manera más didáctica ya que al no poder observar los diferentes aspecto y componentes del motor de dicho banco no se podría apreciar de manera más explícita las particularidades del motor.

También se integró un Arduino el cual ayudara a ver de manera más didáctica ciertos parámetros del motor así que servirá a la toma datos dependiendo de la actividad que se realice en dichas clases.

## DELIMITACIÓN

El proyecto actual se ajustará a las normas establecidas por la Universidad Politécnica Salesiana y estará relacionado con el campo de conocimiento de la Ingeniería Automotriz en la rama laboral, en particular con temas como electrónica, motores de combustión interna, electricidad, entre otros.



*Figura 1. Ubicación UPS.*

**Fuente:** Google Maps

### **3. OBJETIVOS**

#### **Objetivo General**

Visualizar los parámetros de funcionamiento de un motor Mazda (E5) mediante la adquisición de datos por Arduino.

#### **Objetivos Específicos**

- Establecer el marco teórico mediante la investigación bibliográfica referente al motor Mazda E5 a gasolina, para la selección de las variables a visualizar y el conocimiento de las técnicas de adquisición de datos, criterios ergonómicos y de seguridad.
- Reacondicionar el motor Mazda E5 a gasolina, mediante un diagnóstico previo para determinar su estado, funcionalidad y reparación.
- Implementar el panel digital mediante la programación en Arduino para la visualización de los parámetros de funcionamiento del motor Mazda E5.

# CAPÍTULO I

## I. Fundamentación teórica

### 1.1 Motores de combustión interna

Entre 1976 y 2003, la marca Mazda fabricó el motor E5 323, un motor de cuatro cilindros en línea a gasolina. Tenía alrededor de 118 caballos de fuerza y un torque máximo de 111 libras-pie. Varios modelos de automóviles de Mazda utilizaron este modelo. Varios modelos tienen transmisiones manuales o automáticas. El modelo más reciente tiene seis velocidades y una tecnología híbrida que mejora la eficiencia del combustible.

Los parámetros del motor Mazda E5 modelo 323 incluyen una potencia de 118 caballos de fuerza con un torque máximo de 111 libras pie con una cilindrada de 1.5 litros, la velocidad optima es de 175 km/ h.



*Figura 2. Motor Mazda E5.*

**Fuente:** Autores

### 1.2 Arduino Mega 2560

Arduino es una plataforma electrónica de código abierto que tiene hardware y software para usarlo. Para escribir y cargar código en la placa, utiliza un microcontrolador y un entorno de desarrollo.

El microcontrolador es la parte física del sistema Arduino. La placa incluye un chip de microcontrolador, que es el cerebro del sistema, y contactos de entrada y salida.

El entorno de desarrollo es un componente de software del sistema Arduino. Se graba y carga el código en la placa del microcontrolador.

Arduino le permite crear elementos autónomos, conectarse a otros dispositivos, marcar programas e interactuar con hardware y software. Los elementos de control, por ejemplo, colocan un motor para cargar o bajar las persianas basadas en ciegas, o cambian información como los teclados en algo.

El Arduino Mega 2560 es un chip Atmega2560. Hay 54 contactos digitales de entrada/salida, 16 entradas analógicas, 4 puertos de hardware secuenciales UART, un generador cristalino de 16 MHz, una conexión USB, un conector de alimentación, un encabezado ICSP y un botón de reinicio.

El microcontrolador Arduino Mega 2560 se basa en el chip ATMEGA2560. Es compatible con 54 entradas y salidas digitales, 16 entradas analógicas, 4 conexiones de hardware en serie UART, un cristal de 16 MHz, una conexión de alimentación, una tecla de reinicio, un encabezado ICSP y una conexión USB.

Se compone de 256 kb de memoria flash para almacenar el código del programa, 8 kb de memoria SRAM para almacenar variables y datos, y 4 kb de memoria EEPROM para no almacenar datos volátiles.

El microcontrolador Arduino Mega 2560 se basa en el chip ATMEGA2560. Es compatible con 54 entradas y salidas digitales, 16 entradas analógicas, 4 conexiones de

hardware en serie UART, un cristal de 16 MHz, una conexión de alimentación, una tecla de reinicio, un encabezado ICSP y una conexión USB.

Se compone de 256 kb de memoria flash para almacenar el código del programa, 8 kb de memoria SRAM para almacenar variables y datos, y 4 kb de memoria EEPROM para no almacenar datos volátiles.



Figura 3. Arduino Mega 2560.

Fuente: Autores

A continuación, se presentan las características generales del Arduino Mega 2560.

<b>Arduino Mega 2560</b>	
<b>Microcontrolador</b>	ATmega2560
<b>Voltaje Operativo</b>	5 V
<b>Tensión de Entrada</b>	7-12 V
<b>Voltaje de Entrada(límites)</b>	6-20 V
<b>Pines digitales de Entrada/Salida</b>	54 (de los cuales 14 proveen salida PWM)
<b>Pines análogos de entrada</b>	16
<b>Corriente DC por cada Pin Entrada/Salida</b>	40 mA
<b>Corriente DC entregada en el Pin 3.3V</b>	50 mA
<b>Memoria Flash</b>	256 KB (8KB usados por el bootloader)
<b>SRAM</b>	8 KB
<b>EEPROM</b>	4 KB
<b>Clock Speed</b>	16 MHz

Tabla 1. Generalidades Arduino Mega 2560

Fuente: Autores

### 1.3 Presión de aceite

La presión del aceite del motor es la fuerza con la que el aceite del motor circula a través del sistema de lubricación del motor para lubricar las piezas móviles del motor, reduciendo el desgaste y la fricción.

La presión de aceite es fundamental para el rendimiento de los motores, además, el correcto mantenimiento ayuda a alargar la vida de los mismos y reducen el desgaste de las piezas móviles.

Debemos tener en cuenta que para que el motor este en correctas condiciones, se deberá realizar el cambio regular de aceite como recomienda el manual del fabricante, así mismo, se debe utilizar el filtro de aceite recomendado por tener un correcto funcionamiento y evitar sobrecalentamientos en el sistema de lubricación.

En el motor Mazda E5 la presión de aceite en altas revoluciones va desde los 40 a los 70 psi y en bajas revoluciones oscila entre 10 y 20 psi.

Gama de temperatura ambiente		→ -20°C
Grado del aceite del motor	SAE	5W/20
Clasificación del aceite del motor	API//ACEA	SJ/A2
Gama de temperatura ambiente		→ 0°C
Grado del aceite del motor	SAE	5W/30
Clasificación del aceite del motor	API//ACEA	SJ/A2
Gama de temperatura ambiente		-25°C → 30°C
Grado del aceite del motor	SAE	10W/30
Clasificación del aceite del motor	API//ACEA	SJ/A2
Gama de temperatura ambiente		→ -25°C

Grado del aceite del motor	SAE	10W/40, 10W/50
Clasificación del aceite del motor	API//ACEA	SJ/A2
Gama de temperatura ambiente		-10°C →
Grado del aceite del motor	SAE	20W/40, 20W/50
Clasificación del aceite del motor	API//ACEA	SJ/A2
Motores con filtro(s)	Litros	3,4

*Tabla 2. Tabla de tipos de aceite recomendados.*

**Fuente:** Fuente: Autodata 3.51

#### **1.4 Nivel de Combustible en el Depósito**

El depósito de combustible es un componente vital en cualquier vehículo, ya que es el encargado de almacenar el combustible que será utilizado por el motor para generar energía. En el caso del Mazda 323 E5, el depósito de combustible tiene una capacidad de 50 litros y está diseñado para garantizar un suministro constante y seguro de combustible al motor.

Para que un depósito de combustible funcione correctamente, debe cumplir con ciertos requisitos. Dado que el contacto continuo con el combustible puede corroer el material del depósito, uno de estos requisitos es la resistencia a la corrosión.

La capacidad de sellado es otro requisito crucial porque cualquier fuga de combustible puede ser peligrosa tanto para el vehículo como para los ocupantes. El depósito de combustible del Mazda 323 E5 tiene un sistema de sellado hermético para evitar la fuga de combustible.

Además, el depósito de combustible tiene una variedad de dispositivos de seguridad, incluida la válvula de ventilación y la válvula de control de emisiones, que cumplen con las

normas ambientales y de seguridad vigentes. Estos dispositivos eliminan los gases producidos por la evaporación del combustible sin que se escape líquido.

