



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE CUENCA
CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

**DESARROLLO DE UN VISUALIZADOR DIGITAL DE LOS PARÁMETROS DE
FUNCIONAMIENTO DE UN MOTOR A INYECCIÓN DAEWOO G15SF 1,5L**

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

AUTORES: EDISSON LEONARDO GRANDA DURÁN
CARLOS GUILLERMO IDROVO PEÑARANDA
TUTOR: ING. CHRISTIAN OMAR PULLA MOROCHO, M.Sc.

Cuenca - Ecuador

2024

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Nosotros, Edison Leonardo Granda Durán con documento de identificación N° 0106354285 y Carlos Guillermo Idrovo Peñaranda con documento de identificación N° 0704592567; 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.

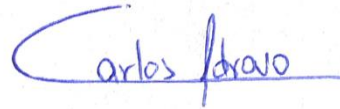
Cuenca, 2 de febrero del 2024

Atentamente,



Edisson Leonardo Granda Durán

0106354285



Carlos Guillermo Idrovo Peñaranda

0704592567

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

Nosotros, Edisson Leonardo Granda Durán con documento de identificación N° 0106354285 y Carlos Guillermo Idrovo Peñaranda con documento de identificación N° 0704592567, 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: “Desarrollo de un visualizador digital de los parámetros de funcionamiento de un motor a inyección Daewoo G15SF 1,5L”, 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 cuando entregamos el trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, 2 de febrero del 2024

Atentamente,

Edisson Leonardo Granda Durán

0106354285

Carlos Guillermo Idrovo Peñaranda

0704592567

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: DESARROLLO DE UN VISUALIZADOR DIGITAL DE LOS PARÁMETROS DE FUNCIONAMIENTO DE UN MOTOR A INYECCIÓN DAEWOO G15SF 1,5L, realizado por Edison Leonardo Granda Durán con documento de identificación N° 0106354285 y por Carlos Guillermo Idrovo Peñaranda con documento de identificación N° 0704592567, 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, 2 de febrero del 2024

Atentamente,



Ing. Christian Omar Pulla Morocho, M.Sc.

0103570602

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mi familia en especial a mis padres, A Manuel Granda, mi fuente de inspiración y sabiduría. Tu apoyo inquebrantable y tus palabras alentadoras han sido la brújula que orientó mi camino académico. Este logro lleva impreso tu legado y agradecimiento.

A Rosa Duran, mi faro de amor y comprensión. Tu paciencia, cariño y fuerza incondicional han sido mi refugio en los momentos difíciles.

Dedico esta tesis a tu amor eterno.

A León Duran, aunque ya no físicamente presente, tu influencia perdura en cada página de este trabajo. Tu aliento inicial marcó el inicio de esta travesía, y tu memoria sigue siendo una fuente de inspiración. Este logro es un tributo a tu memoria.

A cada uno de ustedes, mi familia, por ser mi red de apoyo, mi sostén y mis mayores impulsores. Esta tesis es un testimonio de nuestro amor compartido y de las lecciones que he llevado conmigo a lo largo de esta travesía.

Con gratitud y amor,

Edisson Leonardo Granda Durán

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mis padres, Carlos Idrovo y Jenny Peñaranda por ser mi apoyo incondicional durante todos estos años, por confiar en mí y en mis capacidades, y por siempre motivarme a seguir adelante en los momentos más difíciles.

A mis amigos y familiares, por sus palabras de aliento, por creer en mí y por compartir conmigo tantos momentos especiales.

Finalmente, a mis profesores, por transmitirme sus conocimientos, experiencia y pasión. Ustedes inspiraron en mí el amor por esta carrera.

Gracias a todos por ser parte de este logro que no habría sido posible sin ustedes. Los llevo en mi corazón

Carlos Guillermo Idrovo Peñaranda

AGRADECIMIENTO

Agradezco a quienes han contribuido significativamente a la realización de esta tesis, agradezco a mi compañero de tesis, Guillermo y a nuestro tutor al Ing. Christian Pulla, por su dedicación, cooperación y trabajo conjunto en este proyecto, enriquecieron mucho el resultado final.

Gracias a mis colegas que compartieron este viaje académico conmigo, sus aportes a cada uno de ustedes ha sido un importante pilar de apoyo en mi vida gracias a mi familia, me ha dado la fuerza necesaria para enfrentar los desafíos y seguir alcanzando mis metas académicas.

Gracias a esta persona especial que ha sido mi principal apoyo en los últimos ciclos tu comprensión, amor y aliento son mi refugio en los momentos difíciles, agradezco tu presencia continua en este proceso y su importante contribución a mi bienestar emocional.

Este logro no sería posible sin los valiosos aportes de cada uno de ustedes estoy profundamente agradecido con todos ustedes.

Edisson Leonardo Granda Durán

AGRADECIMIENTO

Ante todo, quiero expresar mi profunda gratitud a Dios por ser mi fortaleza y guía, por permitirme culminar con éxito esta etapa de mi vida y por brindarme la sabiduría necesaria para superar cada reto en el camino.

De igual manera, agradezco inmensamente a mis padres, Juan y María, por su amor incondicional y apoyo constante. Ellos han sido mi mayor motivación para nunca rendirme y siempre perseverar con optimismo.

Asimismo, valoro enormemente la amistad sincera y el respaldo brindado por todas aquellas personas que tuve la fortuna de conocer durante estos años de estudio.

Finalmente, mi reconocimiento al Ing. Christian Pulla, nuestro tutor, por compartir sus amplios conocimientos y por la paciencia para guiarnos acertadamente en el desarrollo de este proyecto. Su experiencia y dedicación han sido clave para culminar con éxito este trabajo.

Carlos Guillermo Idrovo Peñaranda

RESUMEN

En la industria automotriz es necesario hacer un análisis profundo de los parámetros de funcionamiento de los vehículos, que pueden evaluarse mediante pruebas dinámicas o inspecciones visuales. El objetivo de esta investigación fue desarrollar un panel que permitiera visualizar los parámetros más comunes en los distintos sensores de un motor de combustión interna, para facilitar su monitoreo y verificación. Se utilizó una metodología descriptiva y experimental para determinar los procedimientos necesarios para diagnosticar y evaluar las variables del motor de forma programada, basándose en una revisión bibliográfica. Este panel fue diseñado para que los estudiantes de Ingeniería Automotriz de la Universidad Politécnica pudieran acceder e interactuar fácilmente.

Palabras clave: Parámetros, pruebas dinámicas, monitoreo

ABSTRACT

In the automotive industry, it is necessary to do a deep analysis of the operating parameters of vehicles, which can be evaluated through dynamic tests or visual inspections. The objective of this research was to develop a panel that would allow viewing the most common parameters in the different sensors of an internal combustion engine, to facilitate its monitoring and verification. A descriptive and experimental methodology was used to determine the procedures necessary to diagnose and evaluate motor variables in a programmed manner, based on a literature review. This panel was designed so that Automotive Engineering students at the Polytechnic University could easily access and interact.

Keywords: Parameters, dynamic tests, monitoring

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
DEDICATORIA.....	VI
AGRADECIMIENTO.....	VII
AGRADECIMIENTO.....	VIII
RESUMEN	9
ABSTRACT	10
ÍNDICE GENERAL.....	11
TABLA DE FIGURAS	15
INDICE DE TABLAS.....	17
INTRODUCCIÓN.....	18
PROBLEMA.....	19
Antecedentes	19
Importancia y Alcances	20
Delimitación	20

OBJETIVOS	22
1.1. Objetivo general.....	22
1.2. Objetivos específicos	22
1. Capítulo 1: Fundamentos teóricos	23
1.1. Marco referencial del proyecto.....	23
1.2. Motor G15SF	23
1.3. Componentes periféricos del motor	25
1.3.1. La Inyección Electrónica de Combustible.....	25
1.3.2. Importancia de los sistemas de Inyección Electrónica	25
1.3.3. Principio de funcionamiento.....	26
1.3.4. Métodos de inyección de combustible.....	26
1.3.5. Sistema de Inyección Directa.....	27
1.3.6. Sistema de Inyección Indirecta.....	27
1.3.7. Sistema de encendido Bobina de encendido	27
1.3.8. Sistema de encendido por distribuidor.	27
1.3.9. Sistema de encendido por distribuidor con módulo de encendido.....	28
1.3.10. Sistema de encendido electrónico sin distribuidor	29
1.3.11. Sistema de encendido directo.....	30
1.3.12. Cables de alta tensión	30
1.3.13. Bujías de encendido.....	30
1.4. Sensores del motor	31
1.4.1. Sensor CTS.....	32
1.4.2. Sensor MAP.....	32
1.4.3. Sensor TPS.	33

1.4.4.	Sensor de oxígeno.....	34
1.4.5.	Sensor OPS.....	34
1.4.6.	Sensor del nivel de combustible.....	35
1.4.7.	Carga de la batería	35
1.5.	Actuadores	35
1.5.1.	Válvula IAC	35
1.6.	Herramientas para el display de diagnóstico digital.	36
1.6.1.	Arduino Mega	36
1.6.2.	Pantalla digital.....	38
1.6.3.	IDE	39
2.	Capítulo 2: Diagnóstico y reacondicionamiento del banco didáctico con motor Daewoo G15SF.	40
2.1.	Evaluación previa del motor Daewoo G15SF.....	40
2.2.	Proceso para el reacondicionamiento del banco didáctico:	40
2.3.	Resultados de la inspección visual.....	43
2.3.1.	Estado del sistema eléctrico	44
2.3.2.	Estado de los sistemas auxiliares.....	45
2.3.3.	Estado de los sensores y actuadores	46
2.3.4.	Estado del Banco Didáctico	47
2.4.	Prueba de compresión del motor G15SF	47
2.5.	Comprobación de fugas en cilindros	49
2.6.	Estado del soporte del banco didáctico	49
2.7.	Adecuación del motor	50

2.8.	Adecuación del soporte o base del motor.....	51
2.9.	Análisis estructural del banco didáctico	52
2.9.1.	Deformación máxima	52
2.9.2.	Esfuerzo	53
2.9.3.	Factor de seguridad	54
2.9.4.	Análisis de vibraciones	55
3.	Capítulo 3: Desarrollo e implementación del sistema de visualización digital para diagnóstico del motor	58
3.1.	Modelado del panel de instrumentos	58
3.2.	Diagrama de conexiones en Arduino para la obtención de los parámetros de funcionamiento.....	58
3.3.	Adquisición de señales	62
3.4.	Elaboración de la programación en Arduino IDE	63
3.5.	Elaboración de la interfaz gráfica para la pantalla	66
3.6.	Análisis de resultados	68
	Conclusiones:	72
	Recomendaciones.....	73
	Anexos.....	74
	Bibliografía.....	83

TABLA DE FIGURAS

Figura 0.1: Área de desarrollo del trabajo de titulación.....	21
Figura 1.1: Banco didáctico del motor Daewoo G15SF	24
Figura 1.2: Sistema de encendido por distribuidor de chispa	28
Figura 1.3: Sistema de encendido por distribuidor con módulo de encendido.....	29
Figura 1.4: Partes de una bujía de encendido.....	31
Figura 1.5: Sensor CTS	32
Figura 1.6: Sensor MAP.....	33
Figura 1.7: Sensor TPS.....	33
Figura 1.8: Partes del sensor OPS.....	34
Figura 1.9: Sensor de nivel de combustible	35
Figura 1.10: Válvula IAC.....	36
Figura 1.11: Arduino Mega.....	37
Figura 1.12: Pantalla Nextion NX3224T028	38
Figura 2.1: Proceso de inspección del motor.....	42
Figura 2.2: Estado inicial del banco didáctico del motor Daewoo G15SF	43
Figura 2.3: Soporte del banco didáctico	50
Figura 2.4: Adaptación del banco didáctico	52
Figura 2.5: Análisis de deformación máxima.....	53
Figura 2.6: Análisis de Esfuerzo	54

Figura 2.7: Análisis de factor de seguridad	55
Figura 2.8: Análisis de vibraciones	56
Figura 2.9: Prueba de vibración a distintas frecuencias	56
Figura 3.1: Esquema del panel de instrumentos para el banco didáctico	58
Figura 3.2: Proceso de adquisición de señales	59
Figura 3.3: Esquema de conexión del sensor MAP	60
Figura 3.4: Diagrama de conexión del sensor TPS.....	61
Figura 3.5: Esquema de conexión de los sensores a la placa Arduino Mega.....	63
Figura 3.6: Software de desarrollo Arduino IDE	64
Figura 3.7: Programación en Arduino IDE.....	64
Figura 3.8: Programación para envío de señales a la pantalla.....	65
Figura 3.9: Interpretación de las señales.....	65
Figura 3.10: Elaboración de la interfaz gráfica	66
Figura 3.11: Proceso de diseño de la interfaz gráfica	67
Figura 3.12: Distribución por pestañas de la interfaz	67
Figura 3.13: Interfaz para la presentación de las señales del motor	68
Figura 3.14: Escáner automotriz ULTRASCAN P1.....	69

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1: Especificaciones técnicas del motor Daewoo G15SF	24
Tabla 1.2: Características técnicas del Arduino Mega	37
Tabla 1.3: Características técnicas de la pantalla Nextion NX3224T028	39
Tabla 2.1: Componentes a inspeccionar	43
Tabla 2.2: Valoración cualitativa del sistema eléctrico.....	44
Tabla 2.3: Valoración cualitativa del sistema de alimentación, lubricación y refrigeración.....	45
Tabla 2.4: Evaluación cualitativa de sensores, actuadores y conectores	46
Tabla 2.5: Evaluación cualitativa de la estructura del banco didáctico	47
Tabla 2.6: Resultados de la prueba de compresión	48
Tabla 2.7: Resultados de la prueba de comprobación de fugas.....	49
Tabla 2.8: Adecuaciones realizadas.....	50
Tabla 2.9: Sensores y mediciones	57
Tabla 3.1: Variación de resistencia según la temperatura del sensor CTS.....	59
Tabla 3.2: Variación de voltaje según la presión del sensor MAP.....	60
Tabla 3.3: Variación de voltaje y resistencia según el porcentaje de apertura de la mariposa	61
Tabla 3.4: Variación de voltaje y resistencia según el ángulo del flotador para nivel de combustible	61
Tabla 3.5: Comparación de resultados	70

INTRODUCCIÓN

El proyecto propuesto sobre el “Desarrollo de un visualizador digital de los parámetros de funcionamiento de un motor a inyección Daewoo G15SF 1,5L”, proporciona información acerca del proceso de implementación de un display digital que permita la observación de las condiciones de funcionamiento que presenta el motor.

