



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE CUENCA
CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

IMPLEMENTACIÓN DE UN BANCO DIDÁCTICO CON SIMULACIÓN DE
FALLAS PARA UN MOTOR DATSUN A14 CONTROLADO POR ARDUINO
MEGA 2560 Y LABVIEW

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

AUTORES: VÍCTOR ANTONIO RAMÍREZ GUAMÁN

CARLOS ALEXIS YUPA CAMAS

TUTOR: ING. CHRISTIAN OMAR PULLA MOROCHO, MSc.

Cuenca - Ecuador

2023

**CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN**

Nosotros, Víctor Antonio Ramírez Guamán con documento de identificación N° 0302837893 y Carlos Alexis Yupa Camas con documento de identificación N° 0350344941; 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.

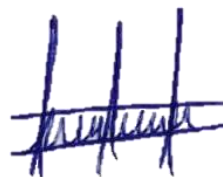
Cuenca, 26 de julio del 2023

Atentamente,



Víctor Antonio Ramírez Guamán

0302837893



Carlos Alexis Yupa Camas

0350344941

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

Nosotros, Víctor Antonio Ramírez Guamán con documento de identificación N° 0302837893 y Carlos Alexis Yupa Camas con documento de identificación N° 0350344941, 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: “Implementación de un banco didáctico con simulación de fallas para un motor Datsun A14 controlado por Arduino Mega 2560 y LabVIEW”, 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.

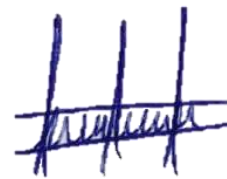
Cuenca, 26 de julio del 2023

Atentamente,



Víctor Antonio Ramírez Guamán

0302837893



Carlos Alexis Yupa Camas

0350344941

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: IMPLEMENTACIÓN DE UN BANCO DIDÁCTICO CON SIMULACIÓN DE FALLAS PARA UN MOTOR DATSUN A14 CONTROLADO POR ARDUINO MEGA 2560 Y LABVIEW, realizado por Víctor Antonio Ramírez Guamán con documento de identificación N° 0302837893 y por Carlos Alexis Yupa Camas con documento de identificación N° 0350344941, 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, 26 de julio del 2023

Atentamente,



Ing. Christian Omar Pulla Morocho, MSc.

0103570602

DEDICATORIA

Le dedico el resultado de este trabajo de titulación a mi familia. Principalmente a mis padres, Víctor Ramírez y Carmen Guamán, los cuales me brindaron su apoyo incondicional en todos estos años de estudio.

También quiero dedicar este trabajo a mi abuela Carmen, la cual siempre ha estado conmigo y me ha enseñado, los principios, valores y perseverancia. Simplemente le doy gracias por que es mi pilar fundamental en mi vida.

Dedico a mi hermana y sobrina por el apoyo y la comprensión, siempre brindadas hacia mí, solo me resta decir gracias por acompañarme en esta gran meta lograda.

Víctor Antonio Ramírez Guamán

AGRADECIMIENTO

Agradezco principalmente a Dios, por ayudarme y darme la oportunidad de cumplir este proyecto de vida, lleno de muchos fracasos como también de logros, sintiéndome realizado conmigo mismo.

De manera especial agradezco a mi tutor de tesis, Ing. Christian Pulla por el apoyo brindado en toda esta travesía.

Agradezco a mi compañero Carlos, principalmente por el compañerismo y la amistad de muchos años de estudio, como también por la ayuda, esfuerzo y apoyo en este trabajo realizado.

Víctor Antonio Ramírez Guamán

DEDICATORIA

Esta tesis está dedicada a aquellos que me han apoyado en mi viaje hacia la ingeniería automotriz.

A mi familia, por su amor incondicional y su constante apoyo en todos mis esfuerzos.

A mis amigos y compañeros de clase, por las largas noches de estudio, discusiones y risas, que hicieron que esta experiencia fuera memorable.

A mis profesores, por su experiencia y guía a lo largo de mi educación, y por inspirarme para convertirme en un ingeniero automotriz.

A la industria automotriz, por desafiar constantemente mi pensamiento y empujarme a ser innovador en mi trabajo.

Y finalmente, a todos aquellos que compartieron mi pasión por los vehículos y la tecnología, y me motivaron a seguir adelante incluso en los momentos más difíciles.

Carlos Alexis Yupa Camas

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a todas las personas que me apoyaron en la realización de esta tesis de grado en ingeniería automotriz.

A mis padres Luis Yupa y María Camas que siempre me apoyaron incondicionalmente en lo moral y lo económico para poder culminar mis estudios y ser un profesional de la patria.

Agradezco a mi compañero de tesis, Victor Ramirez, por ser un excelente amigo, colaborador y compañero de equipo. Gracias por tu amistad, por compartir tus ideas, conocimientos y habilidades conmigo y por trabajar juntos para lograr nuestros objetivos.

También quiero agradecer a nuestro tutor de tesis, Ing. Christian Pulla, por su orientación experta, su apoyo constante y su valiosa contribución en cada etapa del proyecto. Su experiencia y conocimientos fueron fundamentales para la finalización de esta investigación.

Además, agradezco a todos mis profesores por compartir sus conocimientos y experiencia conmigo durante mis estudios universitarios. Aprecio su paciencia, dedicación y esfuerzo para ayudarnos a alcanzar nuestros objetivos académicos y profesionales.

**Carlos Alexis Yupa
Camas**

RESUMEN

El presente proyecto consiste en desarrollar un banco didáctico de pruebas que permitan la simulación de diferentes escenarios de fallas en un motor Datsun A14, controlado por un Arduino Mega 2560 y un sistema de control basado en el software LabVIEW, para que estudiantes y técnicos puedan resolver problemas en un ambiente seguro y controlado.

Esencialmente, se basó en la investigación bibliográfica sobre el control y seguimiento de varios componentes del motor, obteniendo así una base científica que sustente las actividades realizadas durante la ejecución del proyecto. Posteriormente se realizó un diagnóstico del motor Datsun A14 y del banco didáctico para asegurar sus óptimas condiciones de funcionamiento.

A continuación, se realizó la instalación del sistema de control y el circuito con la simulación de fallas en el mencionado motor. Finalmente, se realizaron las pruebas funcionales correspondientes junto con sus guías de práctica, cumpliendo así con las expectativas establecidas para este proyecto.

Palabras Claves: Simulación, Sistema, Circuito, Diagnóstico.

ABSTRACT

The present project consists of developing an educational test bench that allows the simulation of different failure scenarios in a Datsun A14 engine, controlled by an Arduino Mega 2560 and a control system based on LabVIEW software, so that students and technicians can solve problems in a safe and controlled environment.

Essentially, it was based on bibliographic research on the control and monitoring of various engine components, thus obtaining a scientific foundation to support the activities carried out during the project's execution. Subsequently, a diagnosis of the Datsun A14 engine and the educational test bench was conducted to ensure their optimal operating conditions.

Next, the control system and the circuit with the simulation of failures in the mentioned engine were installed. Finally, the corresponding functional tests were conducted along with their practice guides, thus meeting the expectations set for this project.

Keywords: *Simulation, System, Circuit, Diagnosis.*

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	1
CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA	2
CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	3
DEDICATORIA	4
AGRADECIMIENTO	5
DEDICATORIA	6
AGRADECIMIENTO	7
RESUMEN	8
ABSTRACT	9
ÍNDICE GENERAL	9
ÍNDICE DE FIGURAS	12
ÍNDICE DE TABLAS	17
ÍNDICE DE ANEXOS	19
INTRODUCCIÓN	20
PROBLEMA	21
Antecedentes	21
Importancia y alcances	22
Delimitación	23
OBJETIVOS	24
ESTADO DEL ARTE	25
1) CAPÍTULO I	26
1.1. Marco Conceptual	26
1.2. Motor Datsun A14	28
1.3. Software aplicado en la programación del proyecto	30
1.3.1. LabVIEW	30
1.3.2. Interfaz de LabVIEW	31
1.3.3. Arduino Mega 2560	32
1.4. Características del Banco didáctico	36
1.4.1. Parámetros a medir en un Banco didáctico	37
1.4.2. Panel de control	38
2) CAPÍTULO II	40
2.1. Diagnóstico del Estado Actual del Motor Datsun A14	40
2.2. Diagrama de flujo para el diagnóstico	40

2.3.	Solución a la compresión de los cilindros	54
2.3.1.	Comprobaciones	54
2.3.2.	Origen del problema	55
2.3.3.	Solución	56
2.3.4.	Armado de culata.....	59
2.4.	Estado actual del Banco Didáctico	59
2.4.1.	Diseño del Modelo Estructural mediante el Software Autodesk Inventor	60
2.4.2.	Reacondicionamiento de la Estructura	61
2.4.3.	Pasadores de sujeción del motor al Banco.....	64
2.4.4.	Depósito de combustible	65
2.4.5.	Casillero del Banco.....	66
2.4.6.	Soporte de Radiador	67
2.4.7.	Panel de Instrumentos.....	68
3)	CAPÍTULO III	82
3.1.	Simulación del sistema de generación de fallas para el motor Datsun A14	82
3.2.	Implementación del Arduino Mega 2560.	82
3.3.	Módulo Bluetooth HC – 05	83
3.4.	Módulos de relé	84
3.5.	Programación Gráfica (LabVIEW).....	85
3.6.	Fallas Generadas.	85
3.6.1.	Simulación de la falla en la bobina de encendido (Ignition Coil)	86
3.6.2.	Simulación de la falla en la bomba de combustible (Fuel Pump)	89
3.6.3.	Simulación de la falla en el condensador del distribuidor (Condenser) ...	92
3.6.4.	Simulación del circuito del solenoide del carburador (Idle Solenoid)	94
3.6.5.	Simulación del circuito del electroventilador (Electro Fan).....	97
3.7.	Funcionamiento del programa	100
3.8.	Funcionamiento sin módulo de fallas.	102
3.9.	Funcionamiento con el módulo generador de fallas.	105
4)	CONCLUSIONES	112
5)	RECOMENDACIONES	113
6)	BIBLIOGRAFÍA.....	114
7)	ANEXOS.....	118

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Ubicación del Taller Automotriz Dr. Car	23
Figura 2 Motor Datsun A14	29
Figura 3 Interfaz del Software LabVIEW	31
Figura 4 Arduino Mega 2560	33
Figura 5 Variables de entrada y variables de salida	37
Figura 6 Diagrama de flujo para realizar el diagnóstico en el Motor Datsun A14	41
Figura 7 Termostato	41
Figura 8 Mangueras de refrigeración	42
Figura 9 Radiador del motor.....	42
Figura 10 Bomba de agua.....	42
Figura 11 Ventilador	42
Figura 12 Reserva de agua	43
Figura 13 Bobina de encendido.....	43
Figura 14 Conectores eléctricos	43
Figura 15 Caja de fusibles	44
Figura 16 Bujías de encendido	44
Figura 17 Distribuidor.....	44
Figura 18 Alternador del motor.....	44
Figura 19 Batería del motor.....	45
Figura 20 Resistencia y regulador de voltaje	45
Figura 21 Motor de arranque.....	45
Figura 22 Cadena del sistema de distribución de motor	46
Figura 23 Banda de accesorios	46
Figura 24 Bomba de combustible.....	46

Figura 25 Depurador de aire.....	46
Figura 26 Depósito de combustible.....	47
Figura 27 Carburador del motor.....	47
Figura 28 Cañerías de combustible.....	47
Figura 29 Sistema de la bomba de aceite.....	48
Figura 30 Carter de motor.....	48
Figura 31 Varilla del medidor de aceite.....	48
Figura 32 Múltiple de escape.....	49
Figura 33 Varilla del medidor de aceite.....	49
Figura 34 Estructura en general.....	49
Figura 35 Panel de instrumentos.....	50
Figura 36 Ruedas de la estructura.....	50
Figura 37 Medición de la compresión (cilindro 1).....	53
Figura 38 Medición de la compresión (cilindro 2).....	53
Figura 39 Medición de la compresión (cilindro 3).....	54
Figura 40 Medición de la compresión (cilindro 4).....	54
Figura 41 Fugómetro.....	55
Figura 42 Compresor.....	55
Figura 43 Resultado de medición de fugas.....	56
Figura 44 Vista inferior y superior de la culata del motor A 14.....	56
Figura 45 Galgas.....	57
Figura 46 Desarmador Plano y Llave.....	57
Figura 47 Ventosa.....	57
Figura 48 Pasta de asentamiento.....	57
Figura 49 Calibración de válvulas.....	58

Figura 50 Armado de la culata del motor A 14	59
Figura 51 Condición actual de la Estructura Metálica	60
Figura 52 Diseño de la Estructura del Banco Didáctico	61
Figura 53 Lamina metálica	62
Figura 54 Bisagra	62
Figura 55 Pintura automotriz.....	62
Figura 56 Elementos de sujeción.....	62
Figura 57 Cerradura para gabinetes.....	63
Figura 58 Pasadores de sujeción.....	64
Figura 59 Lámina de acero	65
Figura 60 Bomba de combustible.....	66
Figura 61 Pintura en spray	66
Figura 62 Tapa del depósito de combustible.....	66
Figura 63 Casilleros para la implementación de la electrónica y demás elementos	67
Figura 64 Soporte de radiador	68
Figura 65 Estructura del bando didáctico terminada.....	68
Figura 66 Acelerador.....	69
Figura 67 Medidor de Amperaje	69
Figura 68 Presión de aceite.....	69
Figura 69 Revoluciones por minuto	70
Figura 70 Switch On / Off.....	70
Figura 71 Medidor de Voltaje	70
Figura 72 Medidor de temperatura	70
Figura 73 Llave de encendido	70
Figura 74 Diseño final del panel de instrumentos	71

Figura 75	Diagrama de conexión de la RPM	71
Figura 76	Implementación del medidor de revoluciones por minuto.....	72
Figura 77	Diagrama de conexión del medidor de amperaje.....	73
Figura 78	Implementación del medidor del medidor de amperaje.....	73
Figura 79	Diagrama de conexión del medidor de presión de aceite.....	74
Figura 80	Implementación del medidor del medidor de presión de aceite	75
Figura 81	Implementación del medidor de temperatura del motor	76
Figura 82	Diagrama de conexión del voltímetro	77
Figura 83	Implementación del voltímetro	77
Figura 84	Diagrama de conexión del indicador de nivel del combustible	78
Figura 85	Implementación del indicador de nivel del combustible	78
Figura 86	Diagrama de conexión del switch de encendido	79
Figura 87	Implementación del switch de encendido	80
Figura 88	Diagrama de conexión del interruptor de emergencia	80
Figura 89	Implementación del interruptor de emergencia	81
Figura 90	Panel de instrumentos culminado	81
Figura 91	Implementación de Arduino Mega 2560	83
Figura 92	Implementación del módulo bluetooth Hc-05	84
Figura 93	Implementación de los 5 módulos relé.	84
Figura 94	Interfaz de LabVIEW y Diagrama de Bloques.	85
Figura 95	Diagrama de bloques terminado	86
Figura 96	Esquema del Arduino - Bobina de encendido.....	87
Figura 97	Diagrama de bloques - Bobina de encendido.	88
Figura 98	Interfaz gráfica - Bobina de encendido.	89
Figura 99	Esquema del Arduino - Bomba de combustible	90

Figura 100	Diagrama de bloques – Bomba de combustible.....	90
Figura 101	Interfaz gráfica – Bomba de Combustible	91
Figura 102	Esquema del Arduino - Condensador	92
Figura 103	Diagrama de bloques – Condensador	93
Figura 104	Interfaz gráfica – Condensador	94
Figura 105	Esquema del Arduino - Solenoide	95
Figura 106	Diagrama de bloques – Solenoide.....	96
Figura 107	Interfaz gráfica – Solenoide	97
Figura 108	Esquema del Arduino – Electroventilador	98
Figura 109	Diagrama de bloques – electroventilador.....	99
Figura 110	Interfaz gráfica – Electroventilador	100
Figura 111	Posiciones del switch corta corriente.	103
Figura 112	Posiciones de la llave de encendido	104
Figura 113	Funcionamiento panel de instrumentos	104
Figura 114	Alimentación del Arduino.....	105
Figura 115	Pantalla principal del ordenador	106
Figura 116	Program Datsun A14.....	106
Figura 117	LabVIEW edición 2019.	106
Figura 118	Interfaz gráfica del programa.....	107
Figura 119	Selección de la opción herramientas (Tools)	108
Figura 120	Selección del Arduino mega 2560	109
Figura 121	Puerto COM	109
Figura 122	Datos generados	110
Figura 123	Ejecución del programa.....	110
Figura 124	Interfaz Gráfica para el motor Datsun A14.....	111