La capacidad del depósito de combustible es de aproximadamente 50 litros, lo que permite al conductor recorrer largas distancias sin necesidad de repostar constantemente (Mazda, 1995).

Esta capacidad permite al motor mantener una eficiencia de combustible óptima y es adecuada para un vehículo compacto de su tamaño.

El depósito de combustible del Mazda 323 E5 está hecho de acero galvanizado, un material que brinda resistencia y durabilidad. El acero galvanizado, que es resistente a la corrosión, protege el depósito de combustible de la humedad y el óxido. El depósito de combustible del Mazda 323 E5 también está diseñado de tal manera que reduce la probabilidad de derrames y fugas de combustible, lo que aumenta la seguridad del vehículo.

Cuando se trata de mantener el depósito de combustible, es crucial realizar inspecciones regulares para evitar problemas como fugas de combustible, corrosión o daños. Además, un filtro obstruido puede afectar negativamente el rendimiento del motor y la eficiencia del combustible, por lo que se recomienda limpiar y cambiar el filtro de combustible con frecuencia. Para evitar la entrada de contaminantes y la evaporación del combustible, es crucial asegurarse de que la tapa del depósito de combustible esté sellada correctamente.

### **1.5 Revoluciones del motor**

Las revoluciones del motor se refieren a la cantidad de rotaciones completas que realiza el motor por unidad de tiempo, generalmente se miden en revoluciones por minuto (RPM). Según un artículo de HowStuffWorks, "Las revoluciones del motor se miden en RPM, o

revoluciones por minuto. Una revolución es igual a una vuelta completa de todas las partes móviles del motor. Si el motor de un automóvil tiene una velocidad de ralentí de 800 RPM, significa que su cigüeñal gira 800 veces por minuto" (Brain, 2021).

Es importante tener en cuenta que operar el motor con frecuencia a revoluciones extremadamente altas o bajas puede tener un impacto negativo en su rendimiento y durabilidad. Por lo tanto, se recomienda operar el motor dentro del rango de RPM recomendado por el fabricante y llevar el vehículo a un taller mecánico calificado para su inspección.

### **1.6 Voltaje de suministro de batería**

El voltaje normal de la batería de un vehículo es de 12 a 14 voltios. Un artículo de Cars.com afirma que cuando el vehículo está apagado y la batería no está siendo utilizada, "el voltaje normal de una batería cargada es de alrededor de 12,6 a 12,7 voltios". Debido a la carga del alternador, el voltaje de la batería suele estar entre 13,7 y 14,7 voltios cuando el motor está en marcha. Es importante tener en cuenta que los valores exactos pueden variar dependiendo del modelo, la marca y el estado de la batería, así como del rendimiento del sistema de carga.

## CAPÍTULO II

### II. Reacondicionamiento del motor Mazda E5 a gasolina.

El motor Mazda E5 serie 323, mediante la inspección visual realizada, se pudo constatar que no estaba en óptimas condiciones para su funcionamiento. Mediante una inspección visual se pudo evidenciar que existía una fuga de aceite en el tapa válvulas, además las mangueras de agua presentaban fisuras y en las uniones se apreció un exceso de corrosión y sellante que impedía el flujo adecuado de agua para su refrigeración, posteriormente se comprobó que el cigüeñal no giraba de forma correcta ya que se necesitaba un sobreesfuerzo para poder lograr el giro, otro aspecto que se logró observar en el proyecto fue las conexiones eléctricas, ya que se encontraban en mal estado y con exceso de cableado.

Por estas razones se procedió a realizar la reparación íntegra del motor Mazda E5 serie 323, y así poderle dar un correcto uso y cumplir los objetivos propuestos.

VALIDACIÓN CUALITATIVA DEL MOTOR								
SISTEMA	ELEMENTO	ESTADO			TIPO DE DESGASTE			OBSERVACIÓN
		BUENO	MALO	AUSENTE	FISURA/ ROTURA	CORROSIÓN	OXIDACIÓN	
ALIMENTACIÓN	DEPÓSITO DE COMBUSTIBLE		X		X			Presenta múltiples fisuras en todo el elemento
	DEPURADOR	X						
	FILTRO DE COMBUSTIBLE		X			X		Presenta corrosión debido al tiempo de uso
	BOMBA DE COMBUSTIBLE MECÁNICA		X					No funciona
	CARBURADOR	X						
	LÍNEAS DE COMBUSTIBLE	X						
	VÁLVULAS	X						
DISTRIBUCIÓN	RESORTE	X						
	BALANCÍN	X						
	VARILLAS	X						

	ÁRBOL DE LEVAS	X						
	TAPA VÁLVULAS		X		X			PRESENTA SOLDADURA EN DIFERENTES PUNTOS Y UN EXCESO DE SILICÓN
	BANDA DE DISTRIBUCIÓN		X		X			Presenta fisuras debido al tiempo de uso
LUBRICACIÓN	CARTER		X		X		X	FALTA DE PERNOS PARA SU CORRECTO SELLADO
	BOMBA DE ACEITE		X					NO FUNCIONA
	FILTRO DE ACEITE		X		X			NO FUNCIONA
	CONDUCTOS DE DISTRIBUCIÓN DE ACEITE		X			X		EXCESO DE CORROSIÓN
REFRIGERACIÓN	RADIADOR	X				X		Presenta corrosión debido al tiempo de uso
	BOMBA DE AGUA		X			X	X	NO FUNCIONA
	MANGUERAS		X		X	X	X	EXCESO DE CORROSIÓN, SILICÓN Y PRESENTA FISURAS.
	TAPONES DE AGUA EN EL BLOCK	X						
ENCENDIDO	SWITCH	X						
	CABLES DE LA BATERÍA		X		X	X		PRESENTA SULFATACIÓN EN LOS BORDES
	BATERÍA			X				
	DISTRIBUIDOR		X		X			
	BUJÍAS		X					MAL CALIBRACIÓN DE LA LUZ.
	ALTERNADOR	X			X			

Tabla 3. Validación cualitativa del motor Mazda E5

Fuente: Autores

## 2.1 Inspección visual del motor Mazda E5

Al realizar la inspección visual detallada se evidenció que muchos de los componentes del motor se encontraban en mal estado o simplemente no funcionaban. Entre los sistemas principales tenemos: alimentación, distribución, encendido, lubricación y refrigeración.

### 2.1.1 Sistema de alimentación

Dentro del sistema de alimentación pudimos observar algunos componentes que estaban en mal estado, ya que debido al tiempo de uso en los laboratorios de la Universidad Politécnica Salesiana no se han dado un correcto mantenimiento, además, la mala práctica realizada por los estudiantes aumentó el deterioro del motor.

Inspección del estado del motor Mazda E5 323			
INSPECCIÓN VISUAL DEL MOTOR			
Sistema	Elemento	Estado	Observación
Alimentación	Depósito de combustible	 <p><i>Figura 4. Depósito de combustible.</i></p> <p><i>Fuente: Autores</i></p>	Presenta fisuras y desgaste prematuro.
	Filtro de aire	 <p><i>Figura 5. Depurador.</i></p> <p><i>Fuente: Autores</i></p>	Falta de tuerca de sujeción.

	Bomba mecánica	 <p data-bbox="699 596 967 621"><i>Figura 6. Bomba mecánica.</i></p> <p data-bbox="753 648 914 674"><i>Fuente: Autores</i></p>	Mal estado.
	Carburador	 <p data-bbox="727 1184 943 1209"><i>Figura 7. Carburador</i></p> <p data-bbox="753 1236 914 1262"><i>Fuente: Autores</i></p>	Ninguna.

*Tabla 4. Diagnóstico sistema de alimentación*

*Fuente: Autores*

### **2.1.2 Sistema de distribución**

En lo que respecta al sistema de distribución, pudimos presenciar algunos acontecimientos que no son correctos para el óptimo funcionamiento del motor. Entre las afectaciones más relevantes tenemos: Fisuras en la tapa válvulas que producían la filtración de aceite hacia el exterior del motor, el árbol de levas presentaba un exceso de torque que impedía el correcto funcionamiento del motor, la banda de accesorios poseía un desgaste considerable debido al tiempo de uso.