La esencia de este proyecto técnico es identificar los parámetros de funcionamiento normales de un motor de combustión interna, además de establecer procesos que permitan realizar un diagnóstico correcto de posibles fallas en el funcionamiento del motor.

Se realizará una inspección de los elementos que conforman el banco didáctico del motor Daewoo G15SF para que, una vez este funcional, implementar un panel de diagnóstico y realizar comprobaciones de funcionamiento.

PROBLEMA

Los laboratorios de Ingeniería Automotriz de la Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca, albergan principalmente bancos de motores para investigación y análisis, de los cuales el banco con el motor G15SF no cuenta con los aditamentos necesarios para presentar de manera adecuada los parámetros de funcionamiento del motor, debido a la antigüedad que presenta dicho banco didáctico, motivo por el cual se requiere de una renovación; acorde a las tendencias tecnológicas actuales, para que los estudiantes puedan poner en práctica los conocimientos adquiridos en las aulas de clase.

Antecedentes

Los sistemas de visualización de parámetros de funcionamiento son esenciales para monitorizar en tiempo real el comportamiento de motores de combustión interna. Representan una valiosa herramienta de diagnóstico y optimización para que los estudiantes de la carrera de ingeniería Automotriz puedan desarrollar sus habilidades y conocimientos.

Considerando esto, el presente proyecto plantea desarrollar un panel indicador de variables relevantes en un motor Daewoo G15SF 1.5L de inyección electrónica.

Se instrumentará la medición y exhibición digital de revoluciones por minuto, temperatura, presión, voltaje, velocidad, consumo de combustible y otros parámetros críticos.

Esto permitirá mejorar la eficiencia del motor, detectar fallas tempranamente y obtener información útil para investigación

Importancia y Alcances

Los visualizadores de parámetros de funcionamiento permiten monitorear en tiempo real el comportamiento y condiciones de operación de los motores de combustión interna. Constituyen una valiosa herramienta diagnóstica para maximizar el rendimiento y detectar fallas a tiempo.

Con base en esto, el proyecto pretende desarrollar un sistema digital para visualización de parámetros en un motor Daewoo G15SF 1.5L de inyección electrónica. Se busca diseñar un panel indicador de revoluciones por minuto (rpm), temperatura, presión, voltaje, velocidad y variables relevantes que den información del estado del motor.

Contar con esta instrumentación de supervisión en un motor tan utilizado en el parque automotriz local, permitirá mejorar la eficiencia, solucionar problemas a tiempo y obtener valiosos datos para investigación y desarrollo en el campo de la ingeniería automotriz.

Delimitación

El desarrollo del presente proyecto comprende el período académico Octubre 2023 - Febrero 2024 correspondiente al séptimo semestre de la Carrera de Ingeniería Automotriz de la Universidad Politécnica Salesiana sede Cuenca.

El área geográfica del proyecto corresponde a Cuenca, en la provincia de Azuay, Ecuador. En los talleres y laboratorios destinados a la carrera en la Universidad Politécnica Salesiana.

La propuesta se enmarca en las áreas de Electrónica, Mecánica Automotriz y Programación, correspondientes a la malla curricular de la Carrera de Ingeniería Automotriz de la Universidad Politécnica Salesiana sede Cuenca.

El proyecto se enfoca en el desarrollo de un sistema de visualización de parámetros de funcionamiento de un motor de combustión interna Daewoo G15SF 1.5L de inyección electrónica.

Figura 0.1:

Área de desarrollo del trabajo de titulación



Nota: Mapa de la zona perteneciente a la Universidad Politécnica Salesiana en la que se desarrolló el trabajo de titulación, Fuente: Los autores

OBJETIVOS

1.1.Objetivo general

Desarrollar un visualizador digital de los parámetros de funcionamiento de un motor a inyección Daewoo G15SF 1.5L

1.2.Objetivos específicos

- Establecer el estado del arte acerca de los métodos de implementación de un panel digital, mediante la revisión bibliográfica relacionados con el motor G15SF, para la determinación de las variables que permitan la visualización de los parámetros de funcionamiento del motor
- Evaluar las condiciones de funcionamiento en las que se encuentra el motor G15SF mediante una inspección de los diferentes componentes, determinando las partes que requieran un reacondicionamiento para garantizar el correcto funcionamiento del motor.
- Implementar un display de diagnóstico digital mediante la programación de una interfaz que presente de manera clara y precisa las señales del motor, para monitorear sus condiciones de funcionamiento en tiempo real.

1. Capítulo 1: Fundamentos teóricos

1.1. Marco referencial del proyecto.

El estudio y gestión del motor Daewoo G15SF con panel digital se fundamenta para entender los elementos y sistemas del motor de combustión interna y los principios de supervisión y control asociados. Se destaca la relevancia de vigilar y medir diversas variables del motor, como el nivel de combustible, la carga de la batería, temperatura del refrigerante, revoluciones del motor, presión del aceite del motor, y voltaje de suministro de la batería. Se examinan también los progresos tecnológicos relacionados con la implementación de paneles digitales para supervisar y controlar el motor, así como su aplicación en la instrucción práctica en el ámbito educativo.

1.2. Motor G15SF

El motor Daewoo G15SF es un motor de gasolina de cuatro cilindros en línea que tiene una capacidad de 1.5 litros (1498 CC) funcionando mediante un orden de encendido: "1-3-4-2". Forma parte de la gama de motores Daewoo utilizados en los modelos de vehículos Racer y Cielo, siendo presentado al mercado en el año 1985.

En la figura 1 se puede observar el estado inicial del motor, lo que da paso a la realización de la restauración y la implementación del panel de diagnóstico con visualización digital. Este último aspecto es el tema central del proyecto de titulación.

Figura 1.1:

Banco didáctico del motor Daewoo G15SF



Nota. Estado inicial del banco didáctico, Fuente: Los autores

La tabla 1 presentada a continuación, contiene las características técnicas que presenta actualmente el motor, formando parte del grupo de motores en bancos didácticos pertenecientes a la Universidad Politécnica Salesiana

Tabla 1.1:

Especificaciones técnicas del motor Daewoo G15SF

Elemento	Especificación
Nº de cilindros	4
Cilindrada (cc)	1498
Sistema de alimentación del motor	Inyección multipunto
Relación de compresión	8.6:1
Adecuado para gasolina sin plomo	Si
Octanaje mínimo	95 octanos
Potencia máxima (kW/rpm)	55/5400
Torque máximo (N.m)@rpm	123/3200-3400
Orden de encendido	1-3-4-2

Nota: La tabla 1.1. presenta las características técnicas del motor G15SF, Fuente: Manual del fabricante

1.3.Componentes periféricos del motor

1.3.1. La Inyección Electrónica de Combustible en Motores

La alimentación de combustible por inyección electrónica es un mecanismo muy sofisticado que, a diferencia de los antiguos carburadores, permite regular con gran precisión y de forma continua la cantidad de combustible que es provista al motor.

Consta de diversos sensores que miden el aire de admisión y de una unidad de control que procesa dichos datos para inyectar el combustible con alto grado de atomización, mediante una bomba eléctrica de presión. Esto posibilita que la mezcla aire/combustible dentro de los cilindros sea idónea en cada momento para generar una óptima combustión.

Las ventajas son claras: consumo de combustible eficiente, aceleraciones más progresivas y niveles menores de gases contaminantes expulsados. Todo gracias a que cada gota de combustible es minuciosamente regulada antes de llegar a los cilindros.

1.3.2. Importancia de los sistemas de Inyección Electrónica

La inyección electrónica permite una mayor eficiencia en el uso del combustible, una respuesta más efectiva del acelerador y una disminución de las emisiones contaminantes expulsadas. Al regular la cantidad de combustible inyectada en los cilindros según el volumen de aire de admisión, se logra una combustión más completa y eficiente, lo que se traduce en mayor potencia y menor consumo. Asimismo, la dosificación precisa del combustible reduce las emisiones del escape y mejora la calidad del aire. También posibilita una alta capacidad de diagnóstico y corrección de fallas, ya que estos sistemas modernos cuentan con sensores y autodiagnóstico en tiempo real. En conclusión, la inyección electrónica resulta fundamental puesto que optimiza la

eficiencia, la potencia y la confiabilidad del motor, y disminuye la contaminación ambiental.

1.3.3. Principio de funcionamiento

El principio de funcionamiento de la inyección electrónica es medir la cantidad de aire que entra en el motor y ajustar la cantidad de combustible que se inyecta en los cilindros del motor para lograr una combustión óptima. Para lograr esto, el sistema de inyección electrónica utiliza una serie de sensores, como el sensor de flujo de aire, el sensor de temperatura del aire, el sensor de posición del acelerador, el sensor de posición del cigüeñal y el sensor de oxígeno, para medir la cantidad de aire que entra en el motor, la temperatura del aire, la posición del acelerador, la velocidad del motor y la cantidad de oxígeno en los gases de escape. Estos datos se envían a una unidad de control electrónica (ECU), que utiliza algoritmos y mapas preprogramados para calcular la cantidad de combustible que se debe inyectar en los cilindros del motor.

La ECU envía señales eléctricas a los inyectores de combustible, que abren y cierran para inyectar la cantidad precisa de combustible en los cilindros del motor. Este proceso se repite continuamente mientras el motor está funcionando, lo que permite una combustión más completa y eficiente del combustible, una mayor potencia y un menor consumo de combustible.

1.3.4. Métodos de inyección de combustible

Existen dos formas de inyectar el combustible en los sistemas de inyección electrónica: la inyección directa y la inyección indirecta.

1.3.5. Sistema de Inyección Directa

La inyección directa consiste en inyectar el combustible directamente en la cámara de combustión a una presión mayor a 40 kg/cm². Este tipo de inyección se utiliza en motores de alta potencia y eficiencia, ya que permite una mayor precisión en la dosificación del combustible y una combustión más completa y eficiente.

1.3.6. Sistema de Inyección Indirecta

La inyección indirecta, por otro lado, consiste en inyectar el combustible en el ducto de admisión encima de la válvula de admisión a una presión mucho menor. El combustible se mezcla con el aire en el múltiple de admisión antes de entrar en la cámara de combustión. Este tipo de inyección se utiliza en motores de baja y media potencia, ya que es más simple y económico que la inyección directa.

1.3.7. Sistema de encendido Bobina de encendido

El sistema de encendido es el encargado de generar una alta tensión en la generación de una chispa fuerte y eficiente (Kilo voltajes Kv) para hacer combustionar o quemar la relación de oxígeno y gasolina (Mezcla estequiometria) independientemente en el estado ambiental que se encuentre, resultado de este control es alta eficiencia del motor de combustión interna, mejor economía u optimización del combustible y sobre todo la baja contaminación de gases contaminantes producidos por la combustión. Con el pasar de los años, estos han evolucionado obteniendo así diferentes sistemas, los cuales se mencionan a continuación.

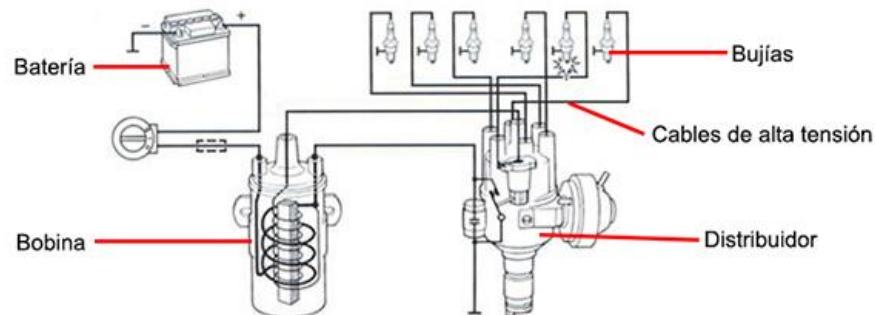
1.3.8. Sistema de encendido por distribuidor.

En este sistema la bobina de encendido produce la alta tensión necesaria para generar la chispa en la bujía, y esta tensión se distribuye a cada bujía a través de un

distribuidor. El distribuidor es un dispositivo mecánico que gira a la misma velocidad que el motor y distribuye la tensión de la bobina a cada bujía en el orden correcto.

Figura 1.2:

Sistema de encendido por distribuidor de chispa



Nota. Adaptado de Diagrama de funcionamiento del encendido mecánico, por Blog Mecánicos, Blog Mecánicos (http://www.blogmecanicos.com/2019/06/evolucion-del-sistema-de-encendido_20.html)

1.3.9. Sistema de encendido por distribuidor con módulo de encendido

Nuestro motor Daewoo G15SF cuenta con este sistema en el cual, los sistemas de encendido electrónico programados la bobina está controlada y activada por una Unidad Electrónica de Control que ajusta su tiempo de carga, así como el momento preciso de encendido en función de una serie de datos que definen las condiciones de funcionamiento del motor tomadas a través de una serie de sensores del motor.

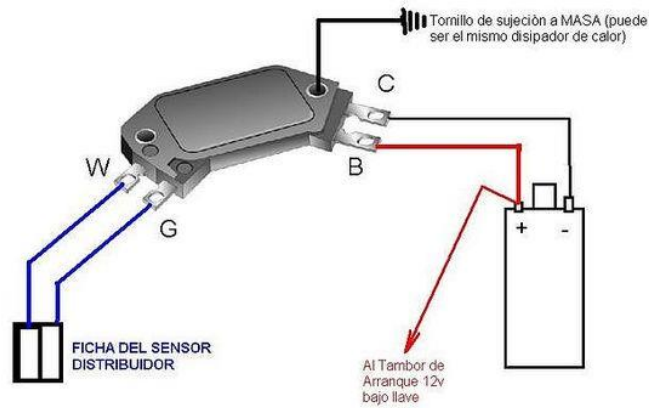
El módulo de encendido es un componente que generalmente utiliza un dispositivo como un transistor para alterar la conducción de la corriente eléctrica a través del circuito primario de la bobina de encendido.