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Especificaciones principales.....	29
Tabla 2 Aspectos específicos del Bloque Cilíndrico	30
Tabla 3 Especificaciones técnicas y generales del Arduino Mega 2560	35
Tabla 4 Especificaciones de diseño y constitución del Banco Didáctico.....	36
Tabla 5 Indicadores de parámetros del motor.....	38
Tabla 6 Inspección visual del motor Datsun A14 (Sistema de refrigeración).....	41
Tabla 7 Inspección visual del motor Datsun A14 (Sistema de Encendido y Eléctrico).....	43
Tabla 8 Inspección visual del motor Datsun A14 (Sistema de distribución)	45
Tabla 9 Inspección visual del motor Datsun A14 (Sistema de alimentación del combustible)	46
Tabla 10 Inspección visual del motor Datsun A14 (Sistema de Lubricación)	47
Tabla 11 Inspección visual del motor Datsun A14 (Sistema de Escape)	48
Tabla 12 Inspección visual de la estructura.....	49
Tabla 13 Diagnóstico cualitativo de los componentes del motor Datsun A14.....	50
Tabla 14 Validación cuantitativa del motor Datsun A14	51
Tabla 15 Datos técnicos de los actuadores del motor Datsun A14.....	52
Tabla 16 Valores Obtenidos de la compresión del motor.....	53
Tabla 17 Equipo utilizado para comprobar la fuga de cilindros	54
Tabla 18 Equipo e implementos utilizados.....	57
Tabla 19 Ajuste de holguras del motor A14.....	58
Tabla 20 Materia prima de la estructura	62
Tabla 21 Reacondicionamiento de la estructura.....	63
Tabla 22 Reacondicionamiento de la estructura.....	63
Tabla 23 Construcción de pasadores de motor al banco didáctico.....	64

Tabla 24 Construcción del depósito de combustible	65
Tabla 25 Elementos implementados en el diseño del panel de instrumentos.....	69
Tabla 26 Interfaz de la aplicación.....	100
Tabla 27 Revisión general de elementos y conexiones eléctricas	102

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo A Diseño del banco didáctico	118
Anexo B Plano del banco didáctico implementado	119
Anexo C Planos del tanque de combustible.....	120
Anexo D Desmontaje de la culata de motor y de la estructura	121
Anexo E Calibración culata de motor y reacondicionamiento del motor	123
Anexo F Banco didáctico y tanque de combustible	124
Anexo G Motor y banco terminado	125
Anexo H Panel de instrumentos.....	126
Anexo I Cableado eléctrico del motor	127
Anexo J Diagrama de bloques	128
Anexo K Esquema de Arduino	130
Anexo L Interfaz Gráfica	130
Anexo M Presupuesto Utilizado	132
Anexo N Formato de guía de práctica de laboratorio(Diagnostico de la bobina de encendido)	133
Anexo O Formato de guía de práctica de laboratorio (Diagnóstico de la bomba de combustible)	137

INTRODUCCIÓN

La implementación de un banco didáctico con simulación de fallas para un motor Datsun A14 controlado por Arduino Mega 2560 y LabVIEW, es un tema de investigación que aborda la necesidad de contar con herramientas prácticas y didácticas para el estudio de los sistemas de control de motores y la identificación y solución de fallas en los mismos.

La formación de técnicos y profesionales capacitados en el diagnóstico y reparación de sistemas de control de motores es fundamental para el desarrollo de la industria y el sector automotriz. En este contexto, nuestro proyecto se presenta como una solución innovadora para la enseñanza práctica y efectiva de la electrónica y la mecánica.

Este proyecto tiene como objetivo principal el desarrollo de un banco de pruebas que permita simular diferentes escenarios de fallas en un motor Datsun A14, controlado por un sistema de control basado en Arduino Mega 2560 y LabVIEW, para que los estudiantes y técnicos puedan aprender y practicar la solución de problemas en un entorno seguro y controlado. Para ello, se utilizarán herramientas y técnicas de simulación y control, combinando la electrónica, la mecánica y la informática.

El banco didáctico propuesto permitirá la simulación de fallas comunes en los sistemas de control de motores, lo que facilitará la identificación y solución de problemas en el entorno real. Además, la implementación de este banco de pruebas contribuirá al avance de la educación técnica y la formación de profesionales capacitados en el diagnóstico y reparación de sistemas de control de motores, promoviendo la aplicación de tecnologías modernas y el uso de herramientas didácticas para la enseñanza práctica y efectiva.

PROBLEMA

El presente proyecto surge de la necesidad, de que en el taller de la Carrera de Ingeniería Automotriz de la Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca; existe un motor de combustión interna a gasolina Datsun (A14) del año 1978, el mismo que no posee gestión electrónica y cuenta con un sistema de alimentación a carburador, este no dispone de tableros de control y por el tiempo de uso requiere una renovación.

La tecnología de estos motores, parten desde mucho tiempo atrás, y son base fundamental para el aprendizaje en la ingeniería automotriz, considerando que el estudio de estos tipos de motores es elemental en la formación académica.

Debido a la alta demanda de estudiantes en las practicas, se requiere un mayor número de bancos didácticos de este tipo, para el conocimiento de su funcionamiento y que ayuden en la formación académica, generación de destrezas en el diagnóstico de motores y la gestión electrónica.

Antecedentes

La implementación de un banco didáctico con simulación de fallas para un motor Datsun A14, es considerada importante por diversos factores, debido a su capacidad para mejorar el aprendizaje práctico, incrementar la motivación, desarrollar habilidades prácticas y reducir costos y riesgos asociados a la experimentación en equipos y sistemas reales.

De acuerdo con (Yunga & Paúl, 2023), concluye que al implementar un sistema para generar fallos, mejoramos las destrezas de los practicantes al momento del estudio, por lo que al comparar los resultados obtenidos cuando el motor está en modo de fallo y modo operacional, aporta al estudiante al entendimiento real del funcionamiento.

Para ello debemos obtener el manual eléctrico y mecánico de dicho motor, en el cual nos detalla el conexionado eléctrico y la posición de cada elemento, siendo esto fundamental para obtener los valores acorde al funcionamiento exacto del motor, garantizando la veracidad de los datos obtenidos; según María López y Sergio Romero y como exponen en su tesis el banco didáctico para cumplir con la finalidad tiene que estar equipado con los diferentes componentes que contribuyan al diagnóstico detallado del funcionamiento del motor (López & Romero, 2018).

Importancia y alcances

La importancia de la implementación de un banco didáctico con simulación de fallas para un motor Datsun A14 controlado por Arduino Mega 2560 y LabVIEW en el ámbito de la Carrera de Ingeniería Automotriz es crucial. Esto se debe a que esta herramienta didáctica permitirá a los estudiantes de esta carrera adquirir habilidades prácticas en la solución de problemas en sistemas de control de motores, lo que es fundamental para su formación como profesionales.

Los alcances de esta tesis son significativos, de manera que la implementación de un banco didáctico con simulación de fallas para dicho motor; permitirá a los estudiantes de ingeniería automotriz:

- Adquirir habilidades y conocimientos necesarios para el diagnóstico y reparación de sistemas de control de motores.
- Practicar la solución de problemas en un entorno seguro y controlado.
- Identificar y solucionar problemas comunes en el entorno real.
- Aplicar tecnologías modernas y herramientas didácticas para la enseñanza práctica y efectiva de la mecánica y la electrónica.

Además, esta implementación contribuirá al avance de la educación técnica y la formación de profesionales capacitados en el uso de tecnologías modernas en la industria y el sector automotriz.

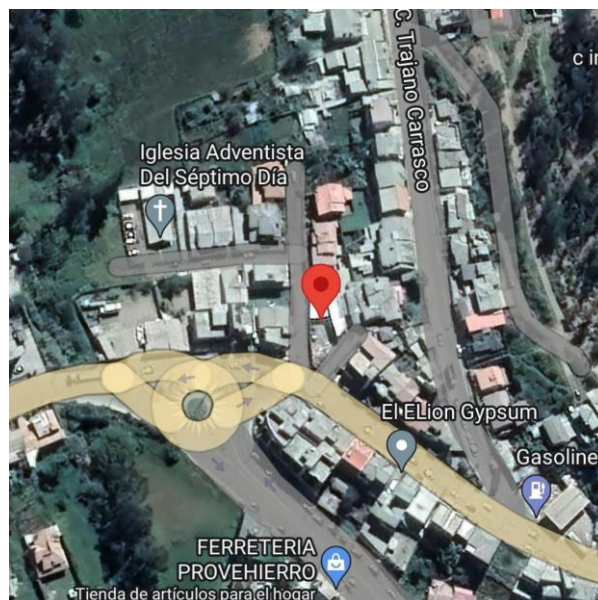
Por lo que se considerada importante por diversos factores, debido a su capacidad para mejorar el aprendizaje práctico, incrementar la motivación, desarrollar habilidades prácticas y reducir costos y riesgos asociados a la experimentación en equipos y sistemas reales.

Delimitación

El presente proyecto, se llevará a cabo en la Provincia del Cañar, Ciudad de Azogues, ubicada al sur del Ecuador, la cual tiene una altitud de 2518 m.s.n.m, una extensión de 60.94 km² y una población aproximada de 95848 habitantes.

Figura 1

Ubicación del Taller Automotriz Dr. Car



Nota. Ubicación del taller automotriz en donde se realizó el reacondicionamiento del

Banco Didáctico del Motor Datsun. Tomado de (Google maps)

OBJETIVOS

Objetivo general

Implementar un banco didáctico con simulación de fallas para un motor Datsun A14 controlado por Arduino mega 2560 y LabVIEW.

Objetivos específicos

- Desarrollar el estado del arte, mediante la investigación bibliográfica acerca del motor Datsun A14 para la determinación de las variables a controlar en la generación de fallos.
- Reacondicionar el banco didáctico del motor de combustión interna Datsun A14, mediante la elaboración de un diagnóstico previo para la determinación de su estado y funcionalidad.
- Implementar el sistema de generación de fallas para el motor Datsun A14, por medio de la programación en el software LabVIEW 2019 de las variables en Arduino mega 2560 para el desarrollo de pruebas de funcionamiento.

ESTADO DEL ARTE

La implementación de la electrónica en los motores ha sido una tendencia creciente en la industria automotriz en las últimas décadas. Esta tendencia ha sido impulsada por la necesidad de mejorar la eficiencia del combustible y por ende el motor, reduciendo las emisiones de escape y mejorar el rendimiento.

La electrónica se ha utilizado para controlar diversos aspectos del motor, como la inyección de combustible, la ignición y la supervisión de las emisiones, entre otras. Por ello implementado el elemento electrónico Arduino Mega 2560, con el Software LabVIEW se procederá a controlar ciertos parámetros, con el fin de generar fallas en los mismos.

El Arduino Mega 2560 es una placa de desarrollo de microcontrolador que ha sido ampliamente utilizada en proyectos de ingeniería y electrónica, según (*Mega 2560 Rev3 / Arduino Documentation*, s. f.) el Arduino Mega 2560 es una placa basada en el microcontrolador ATmega2560 y ofrece una mayor cantidad de pines de entrada y salida, una mayor capacidad de memoria y una mayor velocidad de reloj en comparación con otras placas de la familia Arduino.

LabVIEW es un entorno de desarrollo de software y hardware para sistemas de control, adquisición de datos y análisis de datos. Fue desarrollado por National Instruments y lanzado en 1986. LabVIEW es un lenguaje gráfico de programación que utiliza bloques funcionales para representar las funciones de un programa (*Programación gráfica para pruebas y medidas - NI, 2020*)

1) CAPÍTULO I

ESTUDIO BIBLIOGRÁFICO SOBRE EL CONTROL Y MONITOREO DE MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA.

1.1. Marco Conceptual

Se pretende realizar una búsqueda y revisión exhaustiva de investigaciones, referencias bibliográficas y manual técnico del motor Datsun A14, que será la guía fundamental a seguir, para lograr nuestros objetivos planteados.

Posteriormente, se realizará el reacondicionamiento del motor haciendo uso de la información obtenida en un previo diagnóstico del motor, el cual nos indicará el estado actual del motor, con posibles fallas, fugas, daños mecánicos entre otras.

Después será incorporado un banco didáctico ya realizado con las medidas de acorde al motor, juntamente con el panel de instrumentos que contará con diversos indicadores.

La instrumentación que contará en el panel de nuestro banco didáctico, con la cual se podrá observar los siguientes parámetros como son; presión de aceite, temperatura del líquido refrigerante, revolución del motor, nivel de combustibles, voltímetro, amperaje entre otras.

Entre las variables a controlar en los fallos generados en el motor Datsun A14 son:

- Temperatura del sistema de refrigeración, el cual por medio de una programación de diagrama de bloques en el software LabVIEW comandada por un Arduino, se realiza una programación grafica en donde se obtenga una interfaz gráfica que permitirá por medio de un botón, el apagado o encendido del electroventilador, por ello la

temperatura incrementará en el motor, generando un fallo de sobrecalentamiento.

Por lo cual para salvaguardar el motor después de que el indicador de temperatura muestre una señal de advertencia en este caso una luz testigo, procederá al apagado automático y posteriormente se procederá hacer diagnóstico

- Bomba de combustible, se implementará un segundo botón en la interfaz de gráfica de LabVIEW, cual activará y desactivará la bomba de combustible, generando pérdida de presión en el sistema de alimentación, comprometiendo al motor, por ende, se apagará.
- Ralentí de motor, el mismo que actuará en el solenoide del carburador cortando la corriente eléctrica de 12v, por ello el motor tendrá problemas al momento de arrancar o a su vez tendrá un ralentí inestable.
- Condensador de encendido que se encuentra en el distribuidor, el cual reflejará problemas al arrancar y también se verá reflejado en el desarrollo a bajas revoluciones del motor cuando comandemos el botón en la interfaz gráfica de nuestra aplicación.
- Bobina de encendido, el cual por medio de una programación de diagrama de bloques en el software LabVIEW comandada por un Arduino, se realiza una programación gráfica en donde se obtenga una interfaz gráfica con un botón que interrumpa la alimentación del mismo, proyectando fallas de encendido, al no tener la alimentación positiva de ingreso a la bobina.

El circuito electrónico para producir fallas será realizado por medio de un Arduino mega 2560 implementado un Módulo Bluetooth HC – 05 hacia un ordenador y con la ayuda del Software LabVIEW 2019.

Finalmente, se desarrollará pruebas de funcionabilidad, y se elaborará una guía de practica para que el docente y los estudiantes puedan disponer del mismo, con el fin de cumplir con los Objetos Renovables de Aprendizaje del presente proyecto, fortaleciendo la impartición de la asignatura en el ámbito práctico.

1.2. Motor Datsun A14

El Nissan A14 o posterior A14 es un motor de gasolina de 4 tiempos y cuatro cilindros con válvulas en línea de 1,4 l (1397 cc) de la familia A de Nissan. El motor fue fabricado por Nissan Motor Company desde 1975 hasta 2008 (Admin, 2017)

Es un motor relativamente pequeño y ligero, pero eficiente y confiable, lo que lo convierte en una opción popular entre los entusiastas del automóvil que buscan un motor de bajo costo y fácil mantenimiento.

El motor A 12 y A14 son los motores de la serie A más comunes, al contar con un bloque de hierro fundido liviano con combustión en forma de cuña completamente abierta. cámaras, culata de aluminio y cigüeñal de cinco rodamientos totalmente equilibrado (Admin, 2017).

A continuación, se presenta el estado actual del motor Datsun A14, en la Figura 4.1.1. el en cual se implementará lo antes mencionado.

Figura 2

Motor Datsun A14



Nota. Estado actual del Motor Datsun A14, en el cual se va a implementar el sistema de fallas, juntamente con el banco didáctico. Tomado de (Autores, UPS)

Tabla 1

Especificaciones principales

MOTOR DATSUN A14	
Familia de motores	A
Desplazamiento en litros	1,4
Tipo de carburador	S
Código de motor	A14
Disposición	Cuatro tiempos, 4 en línea (4 rectos)
Tipo de combustible	Gasolina
Producción	1975-2008
Desplazamiento	1,4 L, 1397 cc (85,24 pulgadas cúbicas)
Sistema de Alimentación	Carburador
Sumador de potencia	Ninguno
Salida de potencia	50 HP (37kW) a 5000 rpm a 92 HP (68 kW) a 6000 rpm
Orden de encendido	1-3-4-2

Nota. Especificaciones generales del motor Datsun A14. Tomado de (Admin, 2017)

Tabla 2

Aspectos específicos del Bloque Cilíndrico

BLOQUE CILÍNDRICO	
Aleación de bloque de cilindros	Hierro fundido
Índice de compresión.	8,5:1
Diámetro interior de cilindro	76,0 mm
Carrera	77,0 mm

Nota. Esta tabla muestra las características del Bloque Cilíndrico. Tomado de (Admin, 2017)

1.3. Software aplicado en la programación del proyecto

1.3.1. LabVIEW

LabVIEW nos relaciona con la programación gráfica que ayuda a visualizar a los ingenieros cada aspecto de su aplicación, incluyendo configuración de hardware, datos de medidas y depuración en general.