**Inspección del estado del motor Mazda E5 323**

**INSPECCIÓN VISUAL DEL MOTOR**

<b>Sistema</b>	<b>Elemento</b>	<b>Estado</b>	<b>Observación</b>
Distribución	Válvulas	 <p align="center"><i>Figura 8. Válvulas.</i></p> <p align="center"><i>Fuente: Autores</i></p>	Filtración de aceite.
	Tapa válvulas	 <p align="center"><i>Figura 9. Tapa Válvulas</i></p> <p align="center"><i>Fuente: Autores</i></p>	Presenta múltiples fisuras en todo el tapa válvulas.
	Resorte	 <p align="center"><i>Figura 10. Resortes.</i></p> <p align="center"><i>Fuente: Autores</i></p>	Ninguna.
	Balancín	 <p align="center"><i>Figura 11. Balancín.</i></p> <p align="center"><i>Fuente: Autores</i></p>	Ninguna.
	Varillas	 <p align="center"><i>Figura 12. Varillas</i></p> <p align="center"><i>Fuente: Autores</i></p>	Ninguna.

	Árbol de Levas	 <p><i>Figura 13. Árbol de levas.</i></p> <p><i>Fuente: Autores</i></p>	Ninguna.
	Banda de accesorios	 <p><i>Figura 14. Banda de distribución.</i></p> <p><i>Fuente: Autores</i></p>	Presenta un desgaste por el tiempo de uso.

*Tabla 5. Diagnóstico sistema de distribución.*

*Fuente: Autores*

### **2.1.3 Sistema de lubricación**

En lo que respecta al sistema de lubricación se pudo identificar 2 aspectos fundamentales que impedían el funcionamiento óptimo del motor, los cuales fueron: la bomba de aceite y el cárter.

La bomba de aceite debido al uso y al paso del tiempo se malogró y no cumplía con la función para la cual fue creada, así mismo, en el cárter se podía evidenciar la falta de pernos de sujeción que hacía que existieran fugas de aceite lubricante.

Inspección del estado del motor Mazda E5 323			
INSPECCIÓN VISUAL DEL MOTOR			
Sistema	Elemento	Estado	Observación
Lubricación	Carter	 <p><i>Figura 15. Cáster.</i> <i>Fuente: Autores</i></p>	Ausencia de pernos.
	bomba de Aceite	 <p><i>Figura 16. Bomba de aceite.</i> <i>Fuente: Autores</i></p>	No funciona.
	Filtro de aceite	 <p><i>Figura 17. Filtro de aceite.</i> <i>Fuente: Autores</i></p>	Presenta desgaste por el tiempo de uso

*Tabla 6. Diagnóstico del sistema de lubricación.*

*Fuente: Autores*

#### 2.1.4 Sistema de refrigeración

En el sistema de refrigeración podemos apreciar el deterioro de la bomba de agua debido al tiempo de uso del motor y a su vez al año de fabricación de este, ya que es la primera vez que se hace una restauración completa.

Las mangueras que conducen el agua\ refrigerante, también presentaban fisuras debido al tiempo de utilización del motor, además se logró identificar la ausencia de abrazaderas de sujeción en los extremos de las mangueras.

Inspección del estado del motor Mazda E5 323			
INSPECCIÓN VISUAL DEL MOTOR			
Sistema	Elemento	Estado	Observación
Refrigeración	Radiador	 <p><i>Figura 18. Radiador.</i></p> <p><i>Fuente: Autores</i></p>	Presenta corrosión.
	Bomba de agua	 <p><i>Figura 19. Bomba de agua.</i></p> <p><i>Fuente: Autores</i></p>	No funciona.
	Mangueras	 <p><i>Figura 20. Mangueras</i></p> <p><i>Fuente: Autores</i></p>	Presenta Oxido y corrosión debido al tiempo de uso.

	Tapones de agua en el block	 <p><i>Figura 21. Tapones de agua en el block.</i></p> <p><i>Fuente: Autores</i></p>	Ninguna.
	Block	 <p><i>Figura 22. Block Mazda E5.</i></p> <p><i>Fuente: Autores</i></p>	Exceso de silicón, desgaste irregular debido al tiempo de uso.

*Tabla 7. Diagnóstico sistema de refrigeración.*

*Fuente: Autores*

### 2.1.5 Sistema de encendido

En el sistema de encendido se encontró con un exceso de cablero, malas conexiones, ausencia de cables de conexión. Así mismo se pudo constatar que las bujías estaban en mal estado, ya que presentaban una excesiva luz entre el electrodo central y el electrodo de tierra.

Inspección del estado del motor Mazda E5 323			
INSPECCIÓN VISUAL DEL MOTOR			
Sistema	Elemento	Estado	Observación
Encendido	Switch	 <p><i>Figura 23. Switch de encendido.</i></p> <p><i>Fuente: Autores</i></p>	Ninguna.

	Bujías	 <p><i>Figura 24. Bujías.</i></p> <p><b>Fuente:</b> Autores</p>	Mal estado, desgaste irregular.
	Pistones	 <p><i>Figura 25. Pistones</i></p> <p><b>Fuente:</b> Autores</p>	Rines colocados al revés, presentaba curvaturas en el brazo de biela.
	Distribuidor	 <p><i>Figura 26. Distribuidor.</i></p> <p><b>Fuente:</b> Autores</p>	Ninguna.
	Alternador	 <p><i>Figura 27. Alternador.</i></p> <p><b>Fuente:</b> Autores</p>	Ninguna

*Tabla 8. Diagnóstico sistema de encendido.*

**Fuente:** Autores

## 2.2 Proceso de reparación

En el proceso de reparación se tomó en cuenta lo que el manual de fabricante mencionaba en los diferentes aspectos del motor Mazda E5 serie 323. Los aspectos a resaltar son los torques que deben ir en los componentes del motor, así mismo, las posiciones de los rines y el centrado correcto de la cadena de distribución.

Hay que tener en cuenta que al ser un motor que será utilizado por los estudiantes, es necesario que se realice un correcto armado para lograr la identificación adecuada y la posición correcta de los elementos.

### 2.2.1 Sistema de alimentación

Los cambios que se realizaron en el sistema de alimentación fueron necesarios para lograr un correcto funcionamiento del motor de combustión interna, en donde el cambio principal consistió en la construcción de un depósito de combustible con una capacidad de 2 galones, además se realizó una limpieza integral del sistema de alimentación.

Restauración del motor Mazda E5 323			
Reconstrucción total del motor			
Sistema	Elemento	Estado	Observación
Alimentación	Depósito de combustible	 <i>Figura 28. Depósito de combustible nuevo.</i> <b>Fuente: Autores</b>	Se realizó un nuevo depósito de combustible de acero inoxidable con una capacidad de 2 galones de combustible.

	Depurador	 <p data-bbox="711 443 932 470"><i>Figura 29. Depurador</i></p> <p data-bbox="737 495 906 522"><b>Fuente:</b> Autores</p>	Ninguna.
	Filtro de combustible	 <p data-bbox="662 913 980 940"><i>Figura 30. Filtro de combustible</i></p> <p data-bbox="737 966 906 993"><b>Fuente:</b> Autores</p>	Ninguna.
	Carburador	 <p data-bbox="711 1505 932 1533"><i>Figura 31. Carburador</i></p> <p data-bbox="737 1558 906 1585"><b>Fuente:</b> Autores</p>	Ninguna.

*Tabla 9. Restauración del sistema de alimentación*

**Fuente:** Autores

### 2.2.2 Sistema de distribución

En lo que respecta al sistema de distribución se procedió a hacer un lavado de todo el sistema, así mismo se realizó una limpieza del cabezote para poder tener una superficie optima de trabajo reduciendo el rozamiento y favoreciendo a la lubricación de las piezas internas.

Restauración del motor Mazda E5 323			
Reconstrucción total del motor			
Sistema	Elemento	Estado	Observación
Distribución	Válvulas	 <p><i>Figura 32. Válvulas.</i></p> <p><i>Fuente: Autores</i></p>	La calibración de válvulas se realizó a 0.006 pulg. en las válvulas de admisión y 0.008 pulg. en las válvulas de escape.
	Tapa válvulas	 <p><i>Figura 33. Tapa Válvulas</i></p> <p><i>Fuente: Autores</i></p>	Se corrigió las fisuras presentes en el tapa válvulas.
	Resorte	 <p><i>Figura 34. Resortes.</i></p> <p><i>Fuente: Autores</i></p>	Ninguna.