El sistema de encendido utiliza un transistor en el dispositivo para controlar el flujo y corte de la corriente eléctrica entre el circuito primario de la bobina y la batería del vehículo. Cuando el dispositivo recibe la corriente eléctrica del sensor de efecto Hall, se producen impulsos de alta tensión en el circuito secundario de la bobina. Estos

impulsos se dirigen a las bujías del motor a través de la tapa del distribuidor, el rotor o los cables de las bujías.

Figura 1.3:

Sistema de encendido por distribuidor con módulo de encendido



Nota: La imagen presenta el esquema de conexión de módulo de encendido, Fuente: AUTOMOTORPAD (<https://automotorpad.com/ford/1086637-diagrama-de-modulo-de-encendido-ford.html>)

1.3.10. Sistema de encendido electrónico sin distribuidor

En este sistema, la bobina de encendido genera la alta tensión requerida para producir la chispa en la bujía. No obstante, en lugar de usar un distribuidor mecánico para repartir el voltaje a cada bujía, se emplea un sistema electrónico para gestionar dicha distribución. Este sistema hace uso de sensores que detectan la posición del cigüeñal y del árbol de levas, información que es utilizada para administrar el suministro de tensión a cada bujía en el orden adecuado.

De esta manera, se reemplaza el distribuidor mecánico por un control electrónico preciso para proporcionar el voltaje al momento apropiado según la posición de los elementos vitales del motor.

1.3.11. Sistema de encendido directo.

El sistema de encendido directo es el tercer tipo fundamental de sistemas de encendido. En este, cada bujía tiene su propia bobina, no existe distribuidor ni centralizada. Cada bobina está conectada directamente a su respectiva bujía. Si bien este sistema resulta más complejo, brinda mayor eficiencia en la operación.

1.3.12. Cables de alta tensión

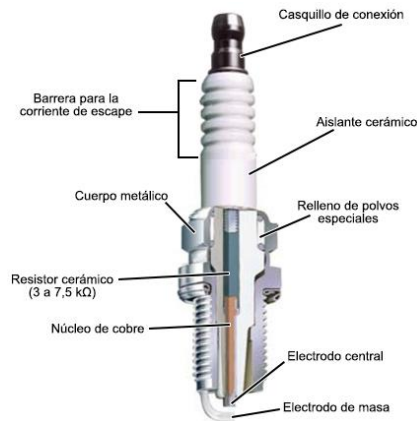
Los cables de alto voltaje son los cables que conectan la bobina de encendido a las bujías en un sistema de encendido de un motor de combustión interna. Estos cables están diseñados para soportar altas tensiones eléctricas, típicamente de 20.000 a 50.000 voltios, y están aislados para evitar fugas de corriente eléctrica. Los cables de alto voltaje son una parte importante del sistema de encendido, ya que son responsables de llevar la alta tensión de la bobina de encendido a las bujías para generar la chispa que enciende la mezcla de aire y combustible en la cámara de combustión.

1.3.13. Bujías de encendido.

Las bujías son componentes del sistema de encendido de un motor de combustión interna que generan la chispa necesaria para encender la mezcla de aire y combustible en la cámara de combustión. Las bujías están compuestas por un electrodo central y un electrodo de tierra, separados por una pequeña brecha. Cuando la alta tensión de la bobina de encendido llega a la bujía, salta una chispa entre los dos electrodos, lo que enciende la mezcla de aire y combustible en la cámara de combustión. Las bujías deben ser reemplazadas periódicamente, ya que se desgastan con el uso y pueden afectar el rendimiento del motor si no están en buenas condiciones.

Figura 1.4:

Partes de una bujía de encendido



Nota: Se presentan los elementos que componen una bujía de encendido, Fuente: blog Mecánicos, 2018, http://www.blogmecanicos.com/2018/10/tipos-de-bujias-segun-la-disposicion-y_30.html

1.4.Sensores del motor

Los sensores automotrices son componentes electrónicos que se utilizan en los vehículos para medir y monitorear diferentes variables, como la velocidad, la temperatura, la presión, la posición, entre otras. Estos sensores envían señales eléctricas a la computadora del vehículo, que las procesa y utiliza para controlar diferentes sistemas, como el motor, la transmisión, el sistema de frenos, entre otros. Los sensores automotrices son esenciales para el correcto funcionamiento y rendimiento del vehículo, así como para la reducción de emisiones contaminantes.

El motor Daewoo racer cuenta con un sensor de Temperatura del refrigerante (CTS), un sensor MAP que es el encargado de registrar el caudal del aire que ingresa al motor, régimen de giro de revoluciones, sensor de posición de la mariposa (TPS), un sensor de oxígeno, El sensor de presión de aceite (OPS), El sensor de nivel de combustible, sensor de temperatura del aire que aspira el motor (MAT), los cuales se presentan a continuación.

1.4.1. Sensor CTS.

La sigla CTS se refiere al "Sensor de Temperatura del Refrigerante del Motor" (en inglés, Coolant Temperature Sensor). Este sensor es un componente importante del sistema de control del motor de un vehículo, ya que mide la temperatura del refrigerante del motor y envía una señal eléctrica al ordenador para ajustar la mezcla de combustible y aire, el tiempo de encendido y otros parámetros del motor según la temperatura. El sensor CTS también puede ser utilizado por el sistema de control de emisiones del vehículo para monitorear la temperatura del motor y asegurarse de que los niveles de emisiones sean los adecuados.

Figura 1.5:

Sensor CTS



Nota. Adaptado de Sensor ECT, por SensorAutomotriz.top, SensorAutomotriz.top (<https://sensorautomotriz.top/sensor-ect/>)

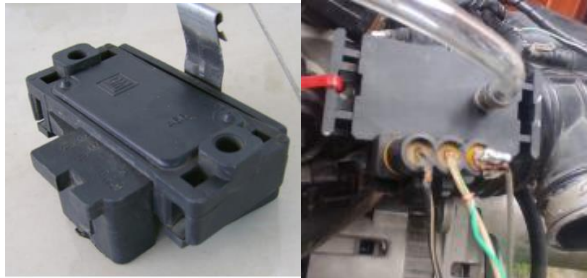
1.4.2. Sensor MAP.

La sigla MAP se refiere al "Sensor de Presión Absoluta del Múltiple de Admisión" (en inglés, Manifold Absolute Pressure Sensor). Este sensor es un componente importante del sistema de control del motor de un vehículo, ya que mide la presión absoluta del aire en el múltiple de admisión del motor y envía una señal eléctrica al ordenador para ajustar la mezcla de combustible y aire, el tiempo de encendido y otros parámetros del motor

según la presión. El sensor MAP también puede ser utilizado por el sistema de control de emisiones del vehículo para monitorear la carga del motor y asegurarse de que los niveles de emisiones sean los adecuados.

Figura 1.6:

Sensor MAP



Nota: Imagen del sensor MAP, Fuente: Los autores

1.4.3. Sensor TPS.

La sigla TPS se refiere al "Sensor de Posición del Acelerador" (en inglés, Throttle Position Sensor). Este sensor es un componente importante del sistema de control del motor de un vehículo, ya que mide la posición del acelerador y envía una señal eléctrica a la computadora para ajustar la mezcla de combustible y aire, el tiempo de encendido y otros parámetros del motor según la posición del acelerador.

Figura 1.7:

Sensor TPS



Nota. Adaptado de Sensor TPS Chevrolet, por Goldon Japan Tech, Goldon Japan Tech (<https://goldon.com.ec/producto/sensor-tps-chevrolet/>)

1.4.4. Sensor de oxígeno

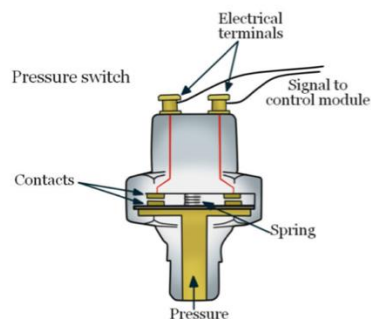
El sensor de oxígeno automotriz, también conocido como sonda lambda, es un componente crucial en el sistema de control de emisiones de los vehículos. Su función principal es medir oxígeno en los gases de escape del motor. Esta información es esencial para que la unidad de control del motor (ECU, por sus siglas en inglés) ajuste la proporción de mezcla aire-combustible en tiempo real.

1.4.5. Sensor OPS

El sensor de presión de aceite (OPS) monitorea la presión del aceite en el sistema de lubricación del motor y da una señal al tablero de instrumentos para alertar al conductor si la presión del aceite es insuficiente.

Figura 1.8:

Partes del sensor OPS



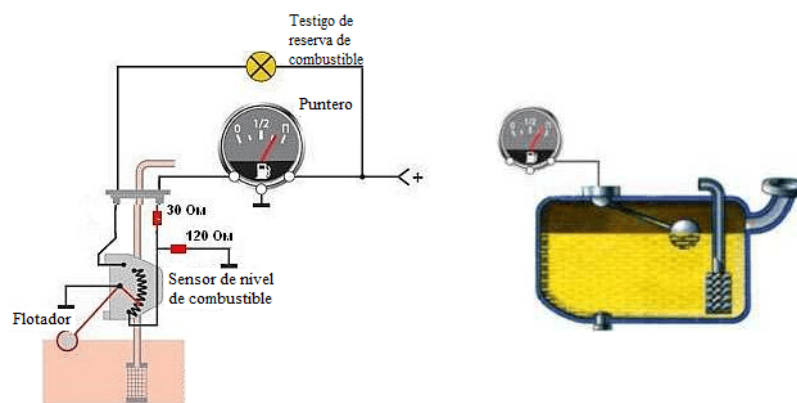
Nota. Sensor de presión de aceite del motor (OPS), por INGENIERÍA Y MECÁNICA AUTOMOTRIZ, febrero, 2022, Ingeniería y Mecánica Automotriz (<https://www.ingenieriaymecanicaautomotriz.com/que-es-el-sensor-de-presion-de-aceite-ops-y-como-funciona/>)

1.4.6. Sensor del nivel de combustible

El sensor de nivel de combustible utiliza un mecanismo de flotación y un potenciómetro para medir la cantidad de combustible en el tanque y generar una señal eléctrica que se traduce en el indicador de nivel de combustible para informar al conductor sobre la cantidad de combustible disponible.

Figura 1.9:

Sensor de nivel de combustible



Nota. Adaptado de Sensor de Nivel de Combustible de Flotador, por Navixy, Navixy (<https://www.navixy.com/es/docs/academy/fuel-control/fuel-sensor/>)

1.4.7. Carga de la batería

El regulador de carga de la batería de arranque es un componente clave del sistema eléctrico del vehículo que controla la corriente del alternador para garantizar una carga eficiente y segura de la batería, así como para proteger otros componentes del sistema eléctrico.

1.5. Actuadores

1.5.1. Válvula IAC

La sigla IAC se refiere a la "Válvula de Control de Aire de Ralentí" (en inglés, Idle Air Control Valve). Esta válvula es un componente importante del sistema de control

del motor de un vehículo, ya que controla la cantidad de aire que entra en el motor cuando el acelerador está en reposo o en ralentí. La válvula IAC es controlada por la computadora del vehículo y ajusta automáticamente la cantidad de aire que entra en el motor para mantener una velocidad de ralentí estable y suave.

Figura 1.10:

Válvula IAC



Nota. Adaptado de Válvula IAC, por Equipo Editorial de Crabi, Julio 20, 2023, Crabi (<https://www.crabi.com/blog/mantenimiento-automotriz-valvula-iac>)

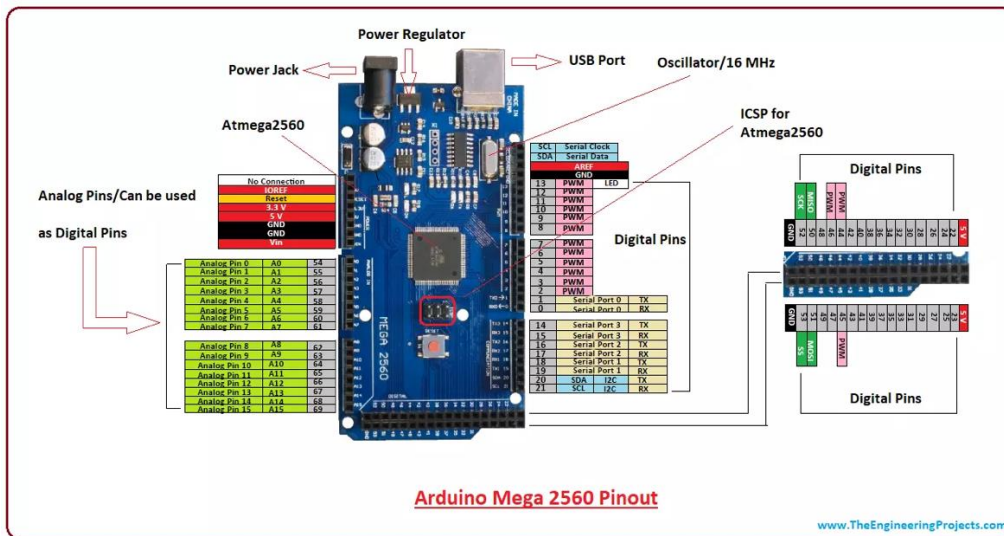
1.6. Herramientas para el display de diagnóstico digital.

1.6.1. Arduino Mega

El Arduino Mega es una de las placas de desarrollo de hardware de código abierto más populares de la plataforma Arduino. Se diseñó para proyectos más complejos y exigentes que requieren más pines de entrada/salida, memoria y potencia de procesamiento.