Esta visualización hace que sea más fácil integrar hardware de medidas de cualquier proveedor, representar una lógica compleja en el diagrama, desarrollar algoritmos de análisis de datos y diseñar interfaces de usuario personalizadas. (*LabVIEW, el software de ingeniería de sistemas que requieren pruebas, medidas y control*, 2020)

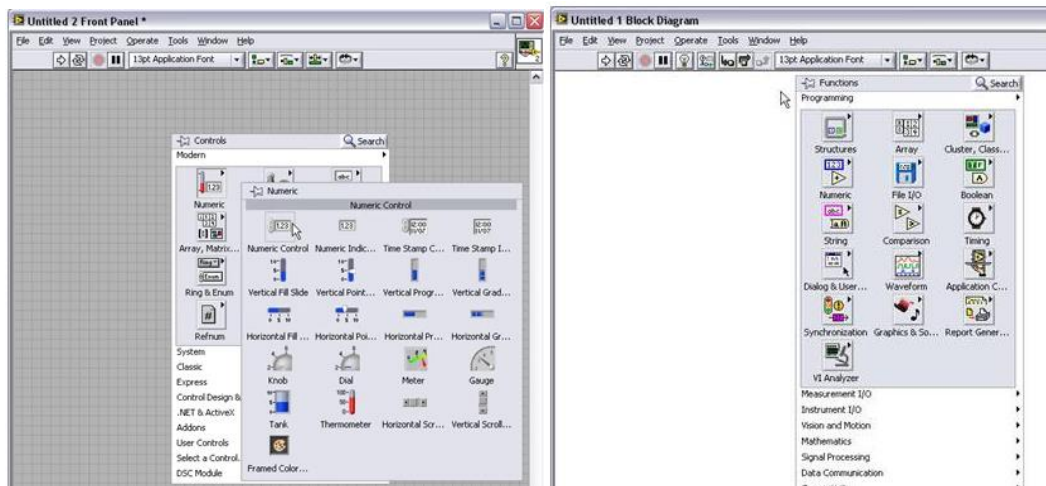
El diseño de sistemas distribuidos de pruebas, medidas y control disminuyendo su tiempo para llegar al mercado. NI sugiere combinar LabVIEW 2019 con su hardware comercial personalizable, el cual ha sido utilizado para desarrollar e implementar sistemas industriales y de producción a gran escala. (*LabVIEW, el software de ingeniería de sistemas que requieren pruebas, medidas y control*, 2020)

1.3.2. Interfaz de LabVIEW

En el ambiente de trabajo de LabVIEW existen dos paneles, el panel frontal y el panel de programación o diagrama de bloques; en el panel frontal se diseña la interfaz con el usuario y en el panel de programación se relacionan los elementos utilizados en la interfaz mediante operaciones que determinan en sí cómo funciona el programa, exactamente es la parte donde se realizan las especificaciones funcionales (*labviewtutorialuniversidadfranciscodecaldas.pdf*, s. f., p. 1)

Figura 3

Interfaz del Software LabVIEW



Nota. Se observa la interfaz del Software LabVIEW, Panel frontal y Diagrama de bloques. Tomado de (*labviewtutorialuniversidadfranciscodecaldas.pdf*, s. f., p. 1)

Las siguientes aplicaciones se pueden desarrollar en LabVIEW 2019:

- Diseñar máquinas inteligentes o equipos industriales: los ingenieros pueden desarrollar equipos industriales y máquinas inteligentes más rápido con LabVIEW.
- Se puede enseñar a estudiantes con sistemas del mundo real, usando LabVIEW para incrementar su grado de descubrimiento, desarrollar soluciones más rápido y mejorar su éxito. (*LabVIEW, el software de ingeniería de sistemas que requieren pruebas, medidas y control*, 2020)

1.3.3. Arduino Mega 2560

El Arduino Mega 2560 es una placa de desarrollo de código abierto ampliamente utilizada en proyectos electrónicos, que ofrece características avanzadas y una mayor capacidad en comparación con el Arduino Uno.

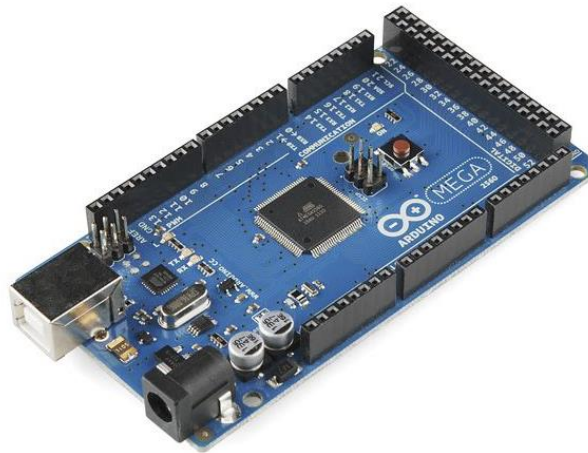
Es una placa de microcontrolador basada en ATmega2560. Tiene 54 pines de entrada/salida digital, 16 entradas analógicas, un cristal de cuarzo de 16 MHz, una conexión USB y un conector de alimentación. Está diseñado para proyectos que requieren más pines y memoria para controlar una mayor cantidad de dispositivos y actuadores. (*Arduino Mega 2560*, 2018)

Se destaca por su amplia gama de pines de entrada/salida digital y analógica, su capacidad para controlar una mayor cantidad de dispositivos por ende su mayor capacidad de memoria en comparación con otras placas Arduino.

Esto lo convierte en una opción viable para la implementación en nuestro proyecto, debido a que requerimos una mayor capacidad de procesamiento y control.

Figura 4

Arduino Mega 2560



Nota. Placa microprocesador, Arduino Mega 2560. Tomado de (*Arduino Mega 2560*, 2018)

1.3.3.1. Aplicaciones del Arduino Mega 2560

El Arduino Mega 2560 se utiliza en una amplia gama de aplicaciones debido a su capacidad y versatilidad.

- **Proyectos de automatización y control:** Debido a su mayor cantidad de pines de entrada/salida y memoria, el Arduino Mega 2560 es adecuado para proyectos que requieren el control de múltiples dispositivos y actuadores, como sistemas de automatización del hogar, control de luces, control de motores y más. (*Arduino Mega 2560 Rev3*, s. f.)
- **Robótica:** Con sus numerosos pines de E/S, el Arduino Mega 2560 es utilizado en proyectos robóticos para controlar motores, sensores y otros componentes necesarios para construir robots móviles, brazos y otros sistemas robóticos complejos. (*Arduino Mega 2560 Rev3*, s. f.)
- **Monitoreo y adquisición de datos:** Gracias a sus múltiples pines analógicos y digitales, el Arduino Mega 2560 es ideal para proyectos que implican la

recolección y el monitoreo de datos de sensores, como temperatura, humedad, presión, luz, entre otros. (*Arduino Mega 2560 Rev3 by Arduino Corporation / A000067*, s. f.)

- Pantallas y visualización de datos: El Arduino Mega 2560 se puede utilizar para controlar pantallas LCD, OLED o TFT, permitiendo la visualización de información y la creación de interfaces de usuario interactivas. (Teja, 2021)
- Comunicación inalámbrica: Mediante la integración de módulos de comunicación como Wi-Fi, Bluetooth o radiofrecuencia, el Arduino Mega 2560 puede comunicarse de forma inalámbrica con otros dispositivos, lo que lo hace adecuado para proyectos de control remoto, domótica inalámbrica y más. (*Arduino Mega 2560 Rev3*, s. f.)

1.3.3.2. Especificaciones y características claves

- Microcontrolador ATmega2560: El corazón del Arduino Mega 2560 es el microcontrolador ATmega2560 de la empresa Atmel (ahora Microchip Technology). Es un microcontrolador de 8 bits basado en la arquitectura RISC, que ofrece una velocidad de reloj de hasta 16 MHz y una capacidad de memoria flash de 256 KB. (*ATMEGA2560-16CU Microchip - Datasheet PDF, Footprint, Symbol & Technical Specs*, s. f.)
- Pines de entrada/salida: El Arduino Mega 2560 cuenta con un total de 54 pines digitales de entrada/salida, de los cuales 15 se pueden utilizar como salidas PWM (modulación por ancho de pulso) y 16 como entradas analógicas. Estos pines permiten la conexión y control de diversos componentes electrónicos, como sensores, actuadores, pantallas, entre otros. (*Mega 2560 Rev3 / Arduino Documentation*, s. f.)

- **Comunicación serial:** El Arduino Mega 2560 dispone de varios puertos de comunicación serial, incluyendo UART (Universal Asynchronous Receiver-Transmitter), SPI (Serial Peripheral Interface) e I2C (Inter-Integrated Circuit). Estas interfaces permiten la comunicación con otros dispositivos, como módulos GPS, pantallas LCD, tarjetas SD. (*Mega 2560 Rev3 / Arduino Documentation, s. f.*)
- **Memoria:** El ATmega2560 del Arduino Mega 2560 tiene una memoria flash de 256 KB para almacenar el programa (sketch) que se ejecuta en el microcontrolador. Además, cuenta con 8 KB de memoria SRAM y 4 KB de memoria EEPROM. La memoria flash es no volátil, lo que significa que el programa se mantiene incluso después de apagar la placa. (*Mega 2560 Rev3 / Arduino Documentation, s. f.*)
- **Alimentación:** El Arduino Mega 2560 puede ser alimentado a través de un adaptador de corriente externo o mediante una conexión USB. También incluye un regulador de voltaje incorporado que permite una variedad de tensiones de entrada (recomendado entre 7V y 12V) y genera un voltaje de 5V para alimentar el microcontrolador y otros componentes conectados. (*Mega 2560 Rev3 / Arduino Documentation, s. f.*)

Tabla 3

Especificaciones técnicas y generales del Arduino Mega 2560

Junta	Nombre	Arduino Mega 2560
	SKU	A000067
Microcontrolador	ATmega2560	
Conector USB	USB-B	
Pines	Pin LED incorporado	13
	Pines de E/S digitales	54
	Pines de entrada analógica	16

	Pines PWM	15
Comunicación	UART	Si, 4
	I2C	Si
	SPI	Si
	Voltaje de E/S	5V
Fuerza	Voltaje de entrada (nominal)	7-12V
	Corriente CC por pin de E/S	20mA
	Batería compatible	batería de 9V
	Conector de fuente de alimentación	Tapón de barril
	Procesador principal	ATmega2560 16 MHz
Velocidad de reloj	Procesador serie USB	ATmega16U2 16 MHz
	ATmega2560	8KB SRAM, 256KB FLASH, 4KB EEPROM
Dimensiones	Peso	37 gramos
	Ancho	53,3 mm
	Longitud	101,5 mm

Nota. Especificaciones técnicas de Arduino Mega 2560. Tomado de (*Mega 2560 Rev3 / Arduino Documentation*, s. f.)

1.4. Características del Banco didáctico

Para poder construir un banco didáctico, debemos tener en cuenta algunas especificaciones tanto de diseño y construcción.

Tabla 4

Especificaciones de diseño y constitución del Banco Didáctico

DISEÑO Y CONSTITUCIÓN DEL BANCO DIDÁCTICO.	
A	Una cimentación que absorba las vibraciones producidas por el motor.
B	Bancada, la cual soportará el peso del motor.
C	Soportes de acuerdo con el tipo de motor para fijarlo correctamente.

-
- D Freno dinamométrico, este ayudará a absorber la potencia del motor.
 - E El sistema de alimentación de combustible al motor.
 - F El sistema de refrigeración.
 - G Sistema de escape de gases con silenciador.
 - H Accesible y ergonómico.
 - I Sistemas de seguridad y protección al operador.
-

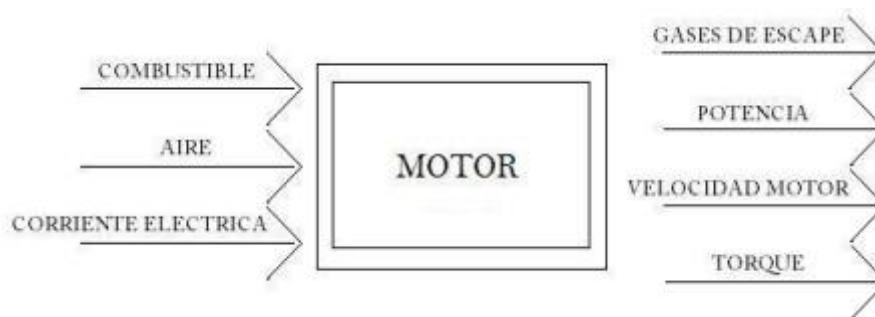
Nota. Características generales de un banco didáctico. Tomado de (Freddy Benavides & Miller Rojas, 2011, p. 26)

1.4.1. Parámetros a medir en un Banco didáctico

La existencia de diferentes parámetros al momento de realizar los ensayos en los motores de combustión interna es muy diversa, para ello debemos tener en cuenta las variables de entrada y variables de salida.

Figura 5

Variables de entrada y variables de salida



Nota. Esquema de posibles parámetros a medir en un banco didáctico. Tomado de (Freddy Benavides & Miller Rojas, 2011, p. 27)

1.4.2. Panel de control

La medición de las diferentes variables que se pueden obtener en un motor, son visualizados en la instrumentación e indicadores de control, que son elementos esenciales para el monitoreo constante y efectivo de los mismos, como, por ejemplo:

- Temperatura.
- Presión de aceite en el motor.
- Revoluciones por minuto, etc.

Con la finalidad de ayudarnos a obtener esta información valiosa sobre el funcionamiento del motor en tiempo real.

Por ello se plantea la siguiente instrumentación en el motor Datsun A14;

Tabla 5

Indicadores de parámetros del motor

PARÁMETROS E INSTRUMENTACIÓN.		
Descripción	Unidad	Instrumento
Carga de la batería	Amperios	Amperímetro
Nivel del Combustible	Porcentaje	Indicador de nivel
Presión de aceite del motor	Psi / Bar	Manómetro
Interruptor de parada de emergencia.	ON / OFF	Switch Corta Corriente

Revoluciones del motor	RPM	Cuentarrevoluciones
Voltaje de suministro de la batería	Voltios	Voltímetro
Temperatura del líquido Refrigerante	Grados centígrados	Indicador de temperatura

Nota. Se puede observar los diferentes variables y la instrumentación empleada.

Tomado de (Autores, UPS)

2) CAPÍTULO II

REACONDICIONAMIENTO DEL BANCO DIDÁCTICO DEL MOTOR

DATSUN A14

2.1. Diagnóstico del Estado Actual del Motor Datsun A14

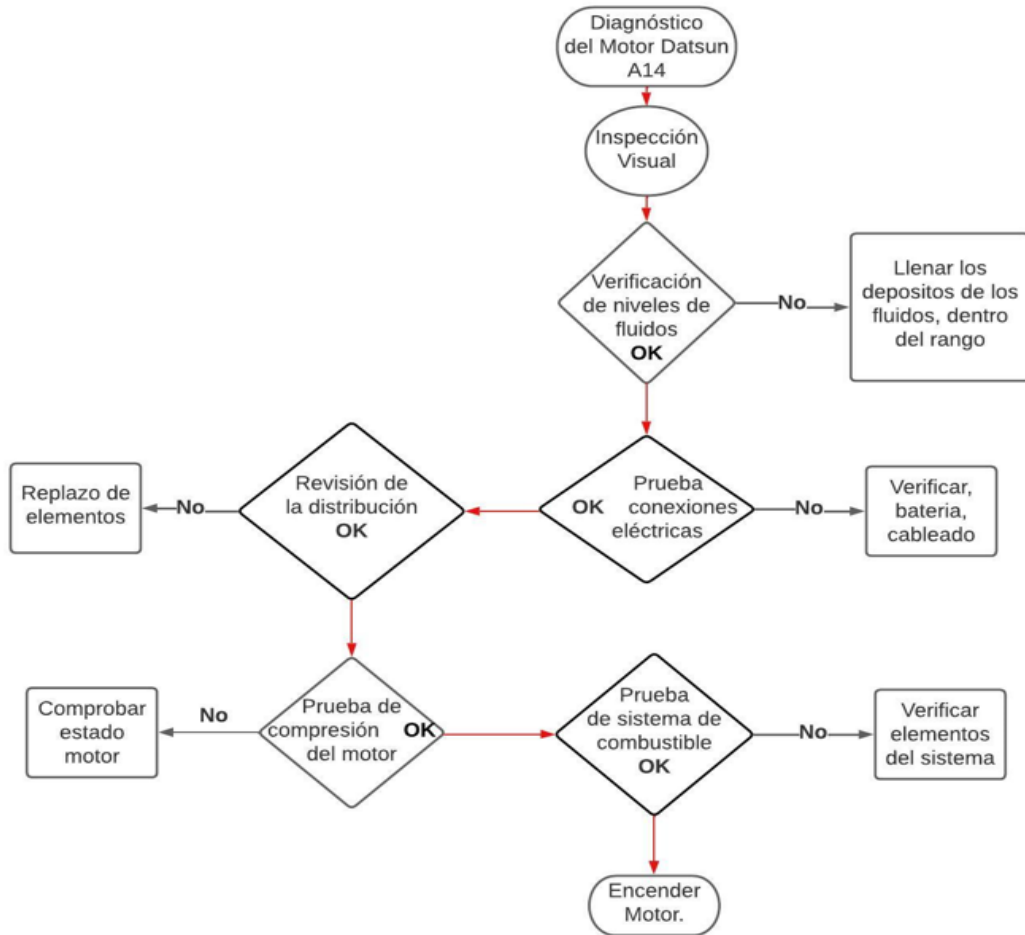
Para realizar un diagnóstico previo al mantenimiento del motor de combustión interna, implica recopilar información, realizar inspecciones visuales, pruebas funcionales, utilizar herramientas de diagnóstico y analizar los resultados para determinar el estado actual del motor.