	Balancín	 <p><i>Figura 35. Balancín.</i></p> <p><b>Fuente: Autores</b></p>	Ninguna.
	Varillas	 <p><i>Figura 36. Varillas</i></p> <p><b>Fuente: Autores</b></p>	Ninguna.
	Árbol de Levas	 <p><i>Figura 37. Árbol de levas.</i></p> <p><b>Fuente: Autores</b></p>	Ninguna.
	Banda de distribución	 <p><i>Figura 38. Banda de distribución.</i></p> <p><b>Fuente: Autores</b></p>	Ninguna.

*Tabla 10. Restauración del sistema de distribución.*

**Fuente: Autores**

### 2.2.3 Sistema de lubricación

En lo que respecta al sistema de lubricación, lo fundamental que se realizó fue el cambio de la bomba de aceite, ya que esta se encontraba en mal estado presentando fisuras que impedían que cumpla correctamente su función.

Restauración del motor Mazda E5 323			
Reconstrucción total del motor			
Sistema	Elemento	Estado	Observación
Lubricación	Carter	 <p><i>Figura 39. Cáster.</i> <i>Fuente: Autores</i></p>	Se adquirió pernos de sujeción nuevos para el cárter.
	bomba de Aceite	 <p><i>Figura 40. Bomba de aceite nueva.</i> <i>Fuente: Autores</i></p>	Se colocó una nueva bomba de aceite para que realice su función de manera correcta.
	Filtro de aceite	 <p><i>Figura 41. Filtro de aceite.</i> <i>Fuente: Autores</i></p>	Se colocó un nuevo filtro.

*Tabla 11. Restauración del sistema de lubricación.*

**Fuente:** Autores

## 2.2.4 Sistema de refrigeración

Se realizó el cambio de la bomba de agua, ya que la misma estaba defectuosa debido a la corrosión producto del paso del tiempo y el uso que se le ha dado a el motor. De igual manera se hizo la rectificación del block ya que presentaba algunas rayaduras por ende no sellaba correctamente con el cabezote, el rectificado que se realizó fue de 0,05mm para poder tener una superficie de contacto uniforme y obtener un correcto sellado ente los elementos.

Restauración del motor Mazda E5 323			
Reconstrucción total del motor			
Sistema	Elemento	Estado	Observación
	Radiador	 <p><i>Figura 42. Radiador.</i></p> <p><i>Fuente: Autores</i></p>	Ninguna
Refrigeración	Bomba de agua	 <p><i>Figura 43. Bomba de agua.</i></p> <p><i>Fuente: Autores</i></p>	Se colocó una bomba de agua nueva para refrigerar el sistema correctamente.
	Mangueras	 <p><i>Figura 44. Mangueras</i></p> <p><i>Fuente: Autores</i></p>	Se realizó una limpieza y la colocación de un o-ring nuevo para que cumpla correctamente el sellado.

	Tapones de agua en el block	 <p data-bbox="626 506 1015 531"><i>Figura 45. Tapones de agua en el block.</i></p> <p data-bbox="737 558 899 583"><b>Fuente: Autores</b></p>	Ninguna.
	Block	 <p data-bbox="630 938 1010 963"><i>Figura 46. Block Mazda E5 rectificado.</i></p> <p data-bbox="740 991 899 1016"><b>Fuente: Autores</b></p>	Se realizó un bruñido en el interior de los cilindros corregir el desgaste provocado por el tiempo de uso del motor.

Tabla 12. Restauración del sistema de refrigeración.

**Fuente: Autores**

### 2.2.5 Sistema de encendido

En el sistema de encendido se realizó una limpieza correcta de todo el sistema, se hizo el cambio de bujías ya que no permitían el correcto funcionamiento del motor de combustión interna, así mismo se realizó la colocación de los rines en su correcta posición para que cumplan su función de manera correcta.

Al ser bujías nuevas no se realiza la comprobación de la luz entre el electrodo de encendido y el electrodo de tierra, pero con el pasar del tiempo y el uso del motor se descalibran por el desgaste y el fabricante recomienda una luz de 0,90 mm.

Restauración del motor Mazda E5 323			
Reconstrucción total del motor			
Sistema	Elemento	Estado	Observación
Encendido	Switch	 <p><i>Figura 47. Switch de encendido.</i></p> <p><b>Fuente:</b> Autores</p>	Ninguna
	Bujías	 <p><i>Figura 48. Bujías.</i></p> <p><b>Fuente:</b> Autores</p>	Se colocó nuevas bujías
	Pistones	 <p><i>Figura 49. Pistones STD.</i></p> <p><b>Fuente:</b> Autores</p>	Se realizó la una limpieza en los pistones, además, se colocó los rines STD según el proceso recomendado por el manual del fabricante.

	Distribuidor	 <p data-bbox="699 537 938 562"><i>Figura 50. Distribuidor.</i></p> <p data-bbox="743 590 894 615"><b>Fuente:</b> Autores</p>	Ninguna.
	Alternador	 <p data-bbox="708 842 930 867"><i>Figura 51. Alternador.</i></p> <p data-bbox="743 894 894 919"><b>Fuente:</b> Autores</p>	Ninguna.

*Tabla 13. Proceso de reparación del motor Mazda E5*

**Fuente:** Autores

### 2.2.5 Tabla de torques

- Para dar el toque necesario en la culata se realizó en 3 partes. La primera fue de 30 lb/pie. Posteriormente se aplicó 60 lb/pie. Para finalizar se aplicó las 70 lb/pie según lo recomendado por el manual del fabricante.
- En lo que respecta a los pernos de la bancada del cigüeñal se realizaron 3 fases para el apriete. La primera fase consistió en realizar un torque de 20 lb/pie. Posteriormente se

aplicó un torque de 30 lb/pie y en la última fase se aplicó las 55 lb/pie que recomienda el fabricante.

- En lo que respecta a la biela, se le realizó un torque de 30 lb/pie que recomienda el manual de fabricante para este modelo de motor.
- Para los pernos del volante motor, se realizaron 3 fases de 20 lb/pie cada una para lograr un correcto acople del mismo.

<b>Denominación</b>	<b>Torque (lb/pie)</b>
Pernos de la culata	70
Pernos de bancada de cigüeñal	55
Pernos de la tapa de biela	30
Pernos del volante motor	60

*Tabla 14. Tabla de torque del motor Mazda E5*

**Fuente:** Autores

## CAPÍTULO III

### III. Implementación del panel digital mediante la programación en Arduino.

#### 3.1 Diagrama de conexión

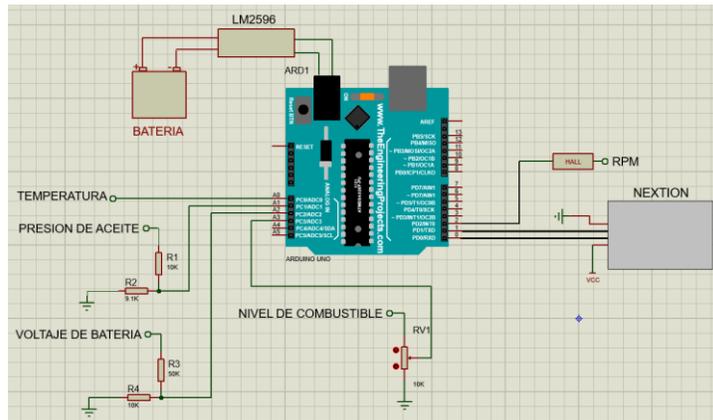


Figura 52. Arduino Uno.

*Fuente: Autores*

#### 3.1.1 Materiales utilizados

- ARDUINO MEGA 2560
- REGULADOR DE VOLTAJE DC-DC LM2596
- RESISTENCIAS 1/2W (7.5K, 10K, 20K, 50K) OHM
- SENSOR DE EFECTO HALL
- PANTALLA NEXTION 3.5 PULGADAS

### 3.1.2 Lectura de señales

La lectura de señales que se realizó en Arduino fue: Nivel de combustible, voltaje de batería, presión de aceite y rpm, para las tres primeras se utilizó las entradas analógicas de Arduino, mismas que poseen una resolución de 10 bits, mientras que para la lectura de los rpm se utilizó un pin digital.

### 3.1.3 Nivel de combustible

Para la lectura del nivel combustible introdujimos un potenciómetro en el interior del tanque de combustible, el cual actúa como boya, al momento de que el líquido aumente el potenciómetro gira, entregando de esta manera una señal analógica para posteriormente ser procesado en Arduino.