Figura 1.11:

Arduino Mega



Nota: La imagen presenta la descripción de los pines pertenecientes al Arduino Mega Adaptado de Arduino Mega 2560 Pinout, por adnanaqeel, Junio 30, 2018, The Engineering Projects (<https://www.theengineeringprojects.com/2018/06/introduction-to-arduino-mega-2560.html>)

Sus características principales son las siguientes:

Tabla 1.2:

Características técnicas del Arduino Mega

Características técnicas

Microcontrolador: ATmega2560

Voltaje de operación: 5 V

Voltaje de entrada recomendado: 7-12 V

Voltajes de entrada mínimo y máximo: 6-20 V

Pines de E/S digital: 54 (de los cuales 15 son salida PWM)

Pines de entrada analógica: 16

Corriente CC por cada pin E/S: 20 mA

Corriente CC para el pin de 3.3V: 50 mA

Memoria Flash: 256 KB, de los cuales 8 KB son usados por el gestor de arranque (bootloader)

SRAM: 8 KB

EEPROM: 4 KB

Frecuencia de reloj: 16 MHz

Longitud: 101.52 mm

Ancho: 53.3 mm

Peso: 37 g

Nota: La tabla presenta las características técnicas de la placa Arduino Mega, Fuente: Arduino (<https://store.arduino.cc/products/arduino-mega-2560-rev3>)

1.6.2. Pantalla digital

Para la presentación de los parámetros de funcionamiento del motor Daewoo G15SF, se optó por la implementación de una pantalla de la marca Nextion, específicamente el modelo NX3224T028 mostrada en la figura 1.11, en cual cuenta con las siguientes características técnicas mostradas en la tabla 1.3.

Figura 1.12:

Pantalla Nextion NX3224T028



Nota: La figura presenta la pantalla táctil del 2.8 pulgadas utilizada en el proyecto, Fuente: Novatronic (<https://novatronic.com/index.php/product/pantalla-nextion-nx3224t028-2-8-inch/>)

Tabla 1.3:

Características técnicas de la pantalla Nextion NX3224T028

Características técnicas	
Resolución:	320 x 240
Color:	RGB 65K
Tecnología:	Touch
Comunicación:	Serie
Memoria:	4M para código y datos
Incluye:	Lector micro-SD card
Área visual:	36.72mm(L)×48.96mm(W)
Brillo:	Ajustable
Alimentación:	5V

Nota: La tabla presenta las características técnicas de la pantalla utilizada en el proyecto, Fuente:

El autor

1.6.3. IDE

Para el desarrollo del software que controlará los datos presentados a través de la pantalla, necesitaremos de dos interfaces de desarrollo, las cuales manejarán la obtención de datos de los diferentes sensores y presentarán mediante unan interfaz gráfica las mediciones obtenidas. Los programas empleados son los siguientes:

- Arduino IDE: Se encarga de la programación para la obtención de señales de los diferentes sensores hacia la placa Arduino Mega
- Nextion Editor: Elaboración de la interfaz gráfica

2. Capítulo 2: Diagnóstico y reacondicionamiento del banco didáctico con motor Daewoo G15SF.

2.1. Evaluación previa del motor Daewoo G15SF

Primero, se procederá con una inspección visual de los diferentes componentes del motor, para lo cual se tomará en consideración los sistemas mencionados en la tabla.

La evaluación de un motor, conocida como diagnóstico, tiene dos objetivos principales:

- Obtener información crucial sobre el estado inicial del motor
- Determinar estado actual de la máquina
- Establecer los procesos para el reacondicionamiento
- Puesta en operatividad del banco

Este procedimiento permite realizar un análisis técnico de la funcionalidad y condiciones presentes en el motor.

2.2. Proceso para el reacondicionamiento del banco didáctico:

Para llevar a cabo el reacondicionamiento del banco didáctico, se seguirán los siguientes pasos:

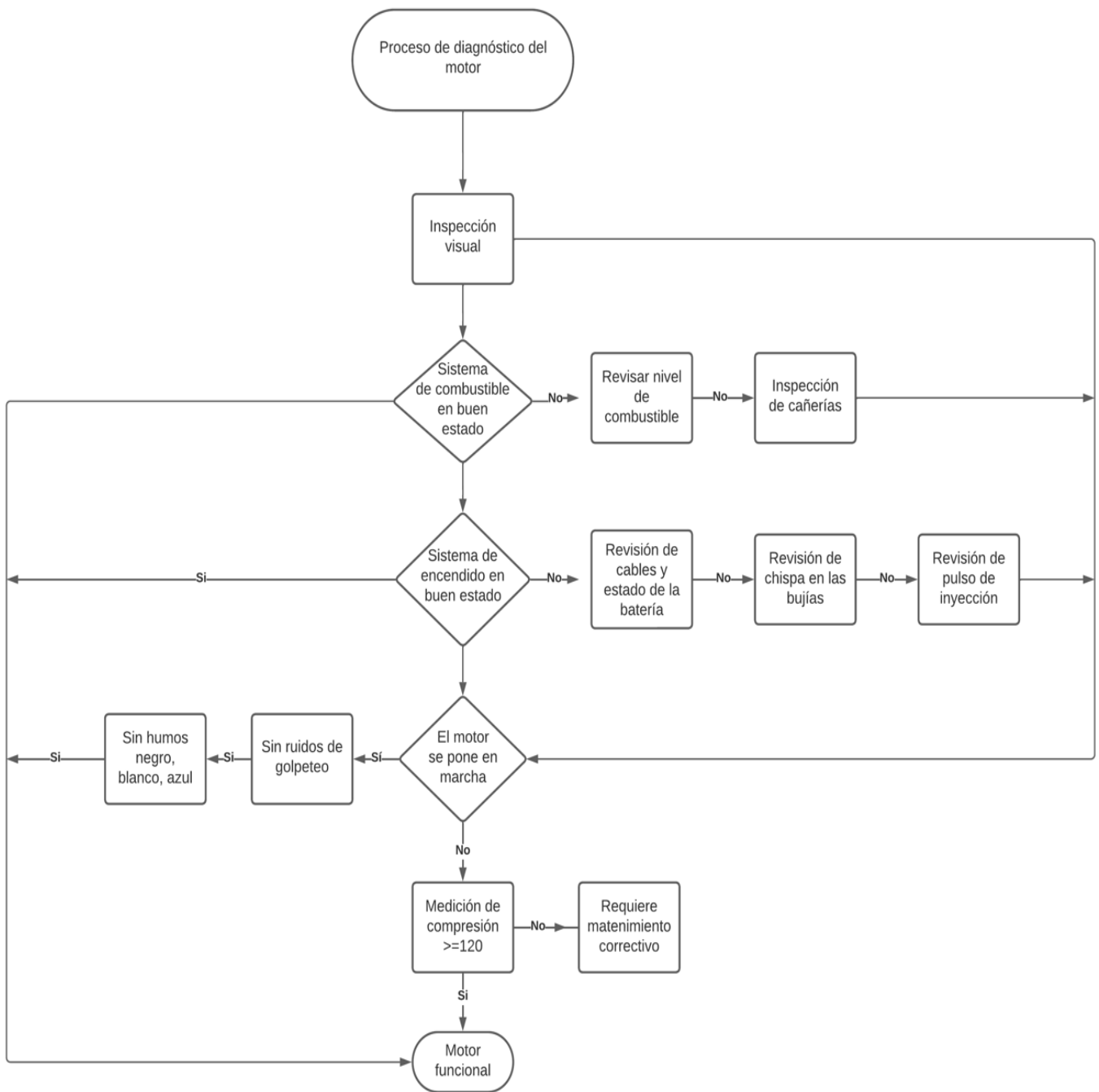
- Inspección visual y diagnóstico previo.
- Diseñar y construir la estructura del banco didáctico
- Realizar el reacondicionamiento del motor Daewoo G15SF
- Desarrollar el panel digital para obtener los parámetros de funcionamiento

Primero, se procederá con una inspección visual de los diferentes componentes del motor, tomando en cuenta los sistemas mencionados en la tabla 2.1.

Para el inicio de diagnóstico del motor se realizó una inspección visual previa para poder verificar los componentes en mal estado, de esta manera se manejó ideas de reemplazo o reparación de piezas y partes (sensores, bomba de combustible, inyectores, filtros, lubricantes, OBD 1,DLC), posterior a la inspección visual se realizó comprobaciones de funcionalidad de los componentes , de tal manera que el motor no se había puesto en marcha mucho tiempo de realizo el cambio de filtros y lubricantes de la misma manera que el sistema de refrigeración, con este proceso se procedió a inspeccionar la falla por la cual el motor no se ponía en marcha, revisando detalladamente sensores, y colocando los faltantes , se diagnosticó el fallo en el módulo de encendido, el mismo que se encontraba sin entregar ningún tipo de señal lo cual fue el motivo de reemplazo

Figura 2.1:

Proceso de inspección del motor



Nota: La imagen presenta un diagrama de flujo en el que se determina el proceso a seguir para el diagnóstico previo del motor, Fuente: Los autores

Tabla 2.1:

Componentes a inspeccionar

Sistema	Componentes por inspeccionar
Eléctrico	Sockets, puesta a tierra, sensores, aislantes
Alimentación y refrigeración	Mangueras, bombas, depósitos
Mecánico	Derrames de aceite, agua, empaques, pintura, compresión
Lubricación	Aceite, filtro

Nota: La tabla presenta los diferentes apartados a revisar en cada uno de los sistemas del motor,

Fuente: Los Autores

2.3.Resultados de la inspección visual

Luego de culminada la inspección visual de la maqueta, denotamos la misma no se encontraba en buenas condiciones, por lo que será necesario reemplazar diversos componentes durante el transcurso de la restauración

Figura 2.2:

Estado inicial del banco didáctico del motor Daewoo G15SF







Nota: La imagen presenta el banco didáctico en su estado inicial, Fuente: Los Autores

2.3.1. Estado del sistema eléctrico

Tabla 2.2:

Valoración cualitativa del sistema eléctrico



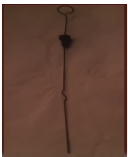


TABLA CUALITATIVA DEL SISTEMA ELÉCTRICO								
Elementos	Estado	Roto	Trizado	Deformado	Ausente	Bueno	Malo	Observaciones
Llave de encendido (switch)						x		
Cables de batería			x				x	Los cables de la batería se encontraron con fisuras en su aislante y sulfatados.
Cables			x				x	Se encontraron sin aislante.
Bujías						x		






Nota: La tabla presenta el estado en el que se encontraban los diferentes elementos del sistema eléctrico del motor, Fuente: El autor

2.3.2. Estado de los sistemas auxiliares

Tabla 2.3:

Valoración cualitativa del sistema de alimentación, lubricación y refrigeración

TABLA CUALITATIVA DEL SISTEMA DE ALIMENTACIÓN, LUBRICACIÓN Y REFRIGERACIÓN				
Elementos	Estado	Bu e no	Malo	Observaciones
Bomba de aceite		x		No presenta fugas
Filtro de aceite		x		Se tiene que reemplazar
Tapón de drenaje		x		No presenta fugas de aceite
Varilla de medición		x		Se encuentra en buen estado
Fugas de aceite		x		No presenta fugas de aceite
Deposito			x	El depósito de combustible no contaba con bomba de combustible

Cañerías		x	La cañería de la admisión se encontraba rota
Radiador		x	Se encuentra en buen estado
Depósito de refrigerante		x	Se encuentra con impurezas
Tapa de depósito		x	Buen estado
Mangueras		x	Las mangueras se encuentran resacas

Nota: La tabla presenta la valoración cualitativa de los sistemas periféricos del motor, Fuente: El autor

2.3.3. Estado de los sensores y actuadores

Tabla 2.4:

Evaluación cualitativa de sensores, actuadores y conectores

Tabla de estado de sensores, actuadores y conectores			
Elementos	Existencia	Estado	Observaciones
ALDL OBD 1	NO		Adquirir nuevo
SENSOR CTS	SI	Bueno	Ninguna
SENSOR MAP	No		Adquirir nuevo
SENSOR TPS	Si	Bueno	Ninguna
VÁLVULA IAC	Si	Bueno	Limpieza

BOMBA DE			Adquirir nuevo
COMBUSTIBLE	NO		
INYECTORES	SI	BUENO	Limpieza

Nota: La tabla 2.4. presenta el estado de los diferentes sensores del motor, Fuente: El autor

2.3.4. Estado del Banco Didáctico

Tabla 2.5:

Evaluación cualitativa de la estructura del banco didáctico

TABLA CUALITATIVA DE LA ESTRUCTURA DEL BANCO DIDÁCTICO							
Elementos	Estado	Roto	Trizado	Deformado	Ausente	Bueno	Malo
Ruedas						✓	
Protección				✓			✓
Pintura			✓				✓
Soporte de la batería		✓					✓
Tablero		✓					✓

Nota: La tabla 2.5 presenta la valoración cualitativa del banco didáctico en el que se encontraba el motor inicialmente, Fuente: El autor





2.4. Prueba de compresión del motor G15SF

La medición en los cuatro cilindros del motor se realiza con un medidor de compresión, el cual permite verificar el estado de los pistones, rines (compresión, fuego, aceite), asientos de válvulas. La prueba arroja un promedio de 135 psi, una cifra que se sitúa en la franja aceptable según las pautas establecidas en el manual técnico. Dichas pautas indican que los valores deben variar entre un máximo de 150 psi y un mínimo de 120 psi.

Si la medición no se encuentra dentro de estos límites, habrá que hacer intervenciones en el motor.

Tabla 2.6:

Resultados de la prueba de compresión

PRUEBA DE COMPRESIÓN			
Medición	Estado	PSI	Cumple
Cilindro 1		138	✓
Cilindro 2		135	✓
Cilindro 3		135	✓
Cilindro 4		135	✓

Nota: La tabla 2.6. presenta la valoración cuantitativa de los valores de compresión que presenta el motor, los cuales están dentro del rango que presenta el fabricante, Fuente: El autor

2.5. Comprobación de fugas en cilindros

Se utiliza un medidor de fugas de compresión para diagnosticar el estado del motor.

Se mide el porcentaje de fuga, el cual no debe superar el 20% para que el motor esté en buen estado.