Una vez determinado los problemas o averías presentes en el motor, se podrá establecer los procesos de mantenimiento necesarios para conseguir la operatividad del motor, garantizando un enfoque eficiente y efectivo para resolver los problemas, con el fin de que se encuentre funcional y disponible cuando el docente o estudiante lo requiera.

2.2. Diagrama de flujo para el diagnóstico

Figura 6

Diagrama de flujo para realizar el diagnóstico en el Motor Datsun A14



Nota. Se observa el flujograma de diagnóstico. Tomado de (Autores, UPS)

Tabla 6

Inspección visual del motor Datsun A14 (Sistema de refrigeración)

Elementos	Estado	Observaciones
Sistema de refrigeración		
Figura 7		
Termostato	<i>Termostato</i>	- No existe.



Figura 8

Mangueras de refrigeración

Mangueras de refrigeración



- Deteriorado.
- Mal estado.
- Tiene fisuras y fatiga.

Figura 9

Radiador del motor

Radiador



- Mal estado
- Presencia de oxidación.

Figura 10

Bomba de agua

Bomba de agua



- Presencia de excisa oxidación y sedimentación.
- Mal estado.

Figura 11

Ventilador

Ventilador

- Mal estado.
 - Roto.
 - Desconectado.
-



Figura 12

Reserva de agua

Tanque de reserva de agua



- No existe.

Nota. Se observa la inspección visual de los elementos. Tomado de (Autores, UPS)

Tabla 7

Inspección visual del motor Datsun A14 (Sistema de Encendido y Eléctrico)

Sistema de Encendido y Eléctrico

Figura 13

Bobina de encendido

Bobina



- Buen estado
- Sin conexión

Figura 14

Conectores eléctricos

Conectores eléctricos

- Conexiones defectuosas.
- Sin conectores.
- Conexiones inexistentes.

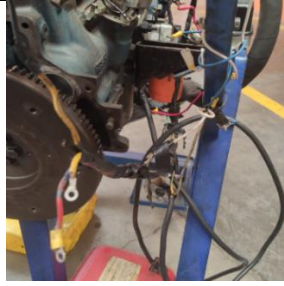


Figura 15

Caja de fusibles

Caja de fusibles



- Sin pines de contactos.
- No existen fusibles.

Figura 16

Bujías

Bujías de encendido



- Mal estado.
- Presencia excesiva de hollín.
- Bujía del cilindro 3 no coincide con las demás.

Figura 17

Distribuidor

Distribuidor



- Sin presencia de algunos componentes (cables de bujía, rotor, conectores)
- Mal estado.

Figura 18

Alternador

Alternador del motor

- Buen estado.
 - Socket desconectado.
-



Figura 19

Batería del motor

Batería



- No existe.

Figura 20

Resistencia y regulador de voltaje

Resistencia cerámica.

Regulador de voltaje.



- No existe.
- Buen estado.
- Sockets completos.

Figura 21

Motor de arranque

Motor de arranque



- No existe.

Nota. Se observa la inspección visual de los elementos. Tomado de (Autores, UPS)

Tabla 8

Inspección visual del motor Datsun A14 (Sistema de distribución)

Sistema de distribución

Figura 22

Cadena del sistema de distribución de motor

Cadena de distribución



- Buen estado

Figura 23

Banda de accesorios

Banda de accesorios



- No existe
- Sin polea de la bomba de agua.

Nota. Se observa la inspección visual de los elementos. Tomado de (Autores, UPS)

Tabla 9

Inspección visual del motor Datsun A14 (Sistema de alimentación del combustible)

Sistema de alimentación del combustible

Figura 24

Bomba de combustible

Bomba de combustible



- En buen estado
- Conexión eléctrica cortada.

Figura 25

Depurador

Depurador de aire

		<ul style="list-style-type: none"> - No existe
--	---	---

Figura 26

Depósito de combustible

Depósito de combustible



- Presencia de oxido.
- No existe la tapa.
- Desconectado.
- Mal estado.

Figura 27

Carburador del motor

Carburador



- Mal estado.
- No tiene varios componentes.
- No tiene conexiones.

Figura 28

Cañerías de combustible

Cañerías de combustible



- Presencia de contaminación.
- Tienen fisuras y fugas.

Nota. Se observa la inspección visual del sistema de alimentación del combustible.

Tomado de (Autores, UPS)

Tabla 10

Sistema de Lubricación

Figura 29

Sistema de la bomba de aceite

Bomba de
aceite



- Presencia de fuga de aceite.
- Filtro deteriorado.

Figura 30

Carter de motor

Carter



- Mal estado
- Presencia de Corrosión
- Fisura de la parte inferior

Figura 31

Varilla del medidor de aceite

Medidor de
aceite



- No existe

Nota. Se observa la inspección visual del sistema de lubricación de motor Datsun A14.

Tomado de (Autores, UPS)

Sistema de Escape

Figura 32

Múltiple de escape.

Múltiple de escape



- Presencia de fugas.
- Falta de elementos de sujeción.

Figura 33

Varilla del medidor de aceite

Silenciador de escape



- No existe

Nota. Se observa la inspección visual del sistema de escape. Tomado de (Autores, UPS)

Tabla 12

Inspección visual de la estructura

Elementos	Estado	Observaciones
Estructura		
Estructura	<p>Figura 34</p> <p><i>Estructura en general</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> - Presencia de oxidación. - Soldadura defectuosa. - Fatiga de bases y soportes.



Figura 35

Panel de
instrumentos

Panel de instrumentos



- Mal estado.
- Sin elementos de medición.
(manómetros, tacómetros, indicadores, etc.)

Figura 36

Ruedas

Ruedas de la estructura



- Mal estado
- Sistema de rodamiento dañados.

Nota. Se observa la inspección visual de la estructura. Tomado de (Autores, UPS)

Diagnóstico cualitativo de los componentes del motor Datsun A14

Elemento	Estado			Tipo de desgaste		
	Bueno	Malo	Ausente	Fisura/Rotura	Corrosión	Oxidación
Batería			X			
Mangueras de refrigeración		X		X		
Radiador		X				X
Banda de accesorios			X			
Cadena de distribución	X					
Escape		X				X
Bobina	X					
Ventilador		X		X		
Tanque de combustible		X				X
Bujías		X			X	
Carburador		X		X		
Medidor de aceite			X			
Conectores eléctricos		X		X		
Bomba de combustible	X					
Depurador			X			
Termostato			X			
Caja de fusibles			X			
Motor de arranque			X			
Alternador	X					
Distribuidor		X		X		
Panel de instrumentos			X			
Bomba de agua		X				X
Carter		X		X	X	
Tanque de reserva de agua			X			

Nota. El motor se encuentra en malas condiciones. Tomado de (Autores, UPS)

Tabla 14

Validación cuantitativa del motor Datsun A14

Elemento	Estado			Medición	Observación
	Bueno	Malo	Ausente		
Cilindro 1		✓		105 psi	Fuera de rango ➤ 120 psi @ 142 psi
Cilindro 2		✓		100 psi	Fuera de rango ➤ 120 psi @ 142 psi
Cilindro 3		✓		105 psi	Fuera de rango ➤ 120 psi @ 142 psi
Cilindro 4		✓		100 psi	Fuera de rango ➤ 120 psi @ 142 psi
Bobina	✓			Primario a 20 °C = 0,5 KΩ ± 0,05 Secundario a 20 °C = 7,33 KΩ ± 0,5.	Se encuentra en buen funcionamiento y estado
Resistencia eléctrica cerámica.	✓			1.0 Ω	Dentro del rango del fabricante.
Rotor	✓			4.5 kΩ	Dentro del rango del fabricante, según el modelo.
Potenciómetro del aforador de combustible.	✓			33 ohmios hasta los 213 ohmios.	Cambio progresivo de resistencia.
Cables de Bujías.		✓		1.1 kΩ @ 1.73 kΩ	Temperatura ambiente a 20 °C se obtuvo los valores.

Nota. Validación cuantitativa del motor. Tomado de (Autores, UPS)

Tabla 15

Datos técnicos de los actuadores del motor Datsun A14


Datos Establecidos por el Fabricante		
Medición	Elemento	Observación
Resistencia (Ω).	Bobina.	A 20 °C, la resistencia nominal debe ser de. 4.0 @ 6.0 k Ω
	Resistencia Eléctrica Cerámica.	El manual establece el valor de 1.0 @ 1.5 ohmios
	Rotor.	El valor del resistor varía entre 4.5 @ 6.0 k Ω
	Cables de bujías.	Temperatura ambiente a 20 °C: Cable 1: 8.9 k Ω Cable 2: 6.9 k Ω Cable 3: 5.8 k Ω Cable 4: 4.3 k Ω Según el manual de fabricante,
	Potenciómetro del aforador de combustible.	Cambio progresivo que vaya desde los 33 ohmios hasta los 213 ohmios.

Nota. Datos obtenidos de la ficha técnica. Tomado de (*sistemas_encendido.pdf*, s. f., p.

12)

Tabla 16

Valores Obtenidos de la compresión del motor

Medición de la compresión de Cilindros		
Elemento	Estado	Observación
Cilindro 1	Figura 37 <i>Medición de la compresión (cilindro 1)</i>	-No cumple con lo establecido de acuerdo con los datos técnicos establecidos en el manual: ➤ 120 psi @ 142 psi -Valor Medido 105 Psi.
		
	Figura 38 <i>Medición de la compresión (cilindro 2)</i>	-No cumple con lo establecido de acuerdo con

Cilindro 2



los datos técnicos
establecidos en el manual:
➤ 120 psi @ 142 psi
-Valor Medido 100 Psi.

Figura 39
Medición de la compresión (cilindro 3)

Cilindro 3



-No cumple con lo
establecido de acuerdo con
los datos técnicos
establecidos en el manual:
➤ 120 psi @ 142 psi

-Valor Medido 105 Psi.

Figura 40
Medición de la compresión (cilindro 4)

Cilindro 4



-No cumple con lo
establecido de acuerdo con
los datos técnicos
establecidos en el manual:
➤ 120 psi @ 142 psi
-Valor Medido 100 Psi.

Nota. Valores obtenidos de la medición del motor Datsun. Tomado de (Autores, UPS)

2.3. Solución a la compresión de los cilindros

2.3.1. Comprobaciones



Cuando existen problemas de baja compresión en los cilindros del motor, como en este caso que la compresión es inferior a la dada por el fabricante (120 psi @ 142 psi).

Se producen pérdidas de compresión que pueden estar originadas por:

- Mal sello de las válvulas de escape o admisión.
- Desgaste entre anillos.
- Desgaste de cilindros.
- Descargaste de pistones.

Tabla 17

Equipo utilizado para comprobar la fuga de cilindros

Prueba de fugas de cilindros		
Equipo	Figura	Observación
Fugómetro de cilindros	<p>Figura 41</p> <p><i>Fugómetro.</i></p> 	<ul style="list-style-type: none">- Entre 0% y 10% valor optimo.- Entre 10% y 40% valor moderado superado del optimo.- Entre 40% y 70% valor que compromete gran parte la compresión.- Entre un 70% y 100% valor que indica grandes complicaciones en los cilindros.
Compresor	<p>Figura 42</p> <p><i>Compresor.</i></p> 	<ul style="list-style-type: none">-Presión requerida 2.5 bar.

Nota. Equipo para hacer la prueba de fugas en el motor. Tomado de (Autores, UPS)

2.3.2. Origen del problema

Al implementar el equipo juntamente con la presión de aire comprimido requerida, se supo percibir de forma auditiva dos vías de escape de presión:

- Por las válvulas de escape lo cual presenta sonido y flujo de aire en la salida del múltiple de escape.
- Por las válvulas de admisión en donde se presenta un flujo de aire por la parte superior del carburador.

Por lo cual presenta más de un 25 % de fugas, dándonos como resultado que la fugas provienen de las válvulas de escape y admisión, por ello es necesario, la verificación del ajuste de las válvulas.

Figura 43

Resultado de medición de fugas



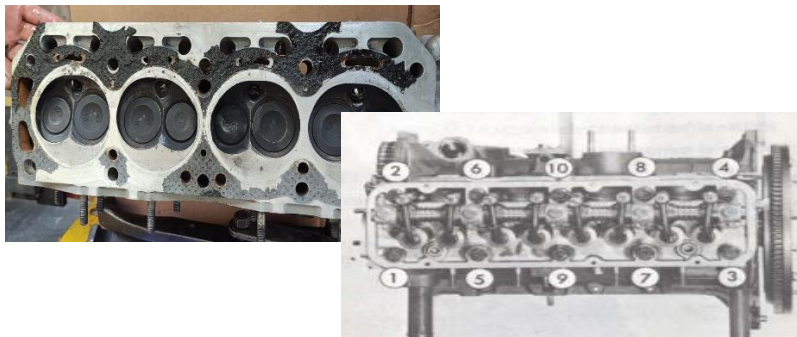
Nota. Lectura del fugómetro superior al 25 % de fugas. Tomado de (Autores, UPS)

2.3.3. Solución

En este caso para la solución de manera correcta será necesario retirar la culata y verificar el estado de las válvulas y los asientos de los mismo. El procedimiento se realizó de acuerdo con el orden de remoción de pernos según el manual del fabricante.

Figura 44




Vista inferior y superior de la culata del motor A 14



Nota. El asentamiento es parte del problema juntamente con la holgura de calibración errónea de las válvulas de admisión y escape. Tomado de (Autores, UPS)

Tabla 18

Equipo e implementos utilizados

Calibración y asentamiento de válvulas	
Equipos e implementos	Figuras
	Figura 45
	<i>Galgas</i>
Galgas o calibre fijo	
	Figura 46
	<i>Desarmador Plano y Llave</i>
Desarmador plano y llave 10 mm	
	Figura 47
	<i>Ventosa</i>
Ventosa	
Cera o pasta para asentar válvulas.	Figura 48
	<i>Pasta de asentamiento</i>



Nota. El asentamiento y la calibración se realizó según el manual del fabricante.

Tomado de (Autores, UPS)

El ajuste de la holgura de las válvulas tanto de escape como de admisión se realizó de acorde al manual del fabricante, en lo cual se pudo notar que la calibración era el principal problema, al tener válvulas con demasiada tolerancia de calibración, por ello se adjunta las dimensiones utilizadas para la calibración.

Figura 49

Calibración de válvulas



Nota. La holgura de calibración de las válvulas de admisión y escape. Tomado de (Autores, UPS)

Tabla 19

Ajuste de holguras del motor A14

Ajuste de la holgura de las válvulas	
Válvulas	Dimensiones. mm/(in)
Admisión en frío	0.35 (0.0138)

Nota. Datos técnicos del motor A14. Tomado de (Autores, UPS)

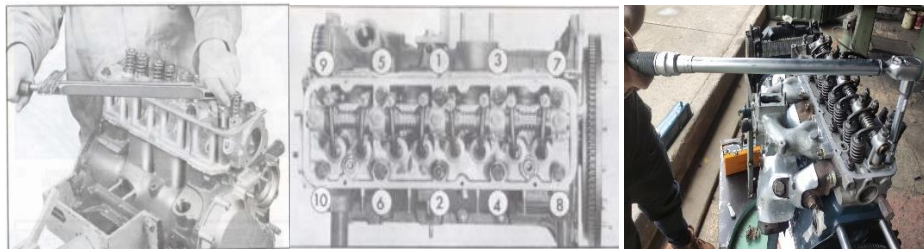
2.3.4. Armado de culata

En el procedimiento del armado debemos tener en cuenta el manual de taller del motor, el cual nos indica el orden de apriete de los pernos, entre otras cosas puntuales.

Se procedió al cambio de empaque de culata y por consiguiente el armado del mismo.

Figura 50

Armado de la culata del motor A 14



Nota. El apriete se realizó en el rango de 7,0 a 8,0 kg*m (51 a 58 ft*lb). Tomado de (Autores, UPS)

2.4.Estado actual del Banco Didáctico

Debido al transcurso del tiempo se ha implementado nuevas tecnologías y métodos de construcción estructural, los cuales queremos reflejar en el nuevo banco didáctico, debido a que el actual tiene una estructura deteriorada, con fallos estructurales, soldadura defectuosa, con bases y soportes en mal estado.

Por ello, se plantea la sustitución por un nuevo modelo actualizado, que cumpla y garantice con los propósitos educativos, ergonomía y con la implementación del nuevo panel de instrumentos.

Figura 51

Condición actual de la Estructura Metálica



Nota. Se observa la estructura en mal estado. Tomado de (Autores, UPS)

2.4.1. Diseño del Modelo Estructural mediante el Software Autodesk Inventor

El diseño estructural del banco didáctico se llevará a cabo mediante el Software Autodesk Inventor, el cual nos permitirá visualizar la estructura en un entorno tridimensional, facilitando la comprensión de cómo se verá la estructura terminada, permitiendo realizar ajustes y mejoras antes de la construcción física.