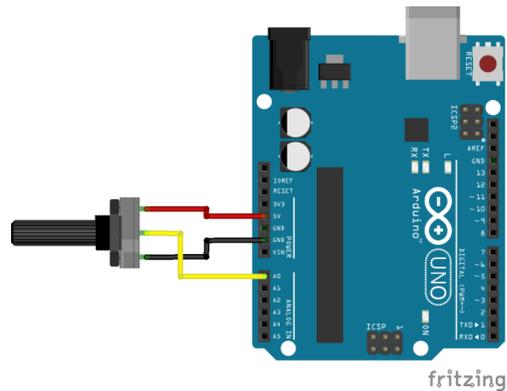


Figura 53. Conexión potenciómetro sobre el Arduino.

**Fuente:** <https://blog.330ohms.com/2020/03/06/como-conectar-un-potenciometro-a-arduino/>

### 3.1.4 Rpm

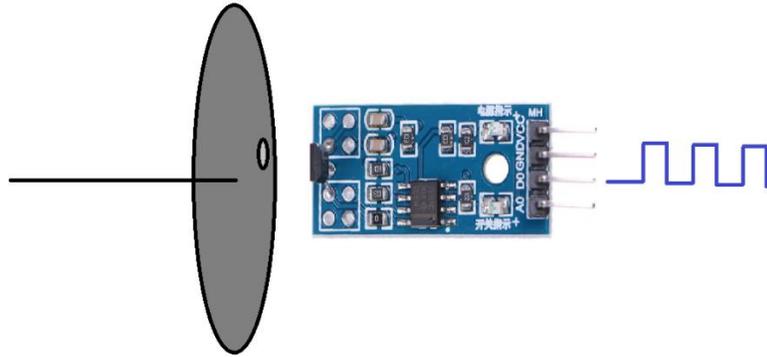


Figura 54. Arduino uno y su conexión con Arduino.

*Fuente: Autores*

Para la obtención del rpm se utilizó un sensor de efecto hall, en el volante del motor se coloca un imán de neodimio, al momento de que el sensor detecte el imán entrega un pulso digital al Arduino el cual contabiliza el número de pulsos detectado durante 60 segundos.

### 3.1.5 Lectura del voltaje

El voltaje que nos entrega la batería al momento de encender es de 14.8V, este valor no puede ser leído por Arduino, y es por este motivo se realiza un partidor de tensión.

Determinamos un valor de salida de 4 voltios para el partido de tensión, se realiza los cálculos para la obtención de las resistencias, de este modo cuando la batería entregue un voltaje de 14.8voltios Arduino leerá un valor de 4 voltios por el pin analógico.

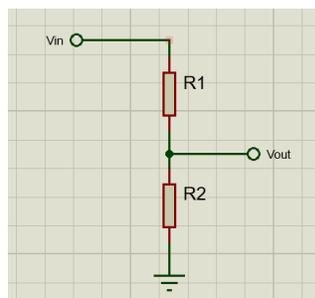


Figura 55. Diagrama del partidor de tensión.

*Fuente: Autores*

### 3.1.6 Cálculos matemáticos

Designación	Descripción
$V_{in}$	Voltaje de entrada
$V_{out}$	Voltaje de salida
$R_2$	Resistencia 2
$R_1$	Resistencia 1

Tabla 15. Denominación de parámetros.

*Fuente:* Autores

$$V_{in} = 14.8V$$

$$V_{out} = 4V$$

$$R_2 = 20K$$

$$V_{out} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} V_{in}$$

$$4 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} 14.8$$

$$4(R_1 + R_2) = 14.8R_2$$

$$4R_1 + 4R_2 = 14.8R_2$$

$$4R_1 = 10.8R_2$$

$$4R_1 = 10.8(20K)$$

$$R_1 = \frac{216K}{4}$$

$$R_1 = 54K$$

### 3.2 Presión de aceite

Para la lectura de la presión de aceite se aplica el mismo método del voltaje, es decir un partidor de tensión ya que al momento de encender el motor el valor de tensión que entrega el manómetro es de 7.55 voltios para una presión de 10 bar y 0 voltios cuando el motor está apagado.

Determinamos un valor de salida de 4 voltios para el partidor de tensión, se realiza los cálculos para la obtención de las resistencias, de este modo cuando la batería entregue un voltaje de 7.55 voltios Arduino leerá un valor de 4 voltios por el pin analógico.

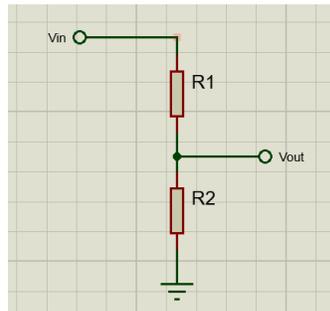


Figura 56. Diagrama del partidor de tensión.

**Fuente:** Autores

#### 3.2.1 Cálculos matemáticos

Designación	Descripción
$V_{in}$	Voltaje de entrada
$V_{out}$	Voltaje de salida
$R2$	Resistencia 2
$R1$	Resistencia 1

Tabla 16. Denominación de parámetros.

**Fuente:** Autores

$$V_{in} = 7.55V$$

$$V_{out} = 4V$$

$$R_2 = 10K$$

$$V_{out} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} V_{in}$$

$$4 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} 7.55$$

$$4(R_1 + R_2) = 7.55R_2$$

$$4R_1 + 4R_2 = 7.55R_2$$

$$4R_1 = 3.55R_2$$

$$4R_1 = 3.55(10K)$$

$$R_1 = \frac{35.5K}{4V}$$

$$R_1 = 8.9K = 9.1K$$

### 3.3 Diseño de PCB

Para el diseño de la PCB se utilizó el software PROTEUS, esta tarjeta es un Shield que se monta sobre Arduino para de esta manera facilitar las conexiones de los diferentes dispositivos electrónicos utilizados en este proyecto.

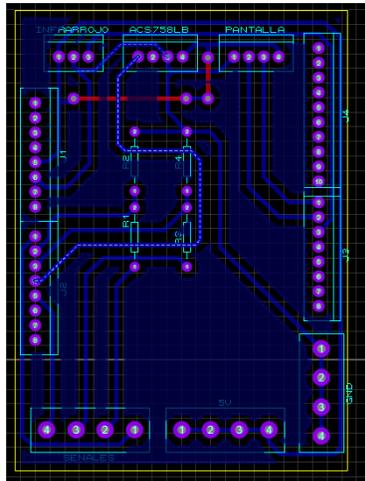


Figura 57. Diagrama PCB

**Fuente:** Autores

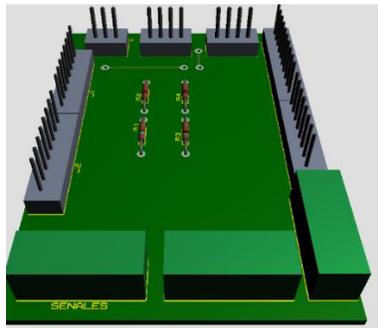


Figura 58. Diagrama posterior PCB.

**Fuente:** Autores

### 3.4 Pantalla Nextion

Los datos obtenidos en el AVR Mega 2560 se visualizan en la pantalla Nextion, la cual proporciona control y visualización. Esta pantalla se comunica con el AVR mediante el puerto serial. De esta manera, se establece una interacción entre los datos capturados por el AVR y su representación gráfica y táctil en la pantalla Nextion.

El software utilizado para programar y diseñar la interfaz de la pantalla se conoce como "Nextion Editor". Con esta herramienta, se pueden crear y personalizar la interfaz de usuario, definir la lógica de control y agregar elementos gráficos y botones de manera intuitiva y visual.

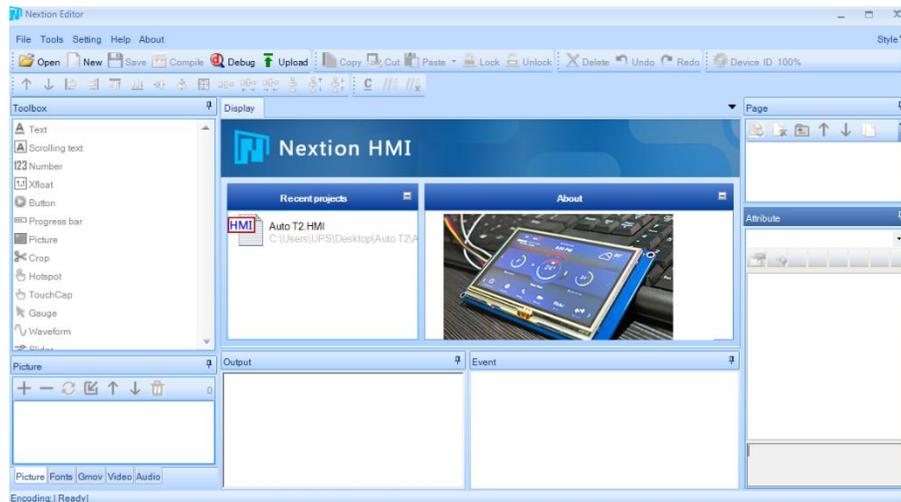


Figura 59. Software Nextion.