Tabla 2.7:

Resultados de la prueba de comprobación de fugas

Prueba de comprobación de fugas en los cilindros				
N DE CILINDRO	1	2	3	4
% Fuga	6	6	6	6

Nota: La tabla 2.7 presenta la valoración cuantitativa de la prueba de fugas en los cilindros, los cuales están dentro del rango presentado por el fabricante, Fuente: Los autores

2.6. Estado del soporte del banco didáctico

La condición de la infraestructura del banco didáctico no es satisfactoria, por lo que se plantea la creación y edificación de una nueva estructura que cumpla con los estándares necesarios para llevar a cabo este proyecto de manera apropiada.

Figura 2.3:

Soporte del banco didáctico



Nota: La imagen presenta el soporte original con el que contaba el banco didáctico, Fuente: El autor

2.7. Adecuación del motor

En la tabla se detallan las correcciones del motor, por lo que su objetivo fue conseguir una operatividad óptima del motor.

Por tanto, la tabla muestra los trabajos de mantenimiento y ajustes precisos llevados a cabo en el motor para lograr que funcione en condiciones óptimas.

Tabla 2.8:

Adecuaciones realizadas

Componente	Descripción
Depósito de combustible	Limpieza exhaustiva y pintado
Acelerador	Reemplazo de potenciómetro de aceleración.
Bornes de conexión de batería	Adecuación de nuevos bornes
Bujías	Reemplazo de nuevas bujías

Medidor de presión de aceite	Instalación de un nuevo medidor
Depósito de refrigerante	Limpieza Exhaustiva
Amperímetro	Instalación de un nuevo medidor
actuadores de motor y sensores	Soldadura, aislante, reparación
Conector OBD 1	Instalación de un nuevo conector y reconexión
Empaque del Carter	Instalación de un nuevo empaque
Mangueras del radiador	Instalación de nuevas mangueras
Sensor TPS	Instalación de un nuevo sensor
Módulo de encendido	Instalación de un nuevo conector
Aceite	Reemplazo de aceite por uno nuevo
Ducto de admisión	Instalación de un nuevo conector
Bomba de Combustible	Instalación de una nueva bomba

Nota: La tabla 2.8. presenta las adecuaciones realizadas al motor para garantizar su correcto funcionamiento, Fuente: El autor

2.8. Adecuación del soporte o base del motor

Se restaurará y se pondrá a punto del soporte que sostiene y fija el motor, para dejarlo en óptimas condiciones. Este componente cumple la importante función de proporcionar una base sólida para la correcta instalación del motor, además de reducir vibraciones y absorber impactos durante su funcionamiento.

El reacondicionamiento consistirá en tareas como la limpieza en profundidad del soporte, reparación de piezas deterioradas, ajuste de pernos y tuercas, comprobación de la nivelación, entre otros. Logrando con estas acciones que el soporte quede listo para desempeñar nuevamente su labor de manera eficiente, brindando estabilidad e integridad mecánica al motor que sustenta.,

La reducción de tamaño nos ayuda a optimizar espacios de trabajos para así poder usar el banco de una manera más didáctica, es por lo cual se desarrolló una nueva

estructura adaptando a las dimensiones del motor, siendo un cambio radical. Las dimensiones del nuevo banco didáctico del motor se encuentran en el Anexo B.

Figura 2.4:

Adaptación del banco didáctico



Nota: La imagen presenta la adecuación al nuevo banco didáctico, Fuente: El autor

2.9. Análisis estructural del banco didáctico

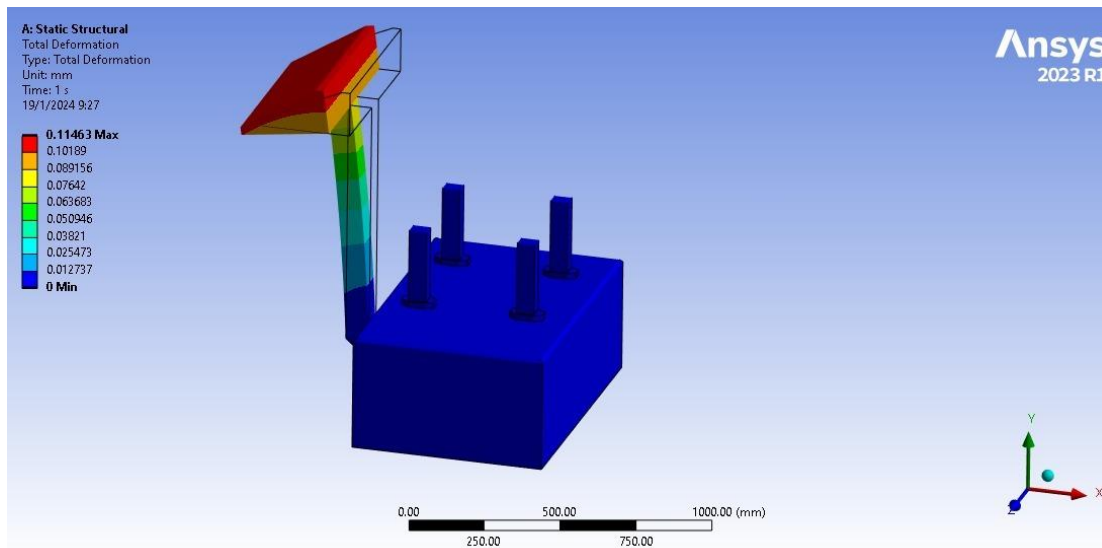
Para garantizar que la nueva estructura elaborada para el banco didáctico sea capaz de soportar las cargas y vibraciones producidas por el motor, se sometió el modelo 3D a un análisis por medio del Software ANSYS, para de esta manera determinar factores como la deformación máxima, esfuerzo, factor de seguridad y análisis de vibraciones, cuyos resultados se presentan a continuación.

2.9.1. Deformación máxima

Durante el análisis de deformación máxima que podría presentar la estructura, se puede observar en la figura 2.5 que la zona de mayor riesgo se encuentra en la parte donde se localizará el panel de instrumentos, con un valor de deformación de 0.11463 mm.

Figura 2.5:

Análisis de deformación máxima



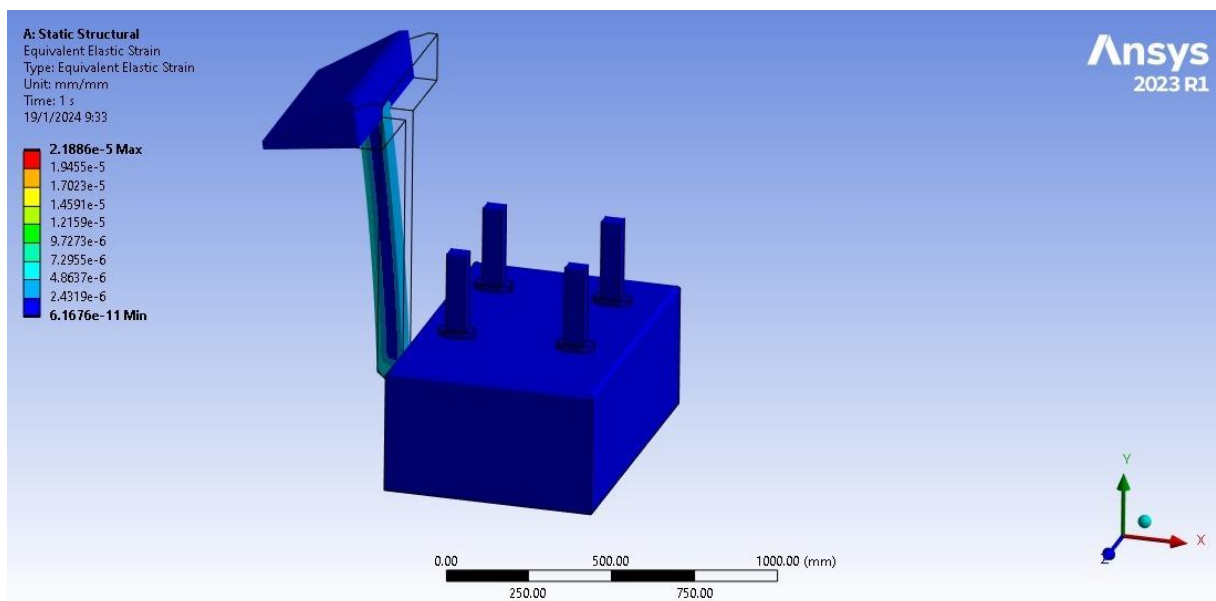
Nota: La imagen presenta el análisis de la deformación máxima de la estructura cuyo punto crítico se encuentra en la parte del panel de instrumentos, Fuente: Los autores

2.9.2. Esfuerzo

Al realizar la prueba de esfuerzo de Von Misses, se puede observar en la figura 2.6 que no existe ningún punto crítico durante este análisis, por lo tanto, en ningún momento se llega a alcanzar el límite elástico del material, por lo tanto, la estructura es capaz de soportar las cargas aplicadas.

Figura 2.6:

Análisis de Esfuerzo



Nota: La imagen presenta los resultados del análisis de esfuerzos donde no se denotan puntos críticos en la estructura, Fuente: Los autores

2.9.3. Factor de seguridad

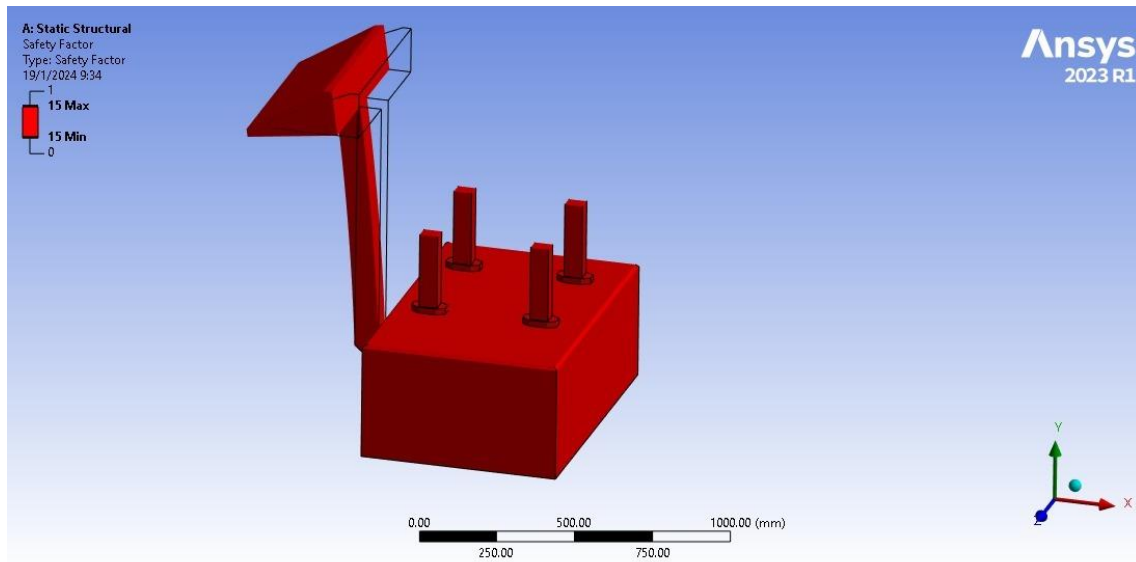
La prueba de factor de seguridad se utiliza para evaluar la capacidad de un componente o estructura para resistir las cargas aplicadas sin fallar.

En el caso del banco didáctico, como podemos observar en la figura 2.7, el software nos entrega un factor de seguridad de 15, por lo tanto, se considera que la capacidad máxima de carga supera en 15 veces la carga prevista, definiendo así que

estructura cuenta con una capacidad de carga considerablemente mayor que la carga esperada durante su operación bajo condiciones normales de servicio.

Figura 2.7:

Análisis de factor de seguridad



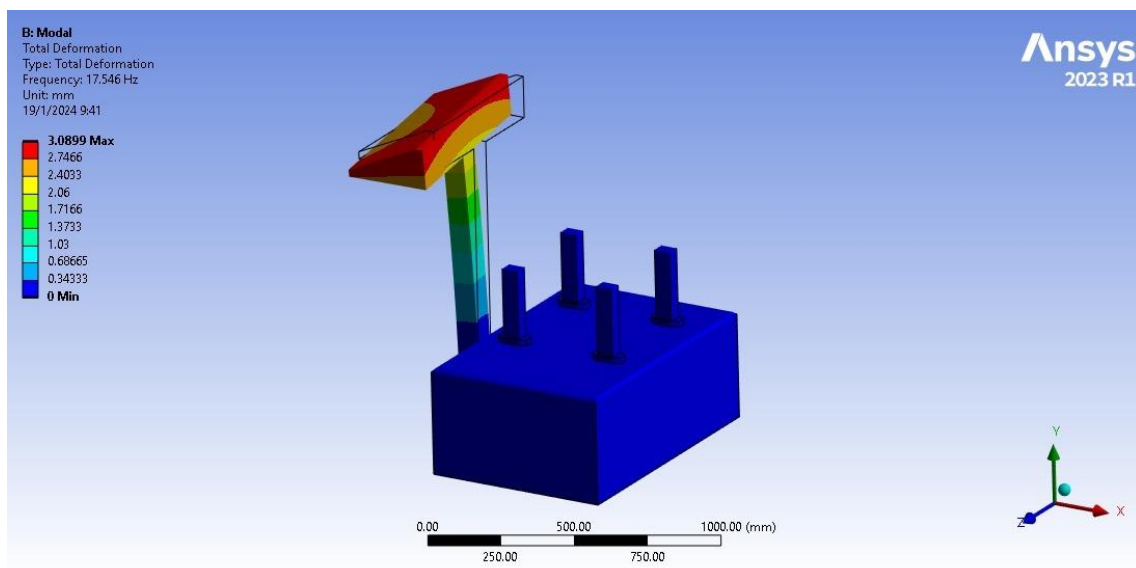
Nota: La imagen presenta los resultados del análisis de factor de seguridad aplicado a la estructura del banco didáctico, Fuente: Los autores

2.9.4. Análisis de vibraciones

El análisis de vibraciones indica que la frecuencia máxima que obtenemos es de 3.08 Hz, expresa que la parte del tablero de instrumentos es la parte con mayor flexibilidad y vibraciones, de modo que para evitar daños en el sistema eléctrico se han reforzado los empates y uniones de cable con soldadura de estaño y cobertor termo flexible, lo que garantizará que al tener mayores vibraciones no se dañará el sistema.