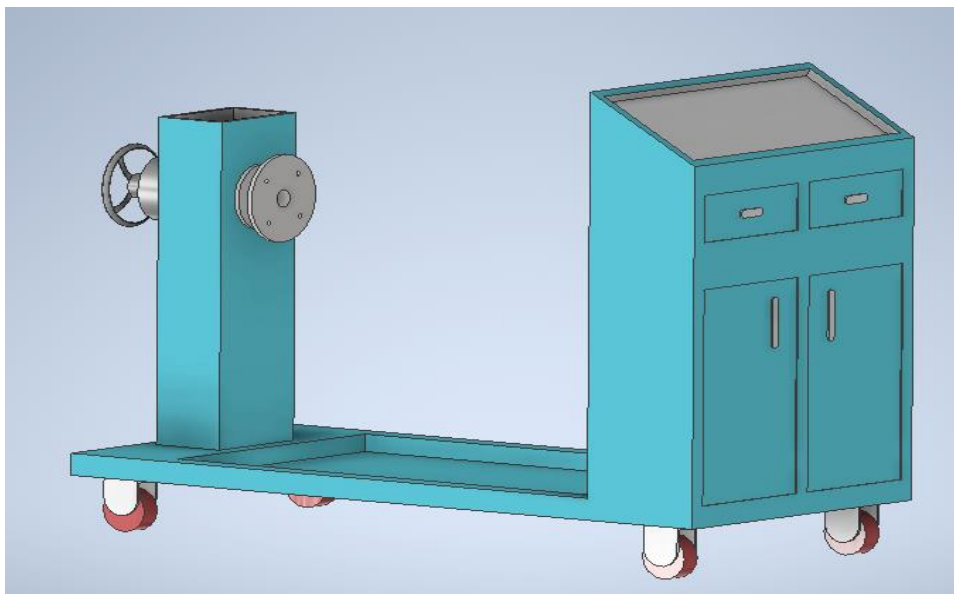
Esta herramienta nos permitirá tener el modelo preciso con dimensiones exactas, optimizando, reduciendo costos y sobre todo garantizando evitar errores de diseño.

Elementos para implementar al banco didáctico:

- ✓ Pasadores de sujeción del motor al Banco.
- ✓ Panel de instrumentos.
- ✓ Tanque de Gasolina.
- ✓ Gabinetes del Banco.

Figura 52

Diseño de la Estructura del Banco Didáctico



Nota. Diseño final mediante el Software Autodesk Inventor 2021. De forma más detallada en el anexo A/B. Tomado de (Autores, UPS).

2.4.2. Reacondicionamiento de la Estructura

2.4.2.1. Proceso de manufactura

La manufactura de la estructura busca optimizar el proceso de producción para lograr una mayor eficiencia y productividad.

Esto implica la implementación de métodos y tecnologías adecuadas, como la automatización, el uso de maquinaria especializada y la organización eficiente de la cadena de suministro.

Tabla 20

Materia prima de la estructura

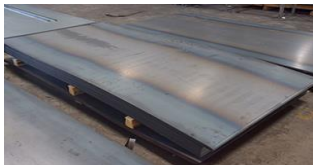



Elementos	Imagen	Observación
Tol Galvanizado	<p>Figura 53</p> <p><i>Lamina metálica</i></p> 	<p>La plancha galvanizada que se utilizó para hacer la estructura de gabinetes, entre otras. Las medidas son: 1.22 x 2.44 M.</p>
Bisagras	<p>Figura 54</p> <p><i>Bisagra</i></p> 	<p>Se utilizó 4 bisagras de tipo libro para los dos gabinetes de acceso hacia los elementos internos.</p>
Pintura Automotriz	<p>Figura 55</p> <p><i>Pintura automotriz</i></p> 	<p>La cantidad utilizada para pintar toda la estructura es 3.785 L, aproximadamente en color turquesa.</p>
Pernos, tuercas y arandelas	<p>Figura 56</p> <p><i>Elementos de sujeción</i></p> 	<p>Se utilizó varias medidas en pernos y tuercas: M6, M8, M10, M12, Los cuales son de diversos materiales:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Acerado ➤ Tropicalizado ➤ Galvanizados

Figura 57

Cerradura para gabinetes

Cerraduras



Dos cerraduras de tipo tubular cortos, que se requirió para la implementación en la estructura de los gabinetes.

Nota. Elementos implementados en la nuestra estructura del Banco Didáctico. Tomado de (Autores, UPS)

2.4.2.2. Matrices de reacondicionamiento de la estructura.

Tabla 21

Reacondicionamiento de la estructura

Elementos a Fabricar	Estado			Material		
	Bueno	Malo	Acero	Aulocobond	Tol Galvanizado	Metal
Pasadores de sujeción del motor al Banco.		✓	✓			
Depósito de combustible.		✓	✓			
Casillero del Banco.		✓			✓	✓
Panel de Instrumentos.		✓		✓		
Perilla de Acelerador.		✓	✓			✓
Soporte de Radiador.		✓				✓

Nota. Tomado de (Autores, UPS)

Tabla 22

Reacondicionamiento de la estructura

Elementos a Fabricar	Proceso de Manufactura						
	Soldadura	Doblado	Torneado	Pintura	Cortado	Taladrado	Modelado
Pasadores de			✓		✓	✓	

sujeción del motor al Banco.						
Depósito de combustible.	✓	✓	✓	✓		✓
Gabinetes del Banco.	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Panel de Instrumentos.			✓	✓	✓	✓
Perilla de Acelerador.			✓	✓		
Soporte de Radiador.	✓		✓	✓		✓

Nota. Tomado de (Autores, UPS)

2.4.3. Pasadores de sujeción del motor al Banco

Al implementar el motor a un nuevo banco didáctico, se necesita un acople a medida el cual soportará el peso del motor acoplado a la estructura, en este caso se necesita 4 pasadores fabricados a medida.

2.4.3.1. Características del material

- Elasticidad.
- Resistencia a la fricción y desgaste.
- Dureza.
- Alta tenacidad.

Se detalla a continuación los materiales empleados para realizarlo:

Tabla 23

Construcción de pasadores de motor al banco didáctico

Construcción de pasadores de sujeción del motor al banco didáctico		
Materiales	Dimensiones	Imagen
Tubo de Acero inoxidable	Longitud: 10 cm	Figura 58

Diámetro in: 1.5 cm

Pasadores de sujeción

Diámetro ex: 2,6 cm



Nota. Tomado de (Autores, UPS)

2.4.4. Depósito de combustible

Debido que el depósito que tiene incorporado actualmente se encuentra deteriorado y en mal estado en general, se incorporara un nuevo depósito.

2.4.4.1. Características del material.

- Acero Inoxidable.
- Resistencia a la temperatura.
- Buena ductilidad.
- Fiabilidad.

Se detalla a continuación los elementos empleados para realizarlo:

Tabla 24

Construcción del depósito de combustible


Construcción del depósito de combustible		
Materiales / Elementos	Dimensiones	Imagen
Lámina de acero de 2mm de chapa de hierro negro	2.60m largo * 1.50m ancho	Figura 59 <i>Lámina de acero</i> 

Figura 60

Bomba de combustible

Conjunto de bomba de combustible eléctrica con flotador.

Dimensiones: 19 x 23 x 25 cm³
Peso: 1 Kg



Figura 61

Pintura en espray

Pintura

Plata Cromado 400ml



Figura 62

Tapa del depósito de combustible

Tapa de aluminio.

1.5 pulgadas, Plateado



Nota. El diseño y medidas se establecen en el Anexo C. Tomado de (Autores, UPS)

2.4.5. Casillero del Banco

En la estructura se fabricará un compartimiento o espacio designado para almacenar, en este caso la batería y componentes electrónicos que se utilizara para la

simulación de fallas, demás artefactos o herramientas que se pueden utilizar al momento de operar el motor.

2.4.5.1. Características del material

- Resistencia mecánica
- Elasticidad
- Resistencia térmica
- Ergonómico.

Figura 63

Casilleros para la implementación de la electrónica y demás elementos



Nota. Como se observa en el interior se encuentra los elementos de electrónica y demás.

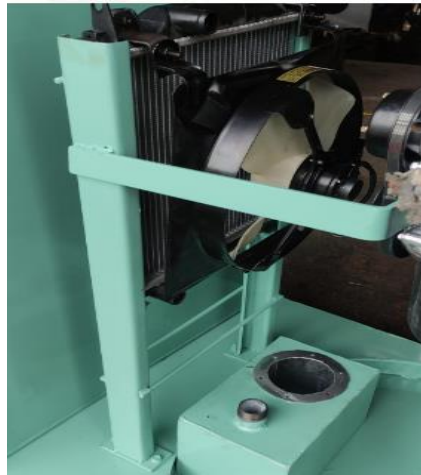
Tomado de (Autores, UPS)

2.4.6. Soporte de Radiador

Para la implementación de los soportes del radiador se procedió a realizarlos según las dimensiones del nuevo radiador y ventilador. Una vez adaptado los elementos, el soporte de radiador quedara sujeto a la estructura del banco.

Figura 64

Soporte de radiador



Nota. Estructura final del soporte de radiador. Tomado de (Autores, UPS)

Figura 65

Estructura del bando didáctico terminada



Nota. Estructura final. Tomado de (Autores, UPS)

2.4.7. Panel de Instrumentos

El panel de instrumentos del bando didáctico es una parte importante de control que proporciona información esencial sobre el estado, niveles y demás lecturas del motor Datsun A14. Por lo cual permitirá al operador monitorear y controlar diversos aspectos del motor cuando esté en funcionamiento.

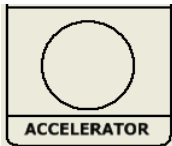
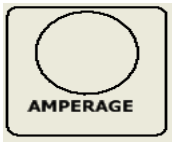

2.4.7.1. Diseño del panel de instrumentación

Implica crear una disposición visual y funcional de los diferentes medidores que componen el panel de instrumentos de control con el objetivo de proporcionar al operador la información necesaria de manera clara, intuitiva y fácil de leer.

Para lo cual es importante identificar los elementos esenciales y necesarios para mostrar la información más relevante, el mismo que este en correcta organización y agrupación.

Tabla 25

Elementos implementados en el diseño del panel de instrumentos

GASOLINE ENG, CONTROL SYSTEM EDUCATIONAL TRAINING EQUIPMENT		
<i>NISSAN DATSUN 1400</i>	<i>MODELO A14-459835</i>	<i>INGENIERIA AUTOMOTRIZ</i>
NOMBRE	GRAFICA	DESCRIPCIÓN
Acelerador	<p>Figura 66</p> <p><i>Acelerador</i></p> 	Controla la cantidad de combustible y aire que ingresa al motor, lo que afecta la potencia y la velocidad del mismo.
Amperaje	<p>Figura 67</p> <p><i>Medidor de Amperaje</i></p> 	Mide la intensidad de la corriente eléctrica que recibe la batería.
Presión de aceite	<p>Figura 68</p> <p><i>Presión de aceite</i></p> 	Tiene la función de medir el nivel de presión del lubricante en el interior del motor.

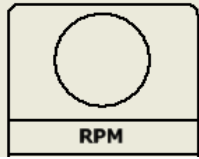

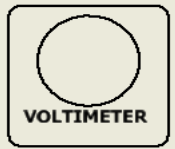
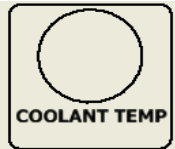

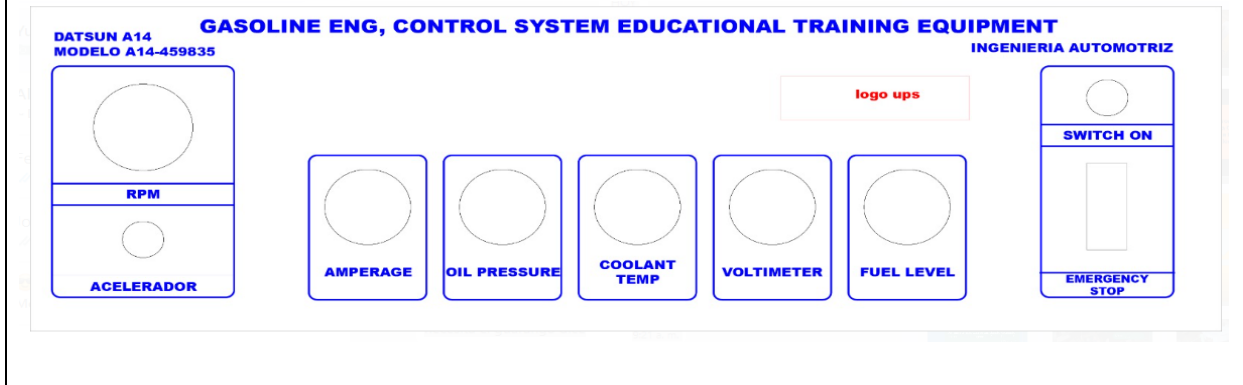
<p>Revoluciones por minuto</p>	<p>Figura 69 <i>Revoluciones por minuto</i></p> 	<p>Mide la velocidad de giro de un eje, normalmente la velocidad de giro de un motor en movimiento.</p>
<p>Interruptor de emergencia</p>	<p>Figura 70 <i>Switch On / Off</i></p> 	<p>Es un interruptor de parada que ofrece protección tanto al operario como al motor.</p>
<p>Voltímetro</p>	<p>Figura 71 <i>Medidor de Voltaje</i></p> 	<p>Determina el voltaje suministrado por la batería al sistema en general.</p>
<p>Temperatura de refrigerante.</p>	<p>Figura 72 <i>Medidor de temperatura</i></p> 	<p>Mide en grados centígrados la temperatura en el Sistema de refrigeración del motor.</p>
<p>Switch de encendido</p>	<p>Figura 73 <i>Llave de encendido</i></p> 	<p>Permite encender y apagar el motor por medio del paso de la corriente.</p>
<p>Diseño Completo.</p>		

Figura 74

Diseño final del panel de instrumentos



Nota. Como se puede observar el panel de control contara con alrededor de 9 elementos.

Tomado de (Autores, UPS)

2.4.7.2. Medidor de Revoluciones por minuto (RPM)

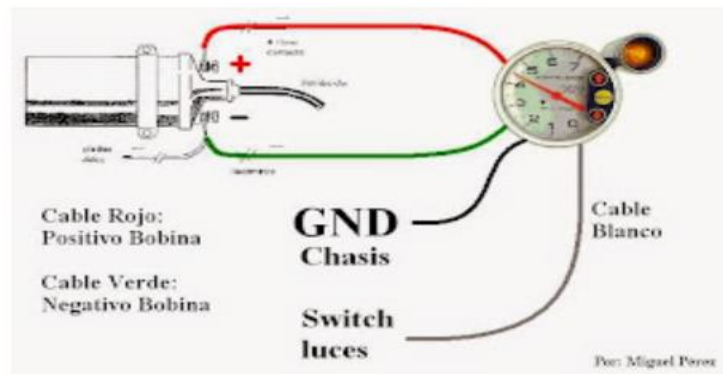
Un medidor de revoluciones por minuto (RPM) en un motor con configuración a carburador sirve para monitorear la velocidad a la que el motor está girando en un momento dado, en donde influye el régimen asignado al motor, por lo general son de 800 a 100 revoluciones por minuto en ralentí y en marcha no más de 5000 revoluciones por minuto.

El mismo que ayuda al operador a tomar decisiones adecuadas durante el funcionamiento del mismo. El diagrama de conexión se puede observar en la siguiente figura 75. El cual consta de 4 cables con la siguiente designación;

- Cable rojo - Positivo de la bobina.
- Cable verde - Negativo d la bobina.
- Cable negro - GND.
- Cable plomo - Luz testigo.

Figura 75

Diagrama de conexión de la RPM



Nota. Como se observa el cableado se recomienda tener diferente tipo de color de cables para poder diferenciarlos. Tomado de (Pérez Miguel, s. f.)

Figura 76

Implementación del medidor de revoluciones por minuto



Nota. Se adjunta el medidor que nos indica las revoluciones del motor en tiempo real.

Tomado de (Autores, UPS)

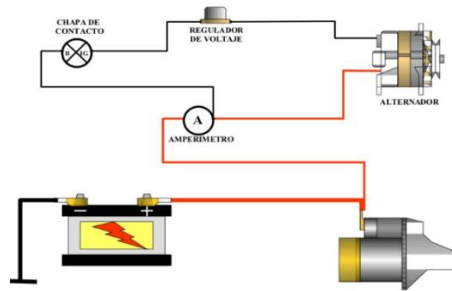
2.4.7.3. Medidor de Amperaje

Es un instrumento que se utiliza para medir la corriente eléctrica que fluye a través del sistema eléctrico. La corriente eléctrica se mide en amperios (A), y el medidor de amperaje muestra la cantidad de corriente que está siendo consumida por la batería o generada por el sistema eléctrico del motor.

El conexionado se realiza de una forma fácil porque solo consta de dos cables de conexión que prácticamente está conectada al borde B+ del alternador que previamente pasa por un regulador de voltaje y el otro al borne positivo de la batería.

Figura 77

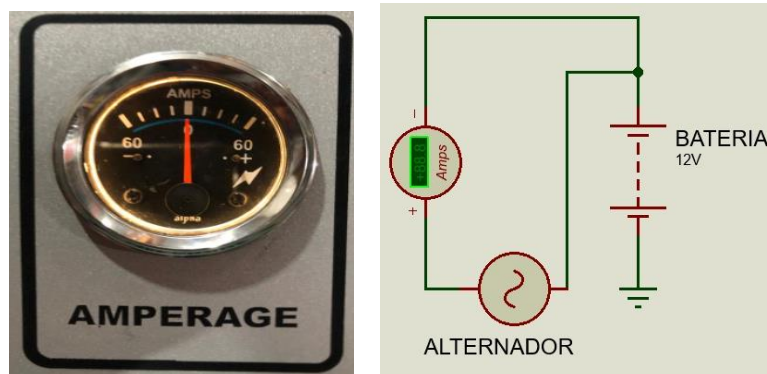
Diagrama de conexión del medidor de amperaje



Nota. El conexionado se realiza a pocos elementos y de fácil instalación. Tomado de (Aigua Daniel, s. f.)