**Fuente:** Autores

### 3.4.1 Para crear un proyecto seguir los siguientes pasos

1. Seleccionar New para crear un nuevo proyecto.

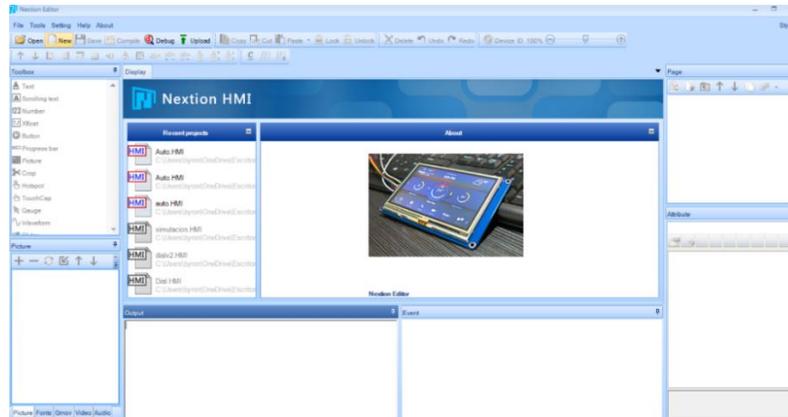


Figura 60. Software Nextion Paso 1

**Fuente:** Autores

2. Colocar el nombre del proyecto

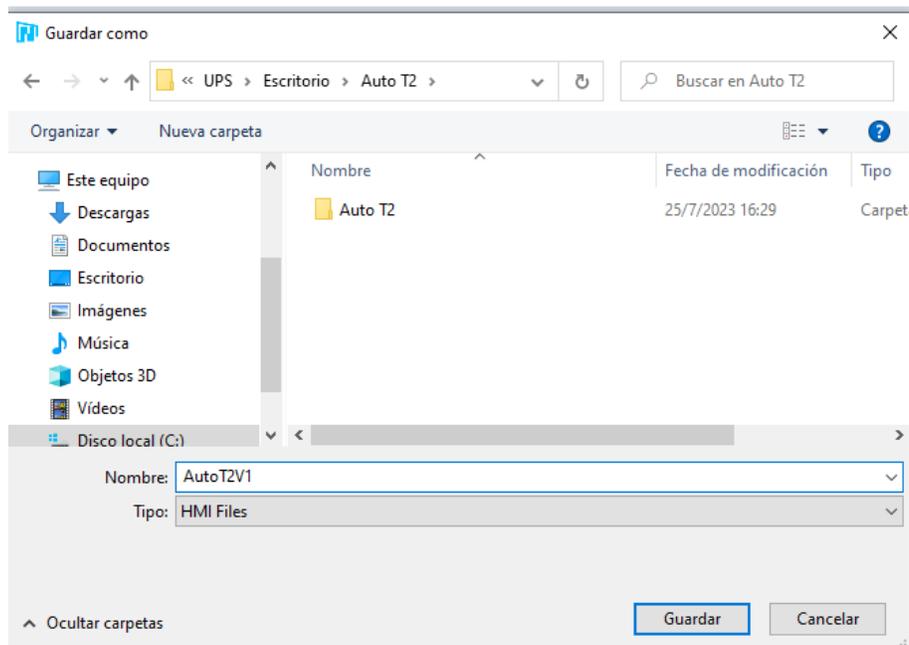
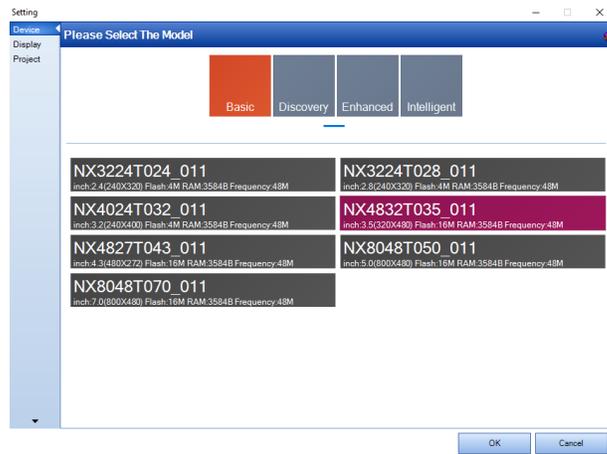


Figura 61. Creación de almacenamiento Paso 2.

*Fuente: Autores*

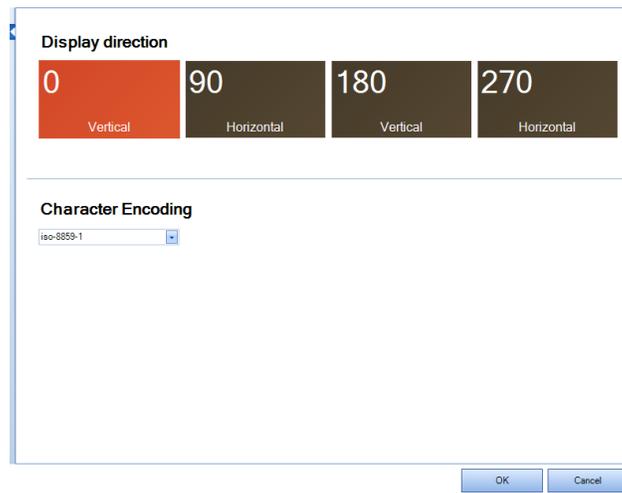
3. Elegir la pantalla que vamos a utilizar en nuestro caso la NX4832T035\_011



*Figura 62. Selección de pantalla Paso 3*

*Fuente: Autores*

4. Tomar la dirección de la pantalla de cómo se mostrarán los datos



*Figura 63. Dirección de la pantalla Paso 4.*

*Fuente: Autores*

## 5. Finalmente se tiene la pantalla de trabajo

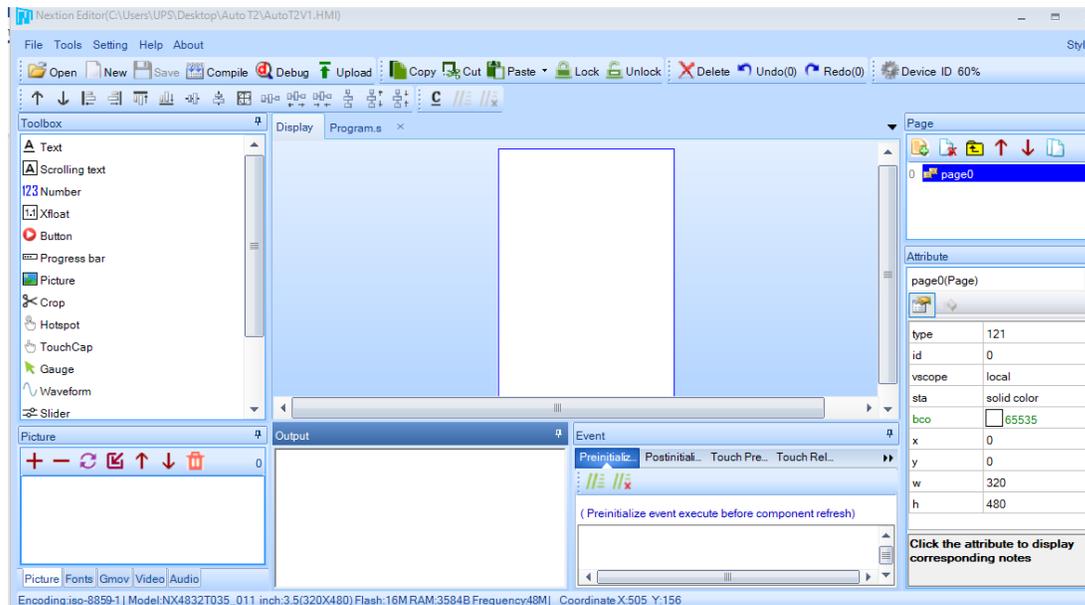


Figura 64. Pantalla de trabajo Paso 5.