Figura 2.8:

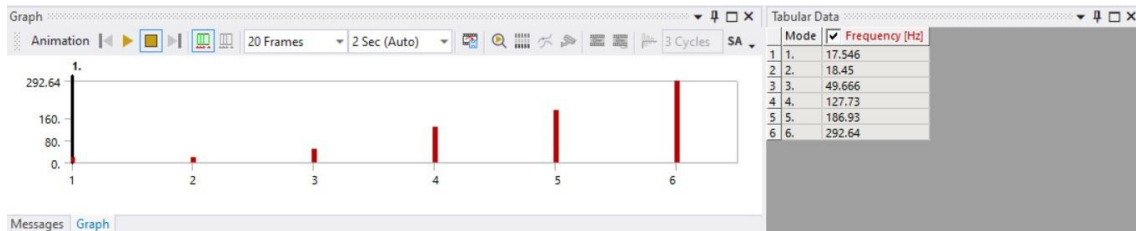
Análisis de vibraciones



Nota: La imagen presenta los resultados de la prueba de vibraciones, Fuente: Los autores

Figura 2.9:

Prueba de vibración a distintas frecuencias

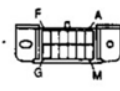









Nota: La imagen presenta el nivel de vibración a diferentes frecuencias, Fuente: Los autores

2.10. Verificación y obtención de datos y señales para realizar la programación

Para obtener señales se identificará cada uno de ellos y con los diagramas corroborar su coincidencia, después se procederá con un multímetro a realizar la toma de voltajes.

Tabla 2.9:
Sensores y mediciones

TABLA			
Elementos	Esquema	Imagen real	Valor de medición
ALDL OBD 1			
SENSOR CTS			80 grados 0.65 V
			88 grados 0.47 V
			95 grados 0.4 V
SENSOR MAP			1.3 V Ralentí
			0 0.001 V Plena carga
SENSOR TPS			0.5V en ralentí
			4.48V en plena carga

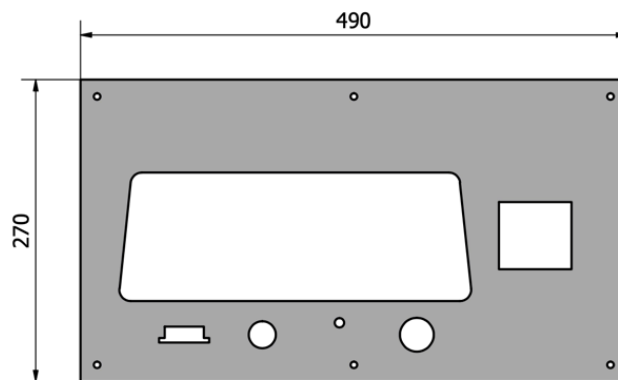
Nota: La tabla 2.9. presenta el reconocimiento de cada uno de los sockets de los diferentes sensores y su correspondiente voltaje de operación, Fuente: El autor

3. Capítulo 3: Desarrollo e implementación del sistema de visualización digital para diagnóstico del motor

3.1. Modelado del panel de instrumentos

Figura 3.1:

Esquema del panel de instrumentos para el banco didáctico



Nota: Diagrama del diseño para el tablero de instrumentos, Fuente: Los Autores

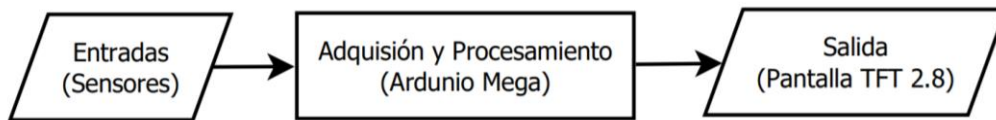
3.2. Diagrama de conexiones en Arduino para la obtención de los parámetros de funcionamiento

Para programar nuestro sistema de obtención de parámetros de funcionamiento, optamos por llevar las señales de voltaje de los sensores del motor a la placa Arduino, para así conocer cómo entregan las mediciones según los cambios durante el tiempo de trabajo.

Para esto seguimos el siguiente proceso:

Figura 3.2:

Proceso de adquisición de señales



Nota: La imagen presenta un diagrama de flujo indicando el proceso a seguir para la obtención y presentación de las señales, Fuente: Los autores

Como referencia para los valores de voltaje y resistencia que recibirá la placa Arduino por medio de los sensores y del actuador IAC, se presenta el rango de funcionamiento en la tabla 3.1.

Tabla 3.1:

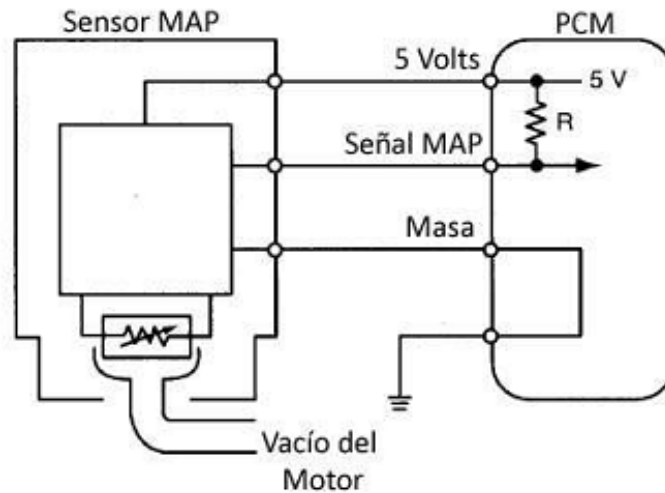
Variación de resistencia según la temperatura del sensor CTS

Temperatura (°C)	Resistencia (kΩ)
100	0.185
70	0.45
20	3.4
-4	7.5
-40	-100

Nota: La tabla 3.1. presenta la variación de resistencia que tiene el sensor en función de la temperatura de funcionamiento, Fuente: Manual del fabricante

Figura 3.3:

Esquema de conexión del sensor MAP



Nota: Diagrama de conexión del sensor MAP, Fuente: ETH Motors (<https://ehtmotors.com/sensores.php?p=map>)

Tabla 3.2:

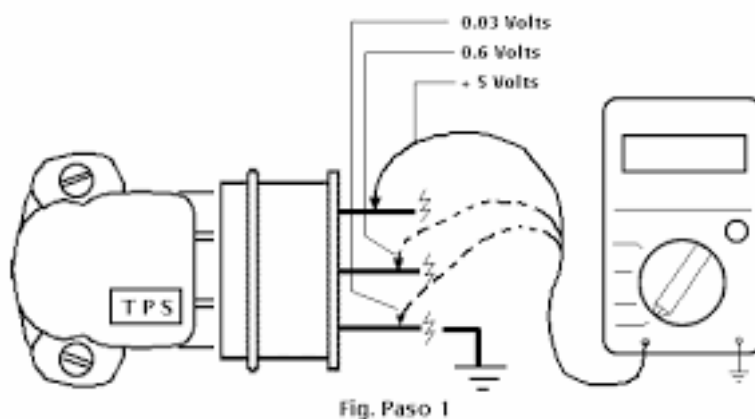
Variación de voltaje según la presión del sensor MAP

Presión (bar)	Señal de voltaje (V)
-0.2	3.7 ± 0.2
-0.4	2.5 ± 0.2
-0.6	1.5 ± 0.2
-0.8	0.5 ± 0.2

Nota: La tabla 3.2. presenta la variación de voltaje en la señal del sensor MAP, en función de la presión, Fuente: Manual del fabricante

Figura 3.4:

Diagrama de conexión del sensor TPS



Nota: Diagrama de conexión del sensor TPS, Fuente: Equipo Automotriz Javaz (https://www.equipoautomotrizjavaz.com/datos_tecnicos/sensor_tps2.pdf)

Tabla 3.3:

Variación de voltaje y resistencia según el porcentaje de apertura de la mariposa

Apertura de la mariposa (%)	Resistencia (kΩ)	Señal de voltaje (V)
0	2 ± 1	0.5 ± 0.2
50	3.5 ± 1	2.5 ± 0.2
100	6.5 ± 1	4.5 ± 0.2

Nota: La tabla 3.3. presenta las variaciones de voltaje y resistencia del sensor TPS en función del ángulo de apertura de la mariposa, Fuente: Manual del fabricante

Tabla 3.4:

Variación de voltaje y resistencia según el ángulo del flotador para nivel de combustible

Ángulo del flotador (θ)	Señal de voltaje (V)	Resistencia (Ω)
0	3.081	3.37
2	3.05	3.5
4	3	3.72
6	2.9	3.84
8	2.74	3.97
10	2.86	4.07
12	2.74	4.18
14	2.66	4.36
16	2.58	4.51
18	2.52	4.68
20	2.45	4.87

Nota: La tabla 3.4. presenta los valores de funcionamiento del sensor nivel de combustible en función del ángulo del flotador, Fuente: Manual del fabricante

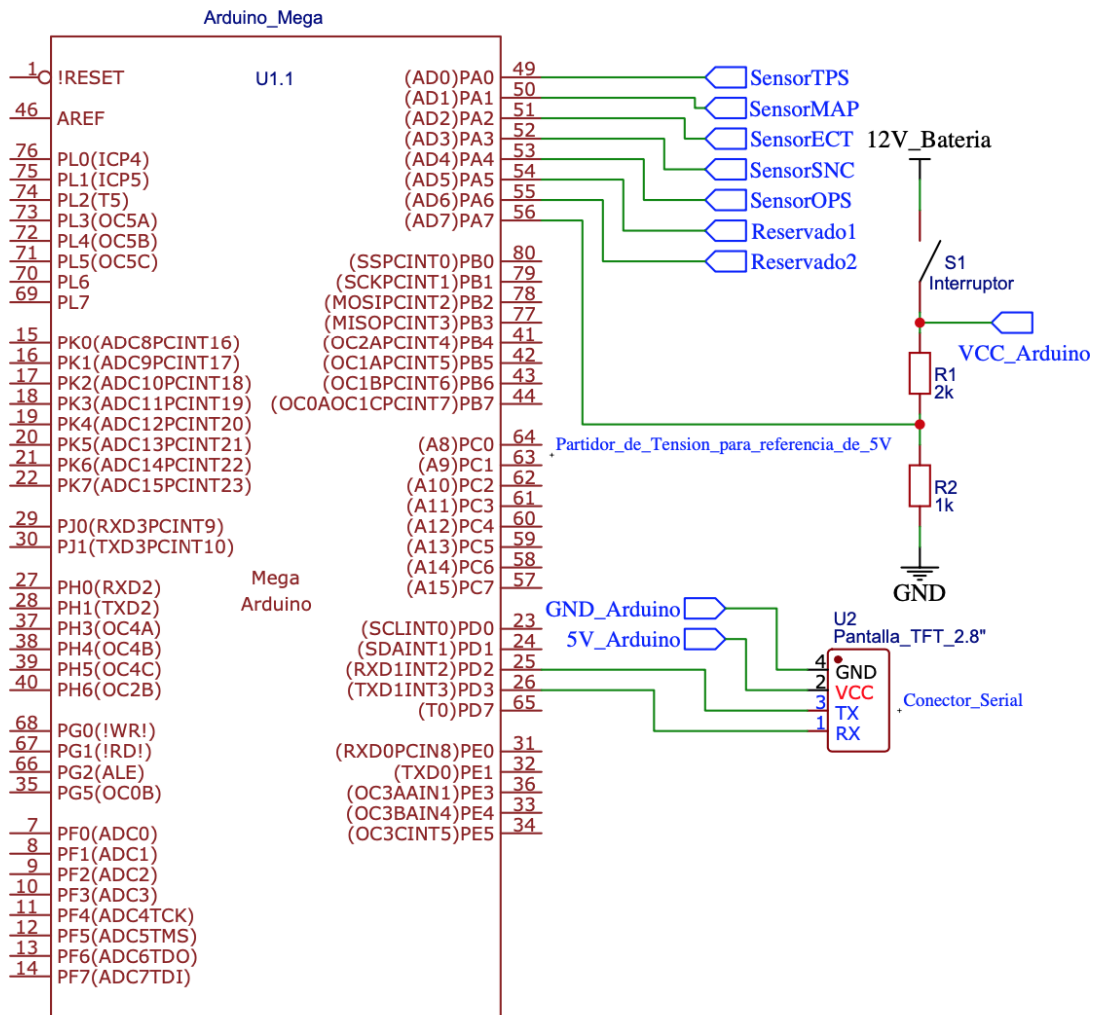
3.3. Adquisición de señales

Para la adquisición y procesamiento de datos que entregarán los diferentes sensores, la placa Arduino recibirá señales que oscilaran entre los 0 y 5 voltios a través de los diferentes pines analógicos.

Por otro lado, para las señales de voltaje de la batería y presión de aceite, en un rango de voltaje superior al soportado por las entradas analógicas de Arduino, se emplearán partidores de tensión para llevarlas hasta los 5 voltios.

Figura 3.5:

Esquema de conexión de los sensores a la placa Arduino Mega



Nota: Esquema de conexión de los sensores a los pines de la placa Arduino, Fuente: Los autores

3.4. Elaboración de la programación en Arduino IDE

Para realizar la programación de la placa Arduino Mega, primero descargamos la interfaz de desarrollo Arduino IDE desde su página oficial.

Figura 3.6:

Software de desarrollo Arduino IDE

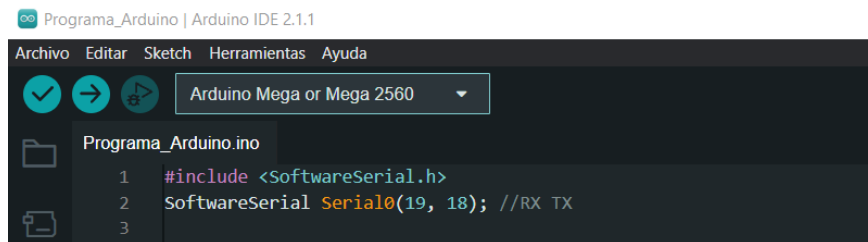


Nota: La imagen presenta la interfaz principal de Arduino IDE, Fuente: Los autores

Iniciamos incluyendo la librería de software serial para crear un puerto de salida serial 2 para el control de la pantalla TFT.