Figura 78

Implementación del medidor del medidor de amperaje



Nota. Es fundamenta el uso en bancos didácticos para saber el consumo y suministro de los amperios en el sistema, juntamente con su diagrama eléctrico. Tomado de (Autores, UPS)

2.4.7.4. Medidor de presión de aceite

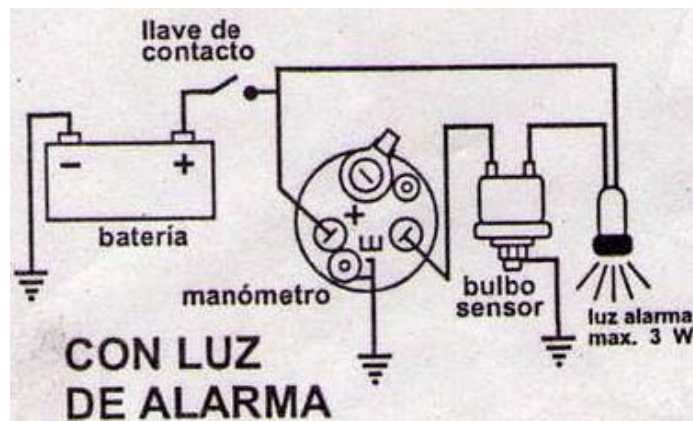
Instrumento que se utiliza para medir la presión del aceite lubricante en el sistema de lubricación del motor. La presión del aceite debe mantenerse dentro de ciertos rangos para garantizar una lubricación adecuada y un funcionamiento óptimo del motor.

El medidor de presión de aceite generalmente se encuentra en el panel de instrumentos del vehículo y muestra la presión del aceite en una escala graduada en PSI (libras por pulgada cuadrada) o en bar.

A continuación, el diagrama de conexión:

Figura 79

Diagrama de conexión del medidor de presión de aceite



Nota. El sensor tipo bulbo tiene que estar en óptimas condiciones para evitar daños graves en partes fundamentales del motor. Tomado de (*Bulbo de aceite con testigo luminoso*, 2009)

Figura 80

Implementación del medidor del medidor de presión de aceite



Nota. Se adjunta el medidor de amperaje implementado en el panel de instrumentos. Tomado de (Autores, UPS)

2.4.7.5. Temperatura de Refrigerante

También conocido como sensor de temperatura del motor, es un componente importante en el sistema de control del motor de un vehículo. Su función principal es medir la temperatura del refrigerante del motor y proporcionar esta información al sistema de gestión del motor para el correcto funcionamiento del mismo.

El sensor de temperatura de refrigerante se encuentra generalmente en el bloque del motor o en la culata, en una ubicación que le permite estar en contacto directo con el refrigerante del motor y dependerá de varios factores el rango de funcionamiento.

Figura 81

Implementación del medidor de temperatura del motor



Nota. Como se adjunta en la imagen el medidor en funcionamiento. Tomado de (Autores, UPS)

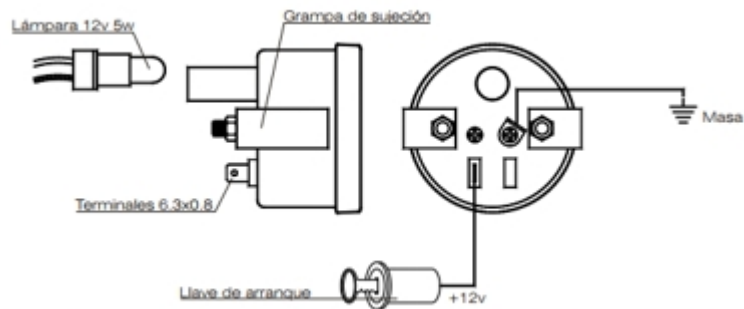
2.4.7.6. Voltímetro

El voltímetro es útil para monitorear el estado del sistema eléctrico del vehículo, midiendo el voltaje en el sistema eléctrico, que puede variar dependiendo del estado de carga de la batería y del funcionamiento del alternador.

También proporciona información importante sobre el estado del sistema eléctrico y ayuda a diagnosticar problemas y monitorear la carga de la batería en el vehículo.

Figura 82

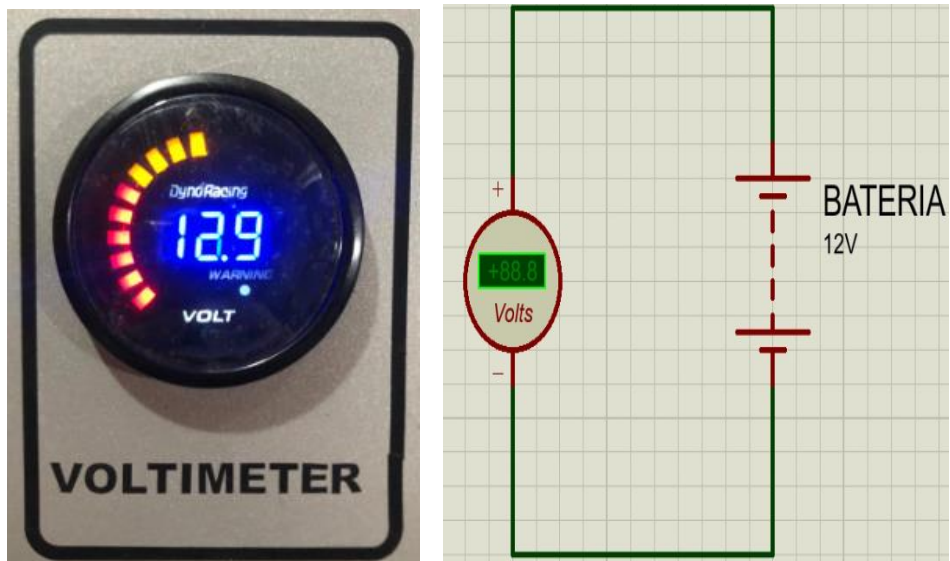
Diagrama de conexión del voltímetro



Nota. El medidor tendrá alimentación de 12 voltios, el otro pin conectado a GND y un lampará led que será el indicador. Tomado de («Voltímetro Orlan Rober 324P12v » Boutique del Automóvil», s. f.)

Figura 83

Implementación del voltímetro



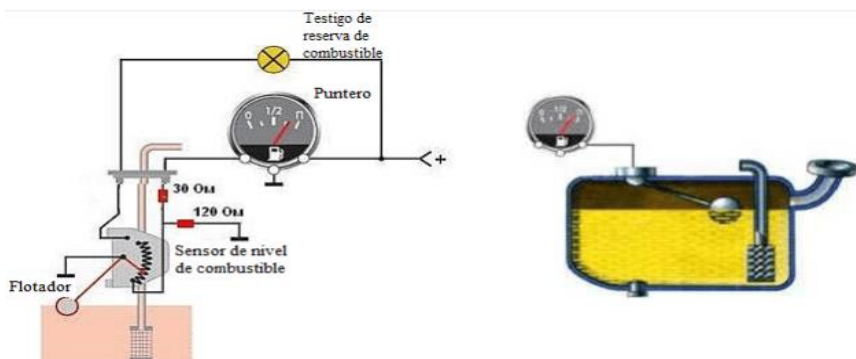
Nota. Se adjunta el conexionado realizado en el panel de instrumentos, juntamente con su diagrama eléctrico. Tomado de (Autores, UPS)

2.4.7.7. Indicador de nivel del combustible

Es un instrumento que muestra la cantidad de combustible restante en el tanque de combustible. Su función principal es brindar al conductor una indicación visual o numérica de la cantidad de combustible disponible para su uso.

Figura 84

Diagrama de conexión del indicador de nivel del combustible



Nota. El flotador está conectado a una resistencia variable, la misma que cuando varía el nivel en el tanque, también cambia la posición del flotador de modo que la resistencia cambia y por ello, también la tensión de salida del sensor. Tomado de (*Sensores de nivel de combustible*, s. f.)

Figura 85

Implementación del indicador de nivel del combustible



Nota. Se adjunta el indicador de nivel de combustible en el panel de instrumentos, el mismo que visualiza el nivel actual. Tomado de (Autores, UPS)

2.4.7.8. Switch de Encendido

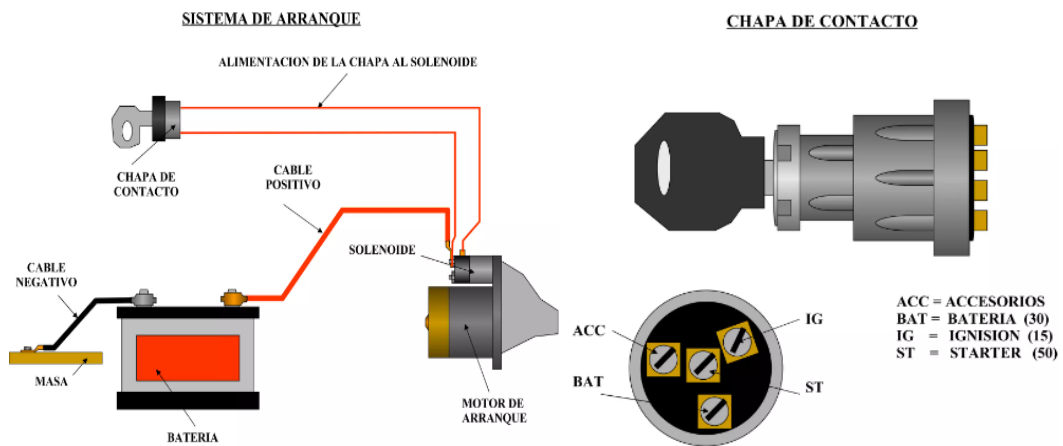
Es un componente esencial en el sistema de arranque del motor, generalmente consta de una llave o perilla que se inserta en el mismo para girarla en diferentes posiciones.

Estas posiciones típicas son:

- Apagado
- Accesorio (ACC)
- Encendido (ON)
- Arranque (START)

Figura 86

Diagrama de conexión del switch de encendido



Nota. Se observa el diagrama de arranque juntamente con los terminales de switch de encendido. Tomado de (*Arranque1*, s. f.)

Figura 87

Implementación del switch de encendido



Nota. Se adjunta el switch de encendido en posición ON en el panel de instrumentos.

Tomado de (Autores, UPS)

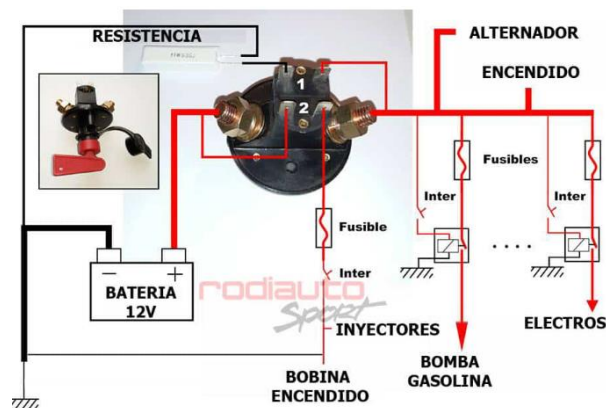
2.4.7.9. Interruptor de emergencia

Es un dispositivo de seguridad que se encuentra en los vehículos para detener rápidamente el funcionamiento del motor en caso de una emergencia, generalmente es un botón o perilla de fácil accesibilidad, ubicado en el tablero de instrumentos o en un lugar visible y accesible para el conductor u operador

Al girar la perilla, se interrumpe la corriente eléctrica del sistema de encendido del vehículo, lo que resulta en la detención inmediata del motor.

Figura 88

Diagrama de conexión del interruptor de emergencia



Nota. Se visualiza los diferentes pines y conexiones del interruptor de emergencia.

Tomado de (Rodiauto, 2019)

Figura 89

Implementación del interruptor de emergencia



Nota. Se adjunta la implementación del interruptor en el panel de instrumentos. Tomado de (Autores, UPS)

Como se puede denotar el panel de instrumentos incorporado, cumple con todos lo antes mencionado de manera eficiente, ergonómica y de fácil manipulación para los docentes o estudiantes sea el caso.

Figura 90

Panel de instrumentos culminado



Nota. Se observa el panel de instrumentos en correcto funcionamiento de los medidores. Tomado de (Autores, UPS)

3) CAPÍTULO III

IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE GENERACIÓN DE FALLAS MEDIANTE EL ARDUINO MEGA 2560 CON INTERFAZ EN LABVIEW

3.1.Simulación del sistema de generación de fallas para el motor Datsun A14

Los diagramas de circuitos ayudarán a comprender la estructura y las interconexiones de los componentes del sistema electrónico, como son; las resistencias, condensadores, inductores, transistores, diodos, circuitos integrados, etc.

El Funcionamiento del circuito en general del generador de fallos, identifica las etapas principales del circuito y cómo se comunican entre sí. Esto nos dará una visión general de cómo se espera que funcione normalmente el circuito.

También es importante identificar las áreas de mayor riesgo en el circuito. Esto implica identificar los puntos críticos que pueden ser más susceptibles a fallos, como conexiones inestables, sobrecargas, interferencias.

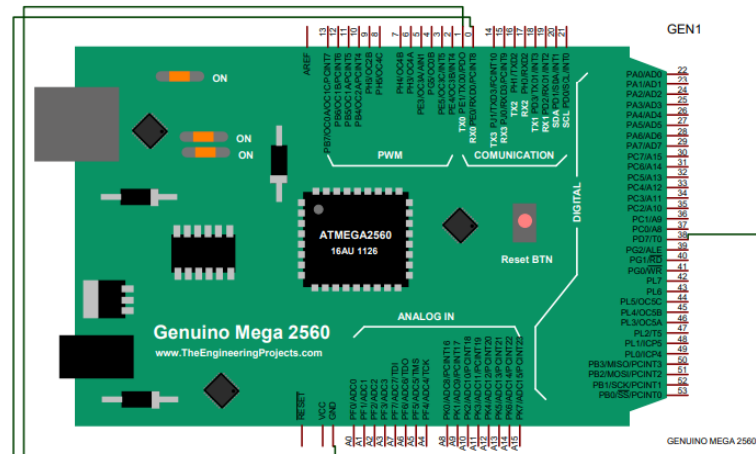
Finalmente, con base en el conocimiento de los circuitos y los puntos de riesgo identificados, se puede diseñar y desarrollar pruebas específicas para generar fallos controlados. Esto puede incluir la manipulación de componentes, la aplicación de voltajes o corrientes anormales, la inserción de señales de interferencia, entre otros métodos.

3.2.Implementación del Arduino Mega 2560.

El microcontrolador implementado para el módulo generador de fallos utilizada es muy versátil para crear los entornos interactivos en nuestros proyectos en general. Su amplia capacidad de entrada, salida digital y analógica, junto con su capacidad para interactuar con diversos sensores y actuadores, lo hacen ideal para el desarrollo del proyecto.

Figura 91

Implementación de Arduino Mega 2560



Nota. Arduino mega 2560 didáctico, se adjunta en el anexo K. Tomado de (Autores, UPS)

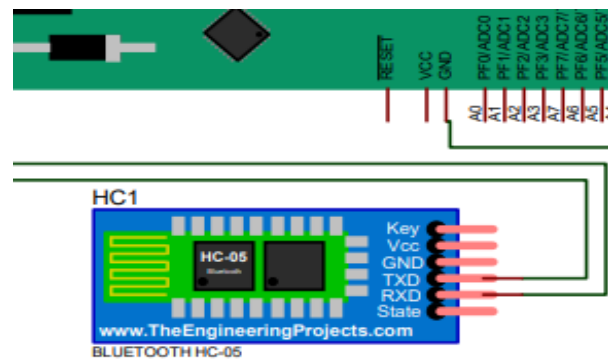
3.3. Módulo Bluetooth HC – 05

Se incorporó el módulo mencionado con el objetivo de obtener la comunicación inalámbrica entre dispositivos, como en este caso una computadora y un microcontrolador, como es el Arduino Mega 2560

Por lo cual se comunica a través del protocolo Bluetooth Serial Port Profile (SPP), (*¿Qué son los perfiles Bluetooth SPP y GATT?*, s. f.) lo que significa que puede emular una conexión serial (puerto serie) a través de Bluetooth. Esto permite enviar y recibir datos entre el módulo y la computadora.

Figura 92

Implementación del módulo bluetooth Hc-05



Nota. Se observa la conexión de GND, VSS, TXD Y RXD hacia el integrado del Arduino. Tomado de (Autores, UPS)

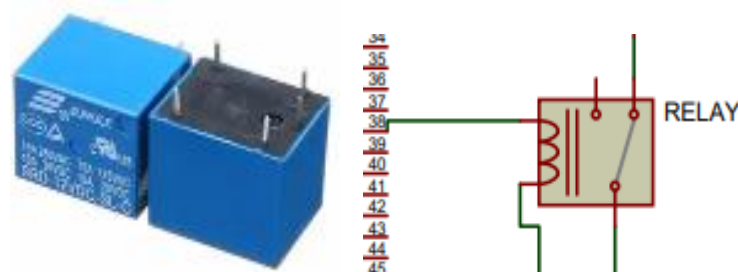
3.4.Módulos de relé

Los relés utilizados para comandar los fallos ya antes mencionados, los cuales son 5 por ende se incorporaron 5 módulos de relé de 5 voltios y de 5 canales, porque son dispositivos eléctricos accionados de forma mecánica que permite encender o apagar el circuito eléctrico, controlando el flujo de corriente.