**Fuente:** Autores

El software Nextion Editor ofrece una variedad de herramientas que permiten crear una interfaz de usuario altamente personalizada. Para la visualización de las señales del motor en la pantalla, se utilizaron elementos como "picture", "text" y "number". Estos elementos gráficos y de texto se utilizan para representar de manera clara y visual las señales y datos del motor.

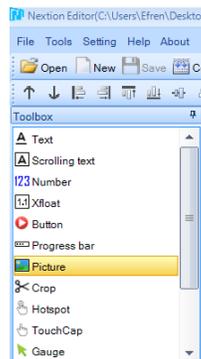


Figura 65. Ventana de Elementos (picture).

**Fuente:** Autores

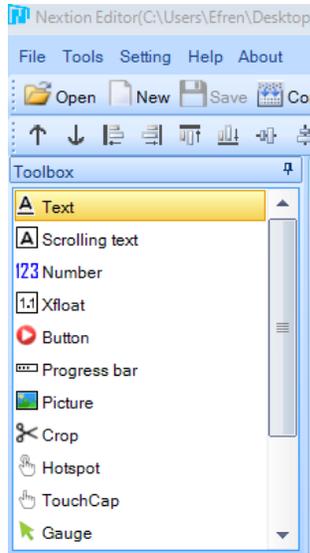


Figura 66. Ventana de elementos (Text).

**Fuente:** Autores

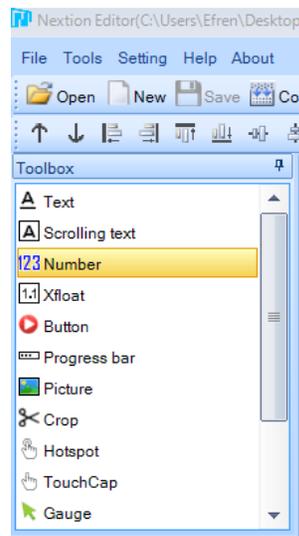


Figura 67. Ventana de elementos (Number).

**Fuente:** Autores

En el panel derecho se puede observar los atributos, es aquí donde se va a configurar cada Number.

Attribute	
oil(Progress bar)	
type	106
id	22
objname	oil
vscope	local
sta	solid color
dez	vertical
val	50
bco	48631
pco	21151
x	439
y	23
w	30

Figura 68. Ventana de configuración Number.

**Fuente:** Autores

Una vez diseñada y configurada la interfaz gráfica con las condiciones y variables que serán utilizadas para la comunicación con Arduino, se compila para verificar que no exista ningún error.



Figura 69 Ventana de interfaz gráfica.

**Fuente:** Autores

Para cargar el programa en la pantalla Nextion, primero accedemos a la pestaña "File" del software Nextion Editor y seleccionamos "TFT file output", lo que generará un archivo con extensión ".HMI". Luego, guardamos este archivo en una memoria microSD y la insertamos en la ranura correspondiente de la pantalla Nextion. Con estos pasos completados, la pantalla estará lista para recibir y mostrar los datos enviados desde el AVR Mega 2560 a través del puerto serial. Así, la interfaz personalizada creada se cargará en la pantalla, facilitando la interacción con los datos capturados por el AVR Mega 2560.

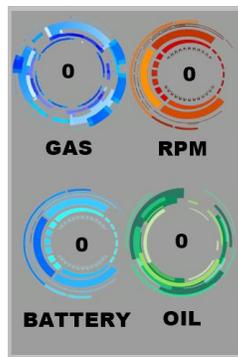


Figura 70. Visualización final.

**Fuente:** Autores

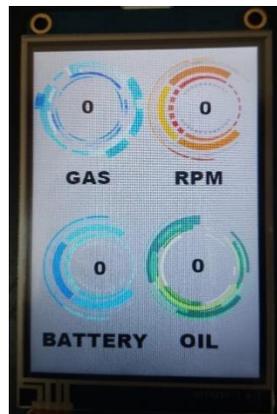


Figura 71. Parámetros mostrados en la pantalla.

**Fuente:** Autores

#### **4. CONCLUSIONES**

Se realizó un diagnóstico inicial del estado en el que se encontraba el Motor MAZDA 323 SERIE E5, para posteriormente establecer las actividades de reacondicionamiento para conseguir su operatividad.

Al implementar un sistema el cual proporcione los parámetros de funcionamiento del motor de manera visual, se mejorará la destreza de los practicantes en el manejo y operatividad del equipo, muy necesario en el diagnóstico de fallas en este tipo de motores.

Finalmente, concluimos que la ejecución del proyecto ha sido satisfactoria para nosotros, hemos podido aplicar nuestros conocimientos adquiridos en el transcurso de la carrera de Ingeniería Automotriz, ayudando en un futuro para que los alumnos que vienen después de nosotros tengan las facilidades para poder aprender de manera más didáctica el estudio de este motor.

## 5. RECOMENDACIONES

Con la ayuda de la visualización de parámetros, se podrá diagnosticar y analizar de manera más rápida y precisa anomalías que existan en el motor de combustión.

Es oportuno tener un monitoreo regular del motor para evitar fallos significativos en el mismo.

Para realizar mantenimientos o arreglos de fallos del motor se deberá contar o conseguir el manual del fabricante, el cual nos informará sobre los datos o parámetros específicos de funcionamiento del motor.

También se recomienda a los estudiantes que vayan a realizar prácticas en este banco didáctico, el no intentar manipular o dañar el Arduino si no se tiene conocimientos del mismo, ya que solo generaría fallas al momento de querer realizar dicha acción.

Es de suma importancia mantener en las mejores condiciones el motor ya sea manteniéndolo limpio, tener precaución en su uso y manipulación ya que así podremos evitar fallos al momento de diagnosticar dicho motor.

Se recomienda a los practicantes trabajar de manera consciente y supervisada para que no exista ningún percance en el futuro.

6. ANEXOS



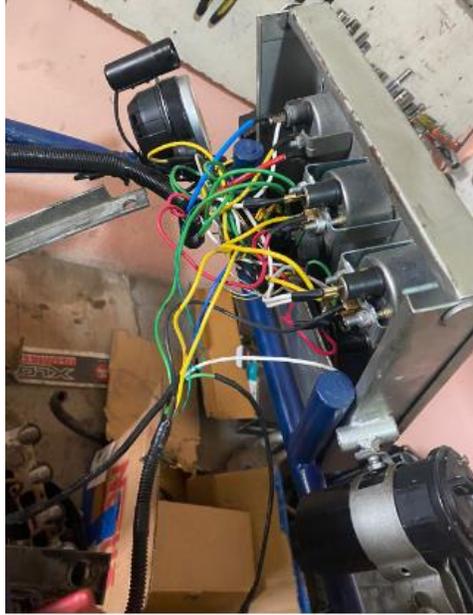
Anexo 1. Desarmado del motor.

**Fuente:** Autores



Anexo 2. Rectificado del block.