Figura 3.7:

Programación en Arduino IDE

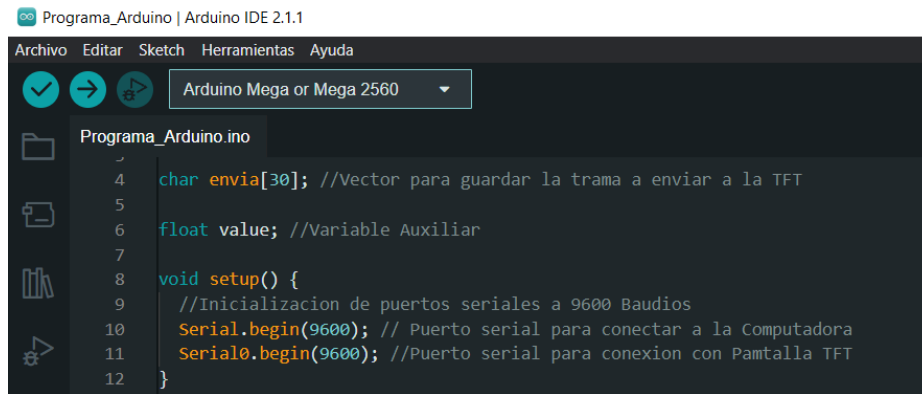


Nota: Adición de la librería del puerto serial, Fuente: Los autores

Crear variables para el procesamiento y envío de los datos hacia la pantalla TFT con la inicialización de los 2 puertos seriales.

Figura 3.8:

Programación para envío de señales a la pantalla



```
Programa_Arduino | Arduino IDE 2.1.1
Archivo Editar Sketch Herramientas Ayuda
Arduino Mega or Mega 2560
Programa_Arduino.ino
4 char envia[30]; //Vector para guardar la trama a enviar a la TFT
5
6 float value; //Variable Auxiliar
7
8 void setup() {
9 //Inicializacion de puertos seriales a 9600 Baudios
10 Serial.begin(9600); // Puerto serial para conectar a la Computadora
11 Serial0.begin(9600); //Puerto serial para conexion con Pantalla TFT
12 }
```

Nota: Envío de las señales a graficar en la pantalla, Fuente: Los autores

Los datos de los sensores se conectan directamente a una entrada analógica del Arduino considerando que el valor de lectura va de 0 a 5V, excepto la lectura del voltaje de batería que se aplica un partidor de tensión para bajar la referencia a 5V para una correcta adquisición, después de eso se conversión dividiendo el voltaje de referencia por el valor de ADC obtenido de una resolución de 1023 para determinar el valor de voltaje de lectura del sensor.

Figura 3.9:

Interpretación de las señales



```
Programa_Arduino | Arduino IDE 2.1.1
Archivo Editar Sketch Herramientas Ayuda
Arduino Mega or Mega 2560
Programa_Arduino.ino
70
71 ////////////////////////////////////////////////// OPS ////////////////////////////////////////
72 int S_OPS = analogRead(A4);
73
74 value = S_OPS * (100.0 / 1023.0); //Referencia sobre el 100%
75
76 sprintf(envia,"j4.val=%d", (unsigned int)value); Serial0.print(envia); Serial0.print("\xFF\xFF\xFF");
77
78 value = S_OPS * (5.0 / 1023.0); //Referencia sobre los 5V
79
80 dtostrf(value, 4, 2, envia); // 2 decimales
81 Serial0.print("t4.txt=\"); //manda primera parte de la trama
82 Serial0.println(envia); Serial0.print("\xFF\xFF\xFF");
```

Nota: Código para la interpretación de las señales recibidas de los sensores a la placa Arduino,

Fuente: Los autores

Cabe considerar que se debe obtener 2 datos por sensor, el un dato es enviado al indicador de barra que muestra el valor en el rango de porcentaje de (0 a 100) % el otro dato es enviado para mostrar en valor de voltaje que va de (0 a 5) V

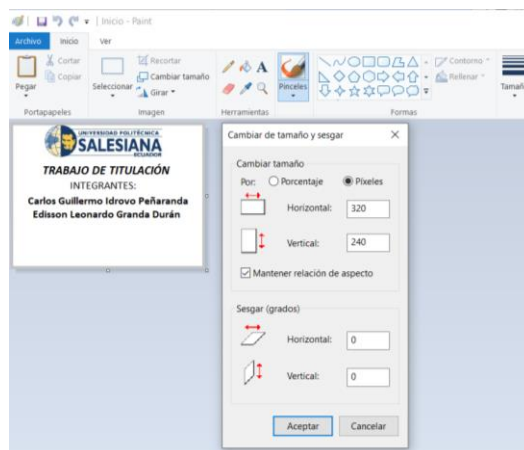
La adquisición de los datos se realiza cada 200ms para evitar tener el mínimo retardo en la lectura.

3.5. Elaboración de la interfaz gráfica para la pantalla

Se debe tener instalado el software de Nextion Editor para poder crear la interfaz gráfica de la pantalla. Primer paso es crear imágenes de fondo utilizando Paint para crear de las dimensiones de (320x240) pixeles equivalentes a 2.8” pulgadas de la pantalla.

Figura 3.10:

Elaboración de la interfaz gráfica

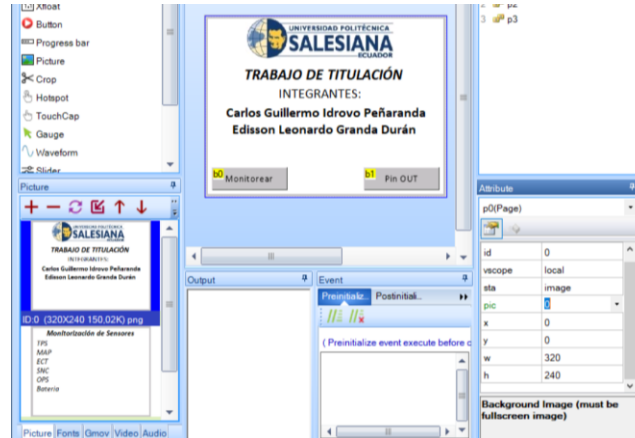


Nota: Diseño de la interfaz gráfica en el software Nextion Editor, Fuente: Los autores

En la parte inferior izquierda en la pestaña de Picture se cargan las imágenes y en la parte inferior derecha de la pestaña de Attribute en pic se coloca la referencia ID de la imagen a utilizar como fondo de dicha Ventana.

Figura 3.11:

Proceso de diseño de la interfaz gráfica



Nota: Proceso de diseño de la interfaz gráfica, adicionando varios apartados de visualización,

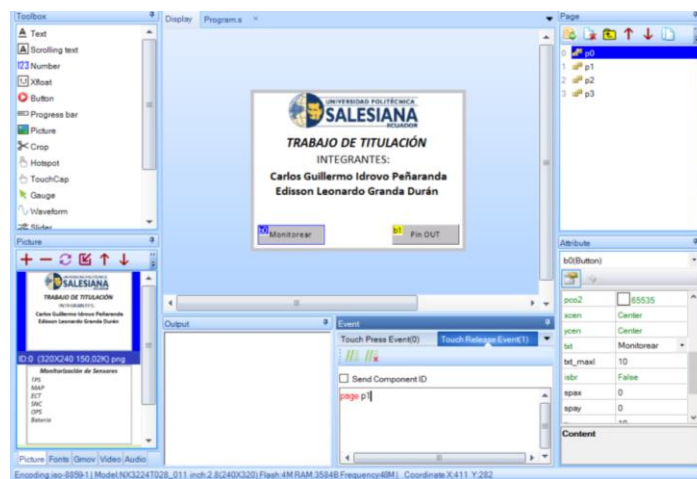
Fuente: Los autores

Los Botones de cada ventana son colocados desde la pestaña de Toolbox y su texto es cambia en la pestaña de Attribute y txt.

La función que va a ejecutar al dar clic sobre el botón es configurada en la pestaña de Event.

Figura 3.12:

Distribución por pestañas de la interfaz

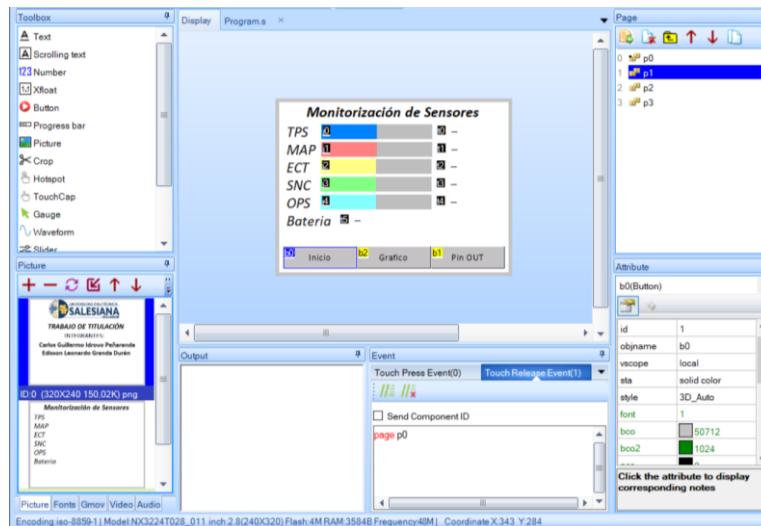


Nota: Asignación de funciones a los botones, Fuente: Los autores

El comando page p1 indica que cuando se dé clic sobre el botón este lleve a la ventana p1 que este caso es de monitoreo.

Figura 3.13:

Interfaz para la presentación de las señales del motor



Nota: Formato de visualización de las señales enviadas por los sensores, Fuente: Los autores

De la técnica anterior es que la pantalla permite crear varias ventanas y navegar sobre ellas permitiendo más funciones.

Finalmente, la ventana de **Pin OUT** es una referencia de la disposición de los pines del dispositivo de adquisición de datos.

3.6. Análisis de resultados

Para la comprobación de los datos que presenta nuestro visualizador digital requerimos de un multímetro y un escáner automotriz que nos permitiese comparar las mediciones de voltaje presentadas por nuestro dispositivo, en relación con lo que nos entregaría una herramienta profesional.

El escáner automatizado empleado fue el ULTRASCAN P1, de la marca Hanatech, debido a que este permite la visualización de los parámetros de funcionamiento de los sensores en señales de voltaje, para de esta manera poder realizar la comparación con nuestra interfaz.

Figura 3.14:

Escáner automatizado ULTRASCAN P1



Nota: La figura presenta el escáner automatizado empleado para la comprobación de valores de voltaje emitidos por los sensores del motor. Fuente: Los autores

Por otro lado, para la verificación de los valores de voltaje de la batería, se optó por la utilización de un multímetro, siendo esta una herramienta profesional para la medición.

Luego de haber realizado las respectivas comprobaciones, se obtuvo los siguientes resultados que serán presentados en la tabla 3.5.

Tabla 3.5:

Comparación de resultados

Comparación de resultados				
Sensor	Visualizador digital	Escáner Automotriz	Multímetro	Margen de error del visualizador digital
TPS	0,49 V	0.509 V	0,51V	± 4%
MAP	0.84 V	0.859 V	0,86 V	± 4%
ECT	3.24 V	No disponible	3,40 V	± 5%
SNC	4.35 V	No disponible	4,52 V	± 4%
OPS	-	-	-	± 4%
Carga de la batería	14.33 V	14,38 V	14.42 V	± 5%

Nota: La tabla 3.5. presenta la comparación de valores de voltaje presentados por los sensores, mediante el visualizador digital, escáner automotriz y multímetro

Luego de realizadas las respectivas comprobaciones, podemos decir que nuestro sistema de visualización digital de los parámetros de funcionamiento del motor Daewoo G15SF, es capaz de presentar las señales de voltaje emitidas por los sensores con un margen de error de $\pm 5\%$, esto debido a que con la antigüedad de la propia maqueta y los respectivos sensores genera bastante ruido en las señales de voltaje que se emiten, razón por la cual los valores presentados por este método presentan bastantes oscilaciones, impidiendo que se pueda obtener una medición exacta.

Otra razón por la que los resultados presentados en el visualizador digital podrían verse afectados, es debido a que la propia placa Arduino, al ser una herramienta básica, de uso no profesional, su sistema de reducción de ruido en las señales podría no ser tan eficiente y esto generaría las variaciones en las mediciones.

En el caso del sensor OPS, no se tiene una referencia de voltaje debido a que la función que cumple con su único pin de conexión en el motor Daewoo G15SF, es de controlar el encendido y apagado del testigo de presión de aceite en el tablero de instrumentos.

Conclusiones:

- Mediante la investigación de fuentes bibliográficas, se reconocieron diferentes enfoques de gestión que permitieron analizar las múltiples variables vinculadas con el desempeño del motor.
- Previo a renovar el motor, se realizó una evaluación que permitió verificar su estado y desempeño. Se logró completar la renovación total del banco de pruebas educativo, el cual ahora se encuentra plenamente operativo y es de fácil acceso tanto para estudiantes como para profesores de Ingeniería Automotriz.
- Se ha instalado una pantalla LCD el cual posibilita el monitoreo de los diversos parámetros del motor, la placa Arduino implementada en el motor Daewoo G15SF, recibe información de los sensores; por ello estos se encuentran conectados directamente desde el motor, consiguiendo así presentar las condiciones de funcionamiento a través del display.
- El método empleado para la obtención de las señales es capaz de mostrar un aproximado de las señales emitidas por los sensores, sin embargo, existe un cierto margen de error en la precisión debido al alto ruido que presentan las ondas.
- Con el desarrollo de este proyecto de titulación se han complementado conocimientos en diagnóstico para el reacondicionamiento de motores, así como al manejo de plataformas para programación y desarrollo de software.