Puede ser operado mediante señales eléctricas de bajo voltaje, como los 5V típicamente utilizados en la alimentación de un Arduino (ecarletti, 2020).

Figura 93

Implementación de los 5 módulos relé.



Nota. Se observa el conexionado del módulo de tipo relé, agregado al integrado del Arduino, Tomado de (Autores, UPS)

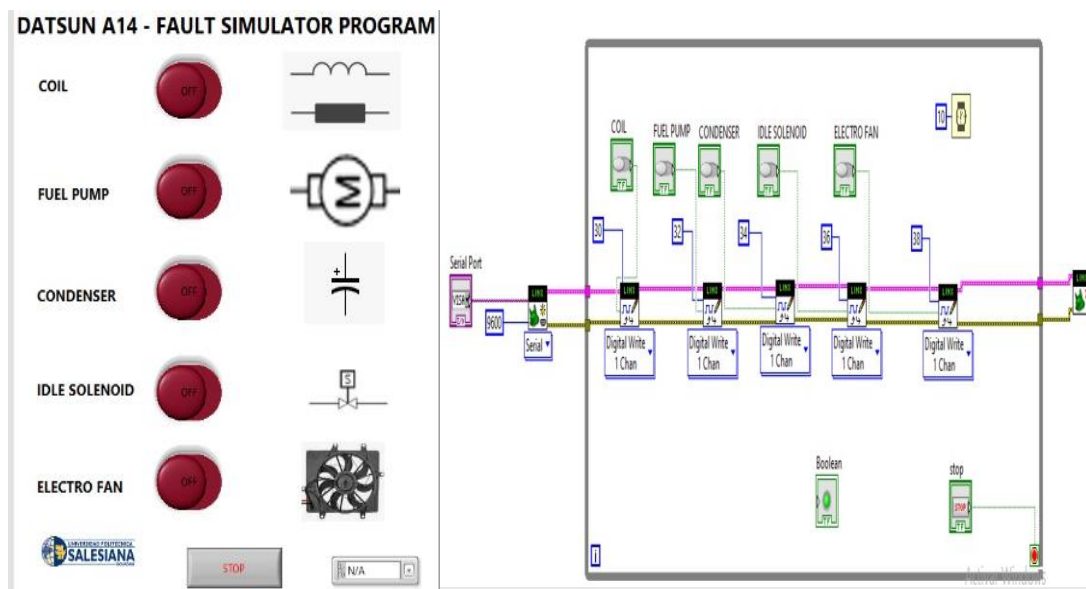
3.5. Programación Gráfica (LabVIEW)

El diseño del proyecto tiene una programación gráfica en LabVIEW, que es un enfoque de programación que utiliza un lenguaje gráfico. Debido a que LabVIEW emplea representaciones visuales conocidas como "diagramas de bloques".

A través de estos diagramas, el programa creado se visualiza en diversos bloques gráficos que representan funciones específicas, que facilita al usuario o docente la manipulación de la aplicación.

Figura 94

Interfaz de LabVIEW y Diagrama de Bloques.



Nota. Se observa la interfaz diseñada y el diagrama de bloques. De forma más detallada en el anexo J/L. Tomado de (Autores, UPS)

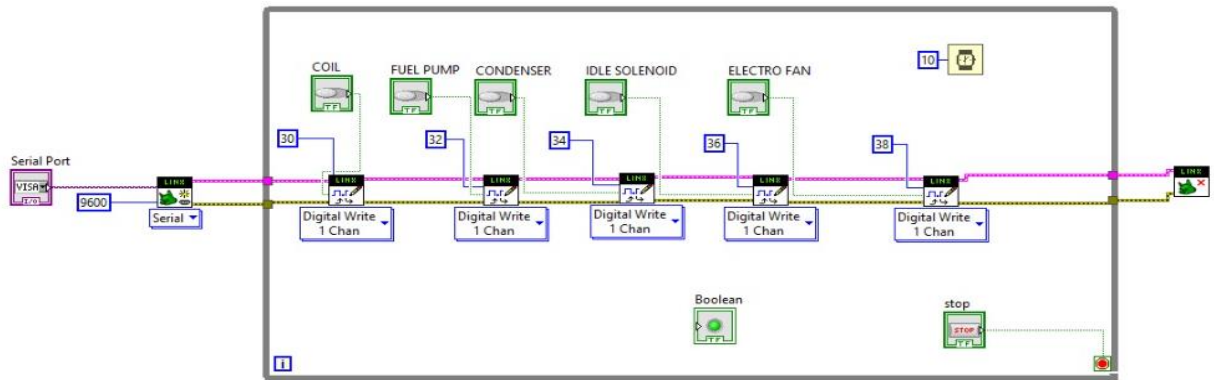
3.6. Fallas Generadas.

Mediante el diagrama de bloques refleja la identificación completa y flexible de todos los elementos involucrados en nuestro circuito en general, con el fin de verificar y analizar el diagrama, para ello debemos seguir el flujo de datos a través de los cables y las conexiones entre nodos y funciones.

Además, es fundamental entender cómo interactúan con los controles e indicadores para proporcionar datos de entrada, salida o leer resultados durante la ejecución del programa.

Figura 95

Diagrama de bloques terminado



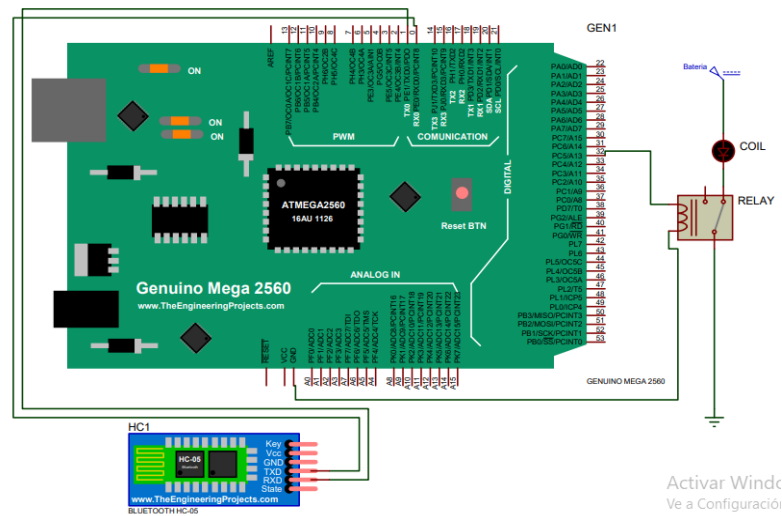
Nota. Se observa el diagrama general de todos los fallos en la programación grafica de LabVIEW. De forma más detallada en el anexo J. Tomado de (Autores, UPS)

3.6.1. Simulación de la falla en la bobina de encendido (Ignition Coil)

En el esquema que se muestra en la figura 96, se identifica la conexión que parte desde el Arduino hasta la bobina, el que se podrá activarlo y desactivarlo la alimentación, produciendo que el motor no se encienda o que se apague dependiendo el caso.

Figura 96

Esquema del Arduino - Bobina de encendido



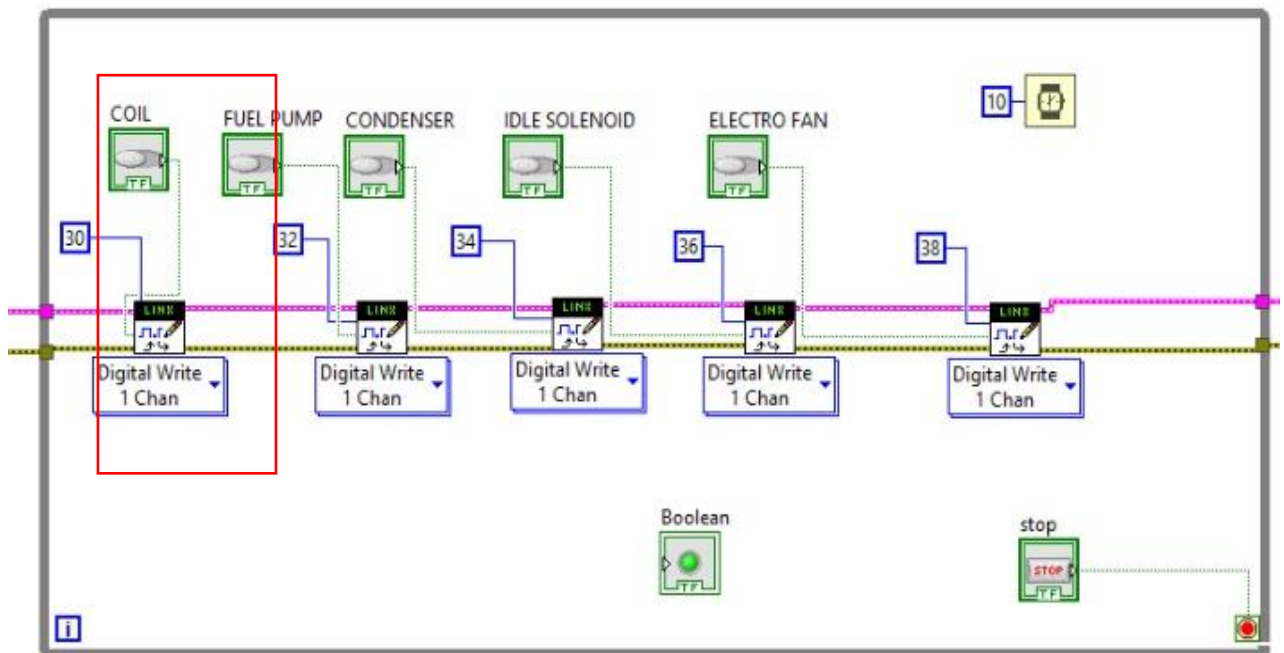
Nota. Se adjunta el esquema para generar la simulación del fallo en el motor Datsun A14. Tomado de (Autores, UPS)

La figura 97, presenta el diagrama de bloques donde se especifica los cables o líneas de conexión de la bobina de encendido en la interfaz de LabVIEW, en la cual se observa el flujo de salida hacia el relé con el pin de numero 30 y posteriormente a la bobina. El mismo que va conectado al canal de salida del Arduino mega 2560.

Con la función Digital Write, se puede establecer el estado del pin digital del Arduino como HIGH (encendido) o LOW (apagado) de la falla generada.

Figura 97

Diagrama de bloques - Bobina de encendido.



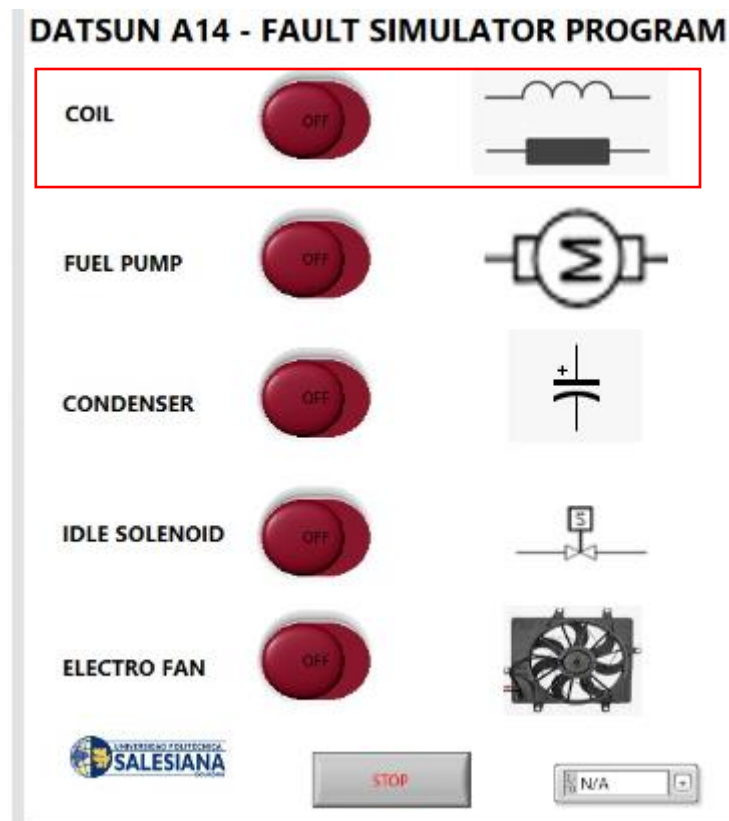
Nota. El diagrama de bloques de la conexión de la bobina de encendido. Tomado de (Autores, UPS)

En la figura 98, se visualiza la interfaz gráfica que es una parte fundamental para comandar los fallos de manera que se visual e interactúe la ejecución de la aplicación.

Por ello al pulsar el primer botón generado estaríamos activando o desactivando la señal hacia la bobina, que se reflejará en el sistema de encendido que no generará la chipa de encendido hacia el distribuidor por ende no se encenderá el motor.

Figura 98

Interfaz gráfica - Bobina de encendido.



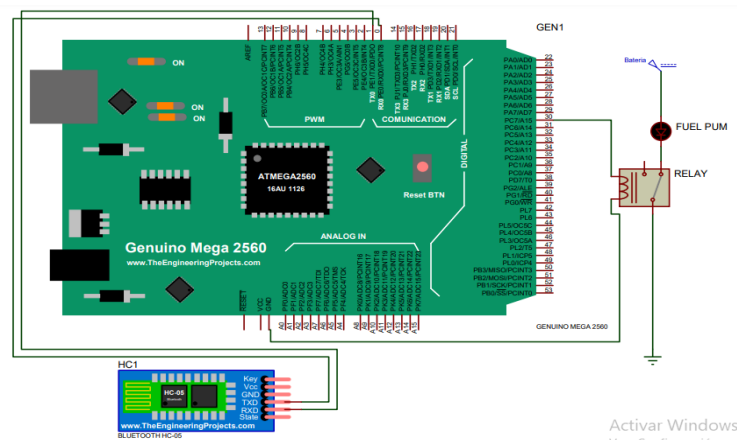
Nota. Interfaz gráfica de la bobina de encendido (Ignition Coil), generado en el software LabVIEW. Tomado de (Autores, UPS)

3.6.2. Simulación de la falla en la bomba de combustible (Fuel Pump)

En el esquema de la figura 99, se puede observar el funcionamiento del circuito de la bomba de combustible, juntamente con la identificación de la línea de comunicación con el Arduino, el cual se verá afectado directamente al generar el fallo, por ende, el circuito no tendrá alimentación para su activación.

Figura 99

Esquema del Arduino - Bomba de combustible

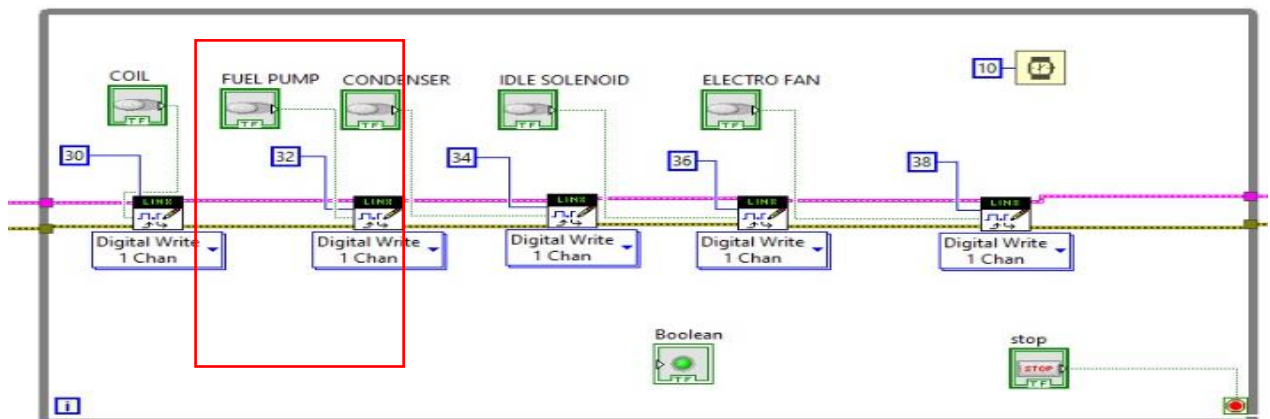


Nota. Se adjunta el esquema para generar la simulación del fallo en la bomba de combustible. Tomado de (Autores, UPS)

La figura 100, presenta el diagrama de bloques donde se especifica las líneas de comunicación de la bomba de combustible en la interfaz de LabVIEW, en la cual se observa la salida hacia el relé con el pin número 32 y posteriormente a la bomba de combustible. El mismo que va conectado al canal de salida del Arduino mega 2560.