**Fuente:** Autores



*Anexo 3. Excesivo Cableado en el motor.*

***Fuente:*** Autores



*Anexo 4. Fisura en el Tapa válvulas.*

***Fuente:*** Autores



*Anexo 5. Fisuras interiores del Tapa válvulas.*

***Fuente: Autores***



*Anexo 6. Asentamiento del cigüeñal.*

***Fuente: Autores***



*Anexo 7. Asentamiento y torqueado del cigüeñal.*

***Fuente: Autores***



*Anexo 8. Pistones limpios y preparados.*

***Fuente: Autores***



*Anexo 9. Rines colocados en los pistones.*

***Fuente: Autores***



*Anexo 10. Colocación de los pistones en el block.*

***Fuente: Autores***



*Anexo 11. Montaje de los pistones en el bloque motor.*

***Fuente: Autores***



*Anexo 12. Colocación de la bomba de aceite.*

***Fuente: Autores***



*Anexo 13. Motor armado 3\4.*

***Fuente: Autores***



*Anexo 14. Calibración de válvulas.*

***Fuente: Autores***



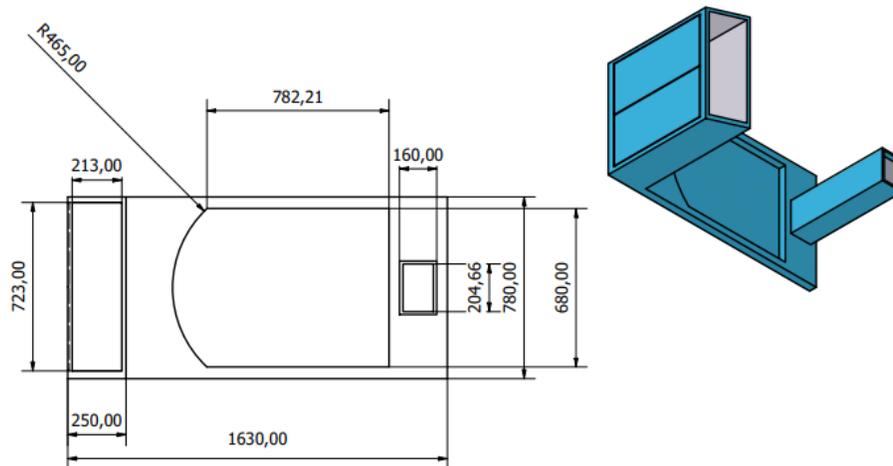
*Anexo 15. Motor armado completamente.*

***Fuente: Autores***



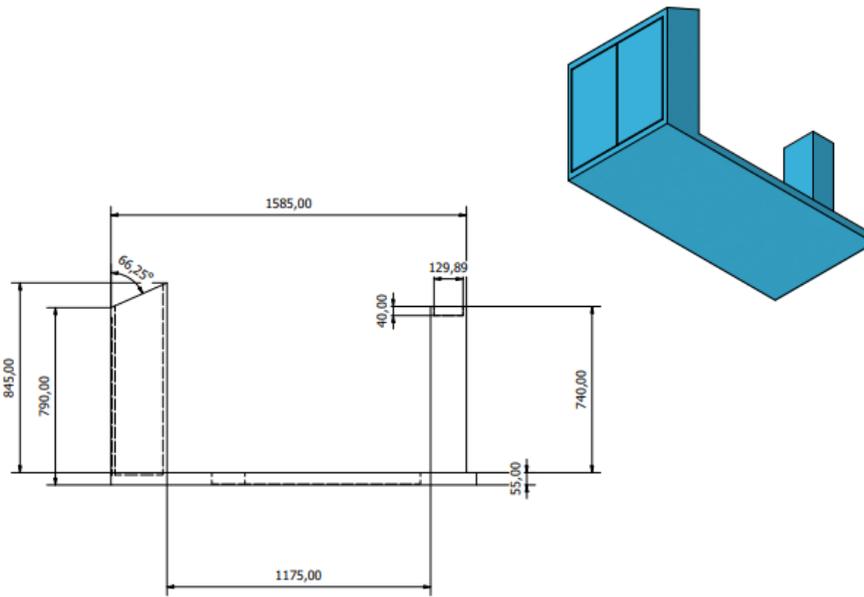
Anexo 16. Motor montado en la base.

**Fuente:** Autores



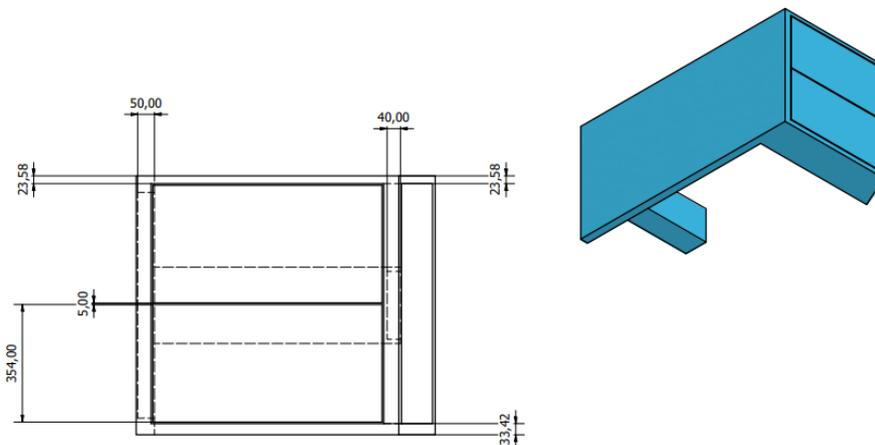
Anexo 17. Modelado del soporte metálico.

**Fuente:** Autores



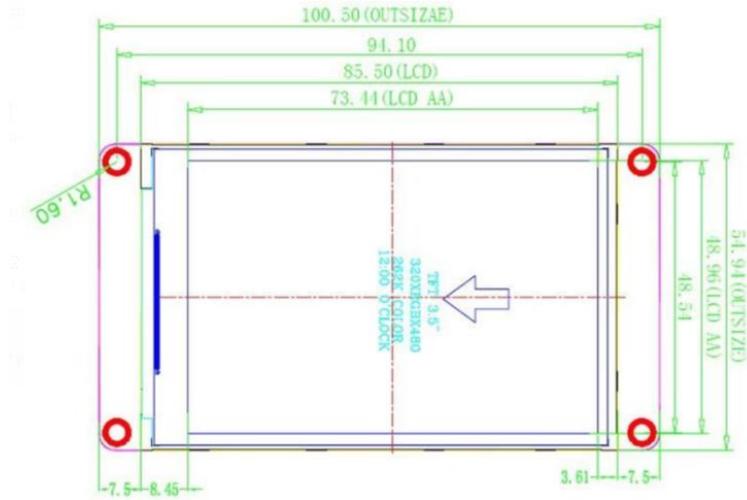
Anexo 18. Vista inferior del modelado.

**Fuente:** Autores



Anexo 19. Vista lateral del modelado.

**Fuente:** Autores

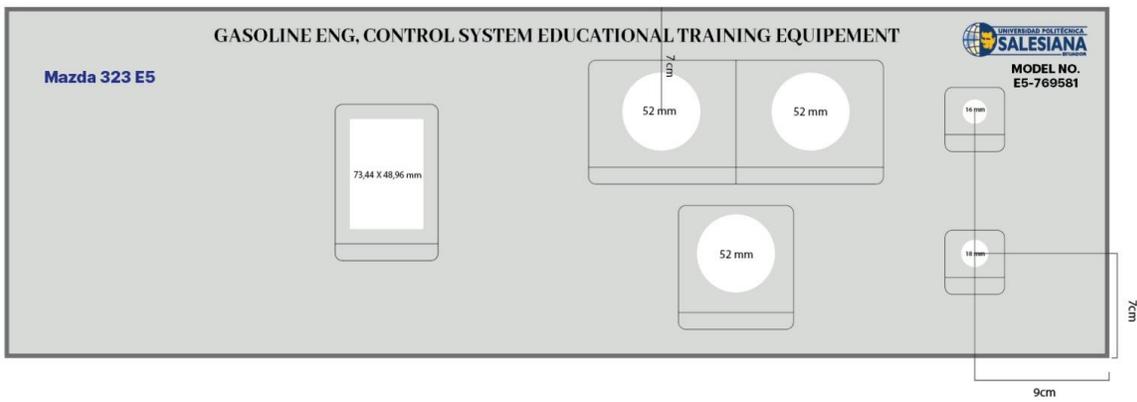


Anexo 20. Dimensiones de la pantalla digital.

**Fuente:** Autores

TABLERO EN ALOCUBON  
VACIADO Y CON VINIL IMPRESO

74X23,5 CM



Anexo 21. Diseño de panel de control.

**Fuente:** Autores

## 7. BIBLIOGRAFÍA

- Bosh. (s.f.). *Bosh*. Obtenido de [https://senatielectronica.files.wordpress.com/2018/03/catalogo\\_toberas\\_2015.pdf](https://senatielectronica.files.wordpress.com/2018/03/catalogo_toberas_2015.pdf)
- Brain, M. (11 de 02 de 2021). *How Horsepower Works* . Obtenido de HowStuffWorks: HowStuffWorks. <https://bit.ly/3PZpmP3>
- Buchman, I. (2017). *Batteries in a Portable World: A Handbook on Rechargeable Batteries for Non-Engineers, Fourth Edition*. Cadex Electronics Inc.
- Buchmann, I. (1997). *Batteries in a Portable World: A Handbook on Rechargeable Batteries for Non-Engineers*.
- LeDoux, L., & Haynes, J. (09 de 03 de 2001). *Mazda 323 & Protégé Haynes Repair Manual*. Hayes North America. Obtenido de <https://bit.ly/44psIQ3>
- Mazda. (13 de 06 de 1995). *Mazda*. Obtenido de <https://www.mazda.com/en/owners/manuals/>