Recomendaciones

- Para hacer un uso efectivo del banco de pruebas educativo, se recomienda utilizar el siguiente equipo y materiales: overol o mandil de protección, identificación del estudiante, juego de llaves, multímetro. Esto permitirá mantener el orden durante el desarrollo de la práctica.
- Haga una inspección visual minuciosa del motor para detectar posibles fugas de aceite, refrigerante o combustible, daños en mangueras y cables, y cualquier otro signo visible de desgaste o falla. Ponga especial atención al área de la culata, el bloque del motor y los componentes externos.
- Previo a empezar a usar el banco didáctico, es clave confirmar que tiene integrada la placa Arduino para visualizar los parámetros de funcionamiento. Asimismo, se debe revisar el nivel de combustible y estado de carga de la batería.
- Si el motor no arranca, se recomienda verificar el nivel de carga de la batería, si el problema persiste es importante revisar los fusibles ubicados dentro del banco didáctico y asegurarse de que la unidad de control esté encendida.
- Verifica el sistema de encendido, incluidas las bujías, cables y bobinas, para asegurarte de que están en buen estado y proporción una chispa adecuada.
- Tome en consideración que los datos presentados por el sistema de visualización podrían no ser mostrados con exactitud, en caso de necesitar de mayor precisión, es recomendable utilizar un escáner automotriz.

Anexos

Anexo A

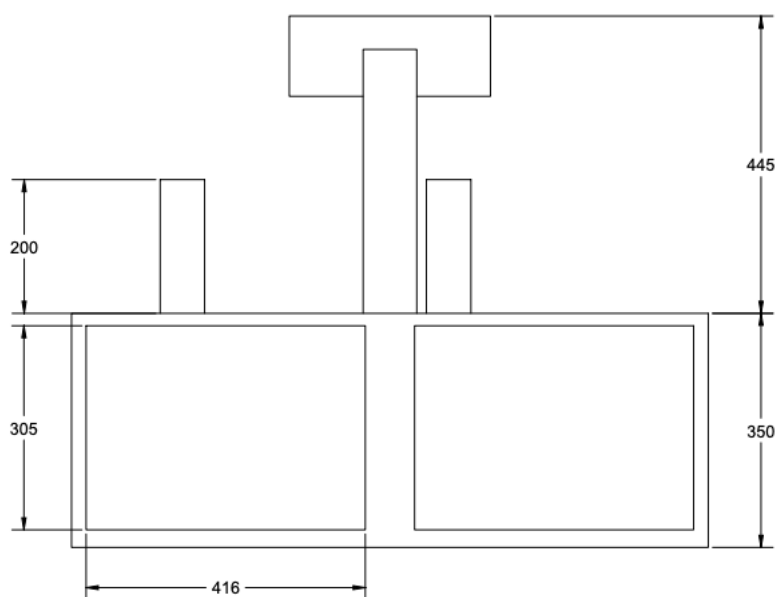
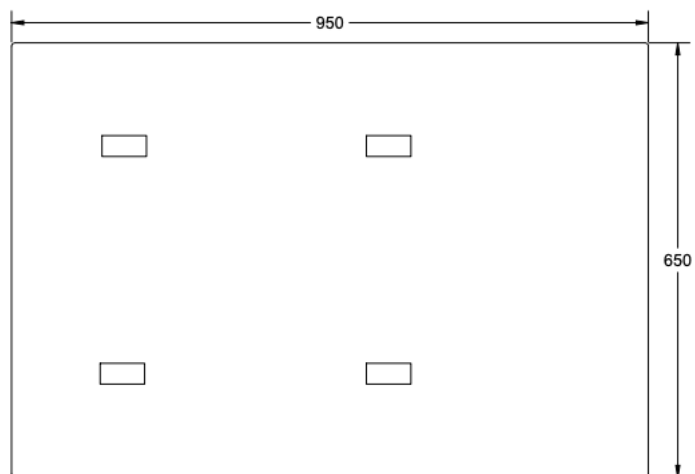
Modificación de la estructura del banco didáctico

Se adaptó el motor a una nueva estructura debido a que la entregada inicialmente no presentaba un tamaño que permita movilizarla de una manera práctica.




Anexo B

Dimensiones del banco didáctico



Anexo C

Guía de Práctica.

	VICERRECTORADO DOCENTE	Código:
	CONSEJO ACADÉMICO	Aprobación:
Formato: Guía de Práctica de Laboratorio / Talleres / Centros de Simulación		

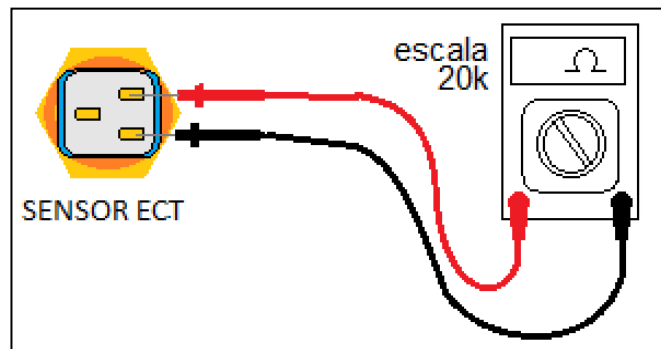
		FORMATO DE GUÍA DE PRÁCTICA DE LABORATORIO / TALLERES / CENTROS DE SIMULACIÓN – PARA DOCENTES	
CARRERA: Ingeniería Automotriz		ASIGNATURA: Motores de Combustión Interna II	
NRO. PRÁCTICA:	1	TÍTULO PRÁCTICA: Control y medición de los sensores del banco didáctico Daewoo g15 SF	
OBJETIVO GENERAL			
<ul style="list-style-type: none"> • Verificar los valores de funcionamiento de los sensores del motor en condiciones de funcionamiento y en ralentí, óptimos y estableciendo comparaciones con los datos del visualizador digital. 			
OBJETIVOS ESPECÍFICOS			
<ul style="list-style-type: none"> • Identificar las herramientas de medición que se utilizarán durante la práctica. • Explicar el proceso de medición de voltaje en los sensores. • Tabular los valores de voltaje y realizar la comparativa entre los valores de cada sensor obtenidos por los diferentes métodos. 			
INSTRUCCIONES (Detallar las instrucciones que se dará al estudiante):		1. Estudiar y aplicar los procedimientos establecidos por la guía de práctica.	
		2. Utilizar equipo de protección personal (mandil, mascarilla, gafas, guantes).	
ACTIVIDADES POR DESARROLLAR			
Equipos utilizados para la medición de sensores.			
1. Multímetro			
<p>El multímetro es un instrumento de prueba que se utiliza para medir valores eléctricos como voltaje, corriente, resistencia. Un multímetro consta básicamente de cuatro partes: una pantalla para mostrar parámetros eléctricos, botones para seleccionar varias funciones, un interruptor giratorio para seleccionar las variables a medir y los terminales de entrada donde va el probador al multímetro [1]</p>			
			
Figura 2. Multímetro			

Fuente. <https://www.ayrtools.com/productos/multimetro-digital-para-motores-hibridos-bosh-540h/>

Proceso de medición de los sensores:

1. Comprobar el estado de carga de la batería que debe ser del 100 % correspondiente a un valor de tensión mayor 12.5 V.
2. Comprobar el nivel de combustible en el tanque.
3. Previo a la comprobación encienda el motor hasta que alcance su temperatura normal de funcionamiento entre los 85 y 90 °C donde se realizara la acción de encendido del electro ventilador.
4. Proceda a comprobar las conexiones de los sensores que se encuentren a plena visibilidad.
5. Proceda a realizar la medición de voltaje de cada sensor presente en el banco didáctico. las cuales las puede realizar en dos etapas como ralentí y funcionamiento.
6. Encender el visualizador digital de parámetros de funcionamiento.
7. Recopile los datos que se encuentran en el panel digital, sensores y escáner.
8. Una vez finalizada la medición, coloque los cables de los sensores en su respectivo lugar y posterior se realizará las pruebas de funcionamiento.
9. Se repite los mismos pasos de funcionamiento para todos los sensores ECT, MAP, TPS, OPS, etc.
10. Para finalizar se evidencia mediante el scanner automotriz que no exista algún código de falla presente.
11. Una vez que se termine la medición se comparara los valores.

Nota. – Una vez que se realizaron las respectivas mediciones se des energizara el visualizador de datos incorporado



1 Escáner

Un escáner automotriz que nos permitiese comparar las mediciones de voltaje presentadas por nuestro dispositivo, en relación con lo que nos entregaría una herramienta profesional.

El escáner automotriz empleado fue el ULTRASCAN P1, de la marca Hanatech, debido a que este permite la visualización de los parámetros de funcionamiento de los sensores en señales de voltaje, para de esta manera poder realizar la comparación con nuestra interfaz.



A Continuación se detalla los pasos para ingresar en el escáner Ultrascan a la maqueta con un motor Daewoo G 15SF

1 Encender
2 Diagnóstico multimarca
3 Coreano
4 GM/Daewoo
5 Racer
6 Datos en tiempo real

2 Panel visualizador de parámetros

Visualizador de datos en tiempo real

1 Encender
2 Monitorizar



Valores recomendados de voltaje en los sensores

A continuación, se detallan los valores de voltaje especificados por los fabricantes para el banco didáctico.

SENSOR	RANGO DE TRABAJO DE LOS SENSORES										
Oxígeno	Desde 0,1 hasta 0,9 V										
MAP	Entre valores de 0,2 -0,4 V hasta 4,8 – 5 V										
TPS	Vehículo en ralentí (0,4 a 0,8 V) Al acelerar el vehículo valores entre 4,5 a 5 V										
CKP	Voltaje pico mínimo de -3,59 V y el voltaje pico máximo de 4,07 V y tiene un voltaje medio de 0,24 V.										
CMP	Voltaje pico mínimo de -0,05 V y el voltaje de pico máximo de 5,34 V.										
ECT	<table border="1"><thead><tr><th>Temperatura (°C)</th><th>Voltaje</th></tr></thead><tbody><tr><td>0</td><td></td></tr><tr><td>20</td><td></td></tr><tr><td>40</td><td></td></tr><tr><td>80</td><td></td></tr></tbody></table>	Temperatura (°C)	Voltaje	0		20		40		80	
	Temperatura (°C)	Voltaje									
	0										
	20										
	40										
80											

Imágenes RESULTADOS OBTENIDOS

RESULTADO(S) OBTENIDO(S):

DATOS DEL MOTOR	
Marca	
Modelo	
Año de fabricación	
Tensión de la batería (V)	

RESULTADO(S) OBTENIDO(S):

SENSOR TPS:

PIN DE CONEXIÓN	COLORES	IDENTIFICACIÓN	Ralentí	1500 (rpm)	2500 (rpm)

SENSOR MAP:

PIN DE CONEXIÓN	COLORES	IDENTIFICACIÓN	Ralentí	1500 (rpm)	2500 (rpm)

SENSOR ECT:

PIN DE CONEXIÓN	COLORES	IDENTIFICACIÓN	Ralentí	1500 (rpm)	2500 (rpm)

SENSOR SNC:

PIN DE CONEXIÓN	COLORES	IDENTIFICACIÓN	Ralentí	1500 (rpm)	2500 (rpm)

SENSOR OPS:

PIN DE CONEXIÓN	COLORES	IDENTIFICACIÓN	Ralentí	1500 (rpm)	2500 (rpm)

BATERÍA:

PIN DE CONEXIÓN	COLORES	IDENTIFICACIÓN	VOLTAJE

RESULTADOS DE LA MEDICIÓN DE SENSORES.	
SENSORES	GRÁFICA OBTENIDA EN EL SCANNER MULTISCAN
Sensor de TPS	
Sensor MAP	
Sensor ECT	

Sensor SNC	
Sensor OPS	
BATERÍA	

RESULTADOS DE LA MEDICIÓN DE SENSORES.	
SENSORES	GRÁFICA OBTENIDA EN EL VISUALIZADOR DE PARÁMETROS DE FUNCIONAMIENTO
Sensor de TPS	
Sensor MAP	
Sensor ECT	
Sensor SNC	
Sensor OPS	
BATERÍA	

CONCLUSIONES:

.....

.....

RECOMENDACIONES:

.....

.....

Bibliografía

- [1] «FLUKE,» [En línea]. Available: <https://www.fluke.com/es-sv/informacion/mejores-practicas/aspectos-basicos-de-las-mediciones/electricidad/que-es-un-multimetro-digital>. [Último acceso: 14 04 2020].
- [2] Hyundai Motor Company, Manual de taller Hyundai Sonata (1998-2005), 1998.
- [3] J. A. Ros Marín y Ó. Barrera Doblado, Sistemas eléctricos y de seguridad y confortabilidad, Madrid: Ediciones Parainfo, 2011.

Bibliografía

Cortez, F., & Molina, K. (s. f.). *Sistemas de encendido.*

Dután, F., & Rocano, F. (s. f.). *IMPLEMENTACIÓN DE UN PANEL DE DIAGNÓSTICO CON VISUALIZACIÓN DIGITAL DE LOS PARÁMETROS DE FUNCIONAMIENTO DE UN MOTOR MAZDA E5 A GASOLINA.*

García, A., & Poma, Y. (s. f.). *IMPLEMENTACIÓN DE UN GENERADOR DE FALLOS DIGITAL PARA EL DIAGNÓSTICO AUTOMOTRIZ EN SENSORES DEL MOTOR HYUNDAI EF SONATA A GASOLINA DEL AÑO 1998.*

Ingenierías, F. DE, & Mecánico Automotriz, I. (s. f.). *IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE INYECCIÓN MULTIPUNTO A UN MOTOR DAEWOO G15SF Y CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DIDÁCTICO FUNCIONAL PARA EL LABORATORIO DE MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA DE LA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA AUTOMOTRIZ.*

Mora, E. (s. f.). *ANÁLISIS COMPARATIVO DE UNA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE SENSORES AUTOMOTRICES, AL INTRODUCIR UN NUEVO MODELO DE SENSOR EN LA LÍNEA.*

Paute, J., & Pintado, E. (s. f.). *IMPLEMENTACIÓN DE UN PANEL DE DIAGNÓSTICO DE FALLOS EN UN MOTOR DAEWOO G15SF.*

Yerera, A., López, S. A., Becerra, J. A., Lorenzo, G. Di, Gil, F., Holzmann, R.,

Graziano, C. H., De, S. S., Electrónica Página, I., & De Motores, P.

(s. f.). *Sistemas de Inyección Electrónica*.