Figura 100

Diagrama de bloques – Bomba de combustible



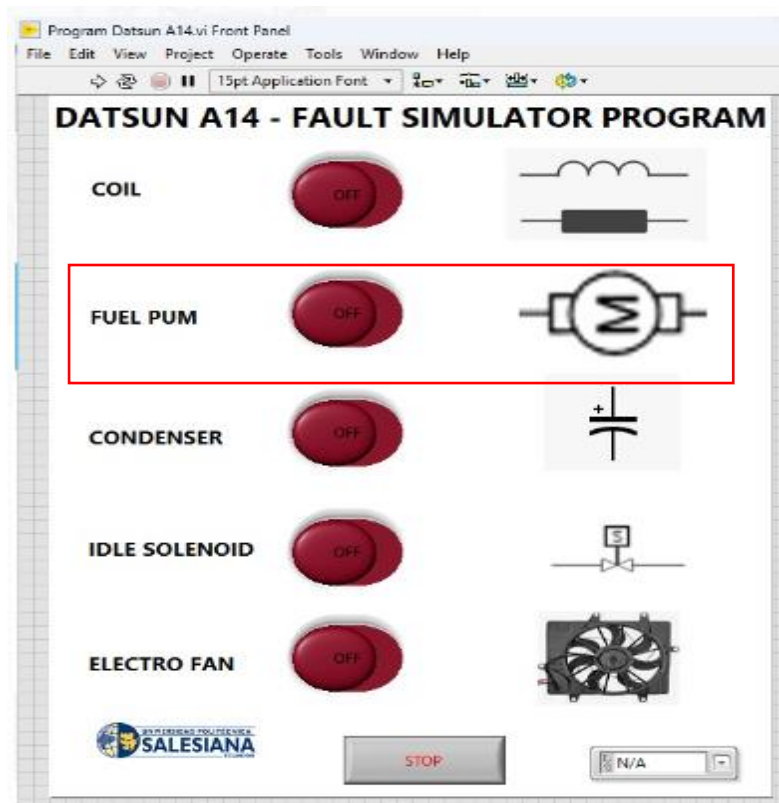
Nota. El diagrama de bloques de la conexión de la bomba de combustible. Tomado de (Autores, UPS)

En la figura 101, se visualiza la interfaz gráfica que es una parte fundamental para comandar los fallos de manera que se visual e interactúe la ejecución de la aplicación.

Por ello al pulsar el segundo botón, estaríamos activando o desactivando la señal hacia la bomba de combustible, que se reflejará en el sistema de alimentación del motor, el mismo que no enviará el combustible desde el depósito por medio de las cañerías hacia el carburador, produciendo que el motor no encienda o se apague sea el caso

Figura 101

Interfaz gráfica – Bomba de Combustible



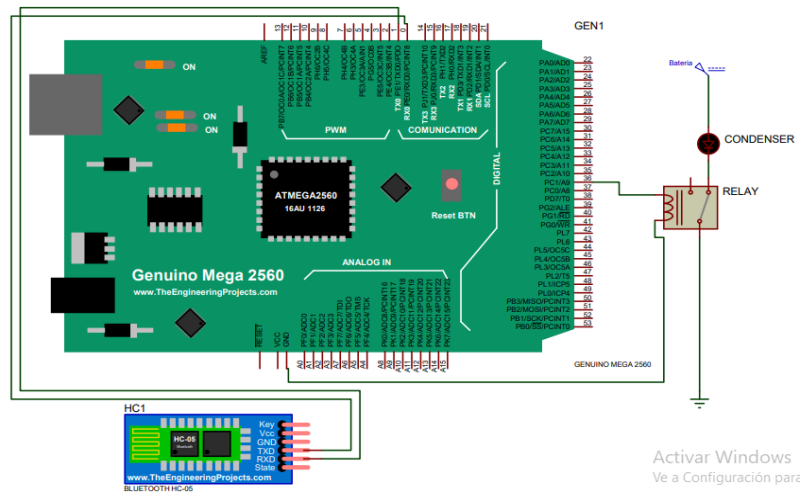
Nota. Interfaz gráfica de la bomba de combustible (Fuel Pump), generado en el software LabVIEW. Tomado de (Autores, UPS)

3.6.3. Simulación de la falla en el condensador del distribuidor (Condenser)

En el esquema de la figura 102, se observará la conexión del circuito del condensador, juntamente con la identificación de la línea de comunicación con el Arduino, el cual se verá afectado directamente al generar el fallo, por ende, la línea de masa se interrumpirá para poder activarlo y desactivarlo a voluntad.

Figura 102

Esquema del Arduino - Condensador



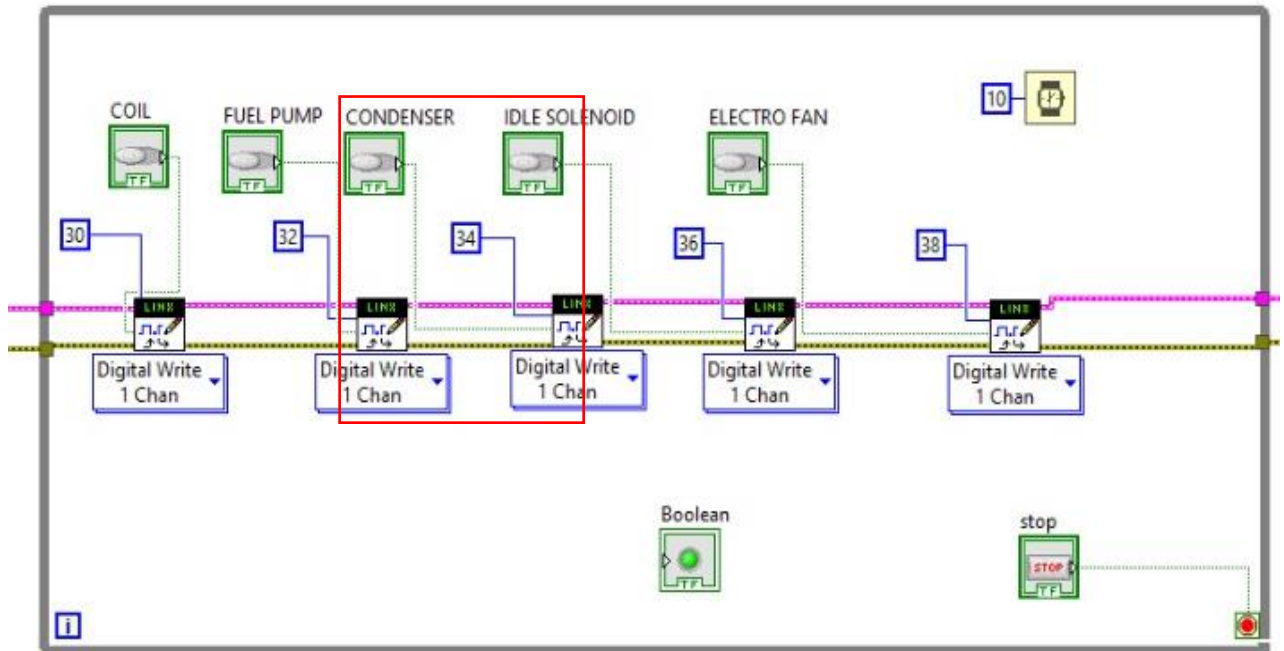
Nota. Se adjunta el esquema para generar la simulación del fallo en el condensador.

Tomado de (Autores, UPS)

La figura 103, presenta el diagrama de bloques donde se especifica las líneas de comunicación del condensador en la interfaz de LabVIEW, en la cual se observa la salida hacia el relé con el pin de número 34y posteriormente al condensador del distribuidor. El mismo que va conectado al canal de salida del Arduino mega 2560.

Figura 103

Diagrama de bloques – Condensador



Nota. El diagrama de bloques de la conexión del condensador del distribuidor. Tomado de (Autores, UPS)

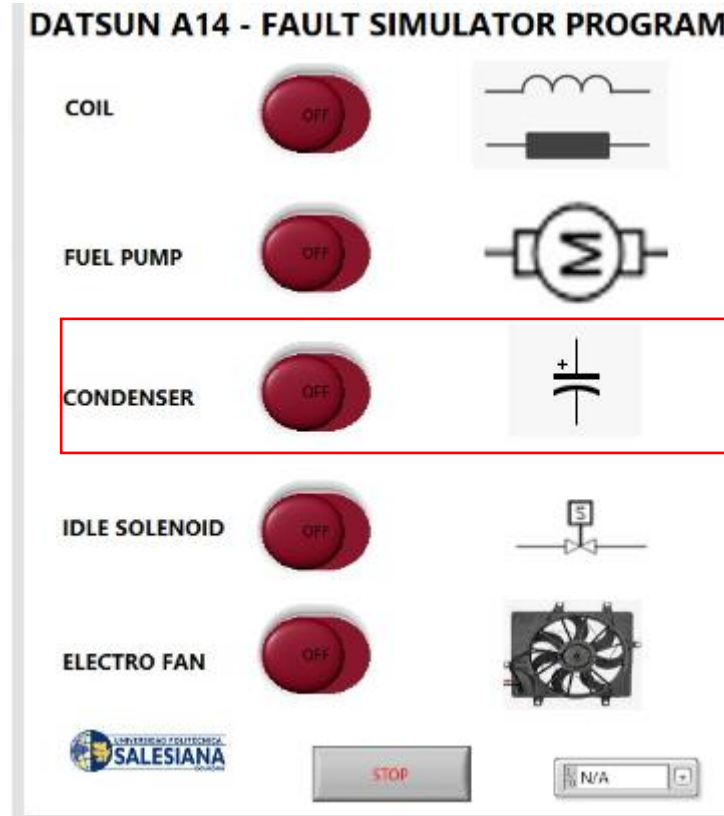
La interfaz gráfica en la figura 104, es una parte fundamental para comandar los fallos de manera que se visual e interactúe la ejecución de la aplicación.

Por ello al pulsar el tercer botón, estaríamos activando o desactivando la masa que está conectada al condensador, que se reflejará en el sistema de encendido del motor, el mismo que no tendrá la masa necesaria para el desarrollo óptimo,

Provocando que no se encienda o el desarrollo del mismo en bajas revoluciones sea dificultoso.

Figura 104

Interfaz gráfica – Condensador



Nota. Interfaz gráfica del condensador (Condenser), generado en el software LabVIEW.

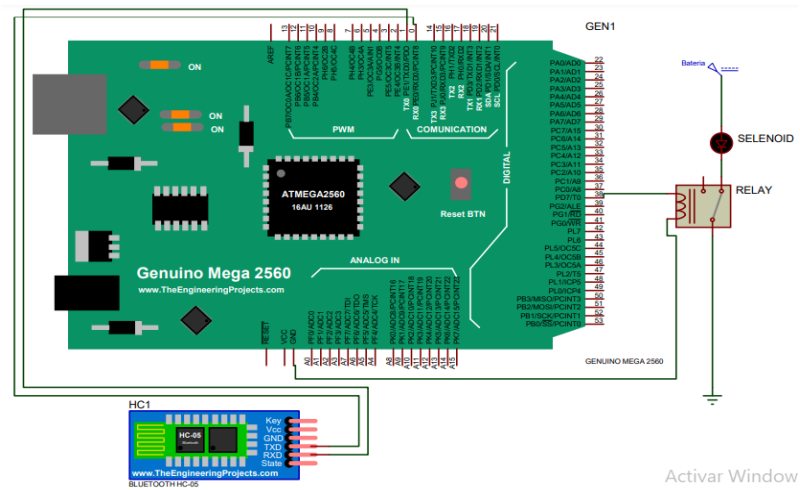
Tomado de (Autores, UPS)

3.6.4. Simulación del circuito del solenoide del carburador (Idle Solenoid)

En el esquema de la figura 105, se observará la conexión del circuito del solenoide del carburador, juntamente con la identificación de la línea de comunicación con el Arduino, el cual se verá afectado directamente al generar el fallo, por ende, el cable de la señal se interrumpirá para poder activarlo y desactivarlo a voluntad produciendo el fallo, en este caso el ralentí del motor Datsun A14.

Figura 105

Esquema del Arduino - Solenoide

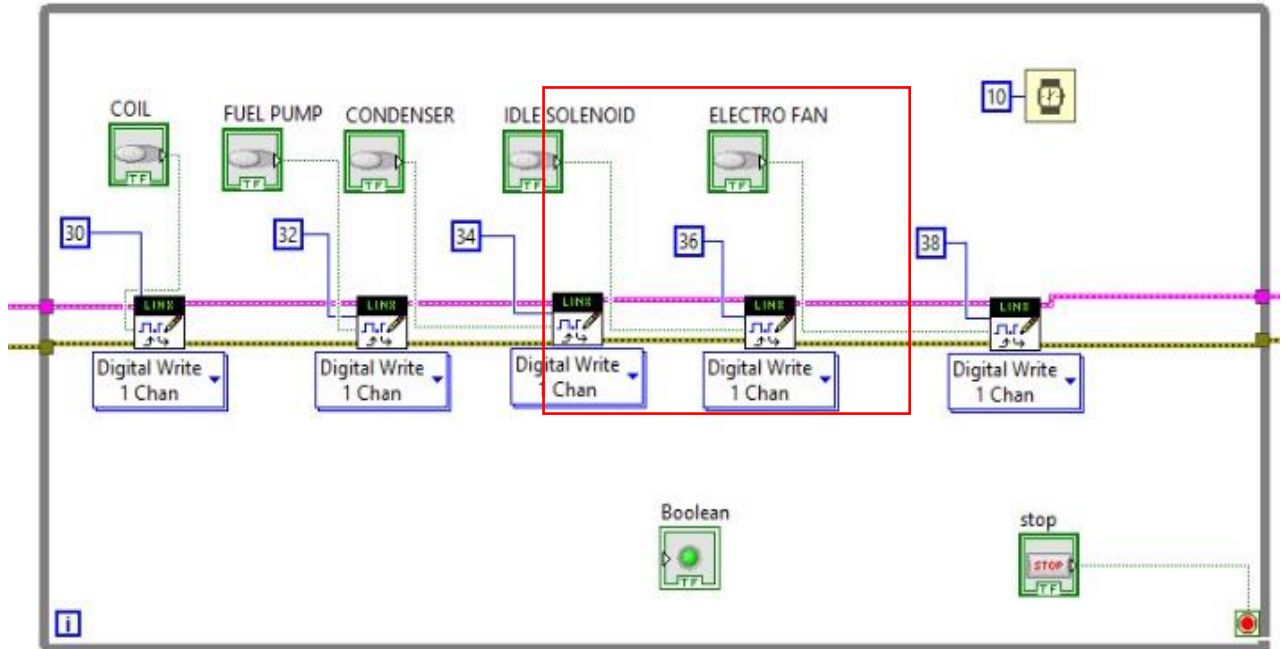


Nota. Se adjunta el esquema para generar la simulación del fallo en el solenoide del carburador. Tomado de (Autores, UPS)

La figura 106, presenta el diagrama de bloques donde se especifica las líneas de comunicación del solenoide en la interfaz de LabVIEW, en la cual se observa la salida hacia el relé con el pin de número 36 y después al solenoide del carburador. El mismo que va conectado al canal de salida del Arduino mega 2560.

Figura 106

Diagrama de bloques – Solenoide



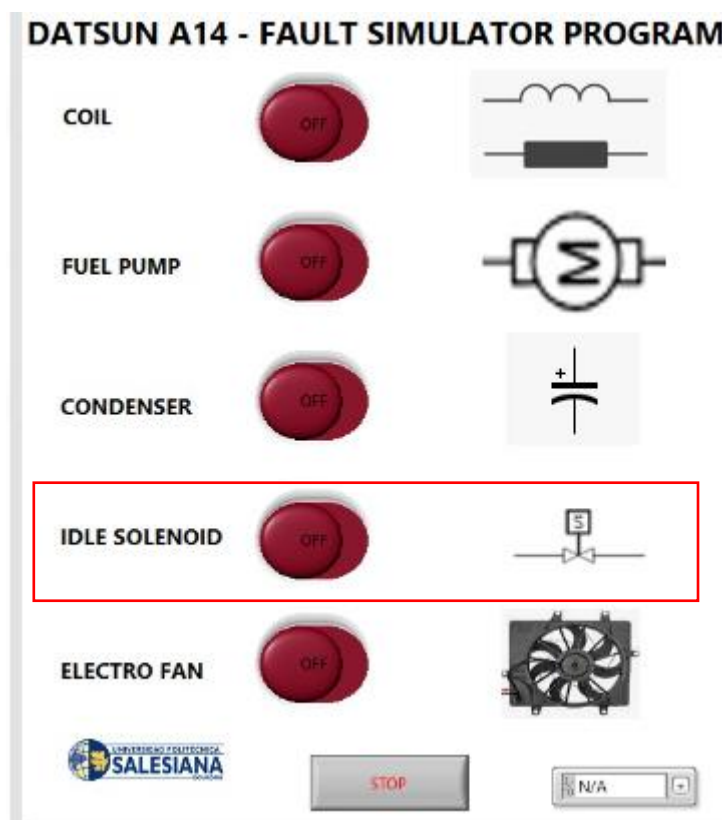
Nota. El diagrama de bloque con la conexión del solenoide del carburador. Tomado de (Autores, UPS)

La interfaz gráfica en la figura 107, es una parte fundamental para comandar los fallos de manera que se visual e interactúe la ejecución de la aplicación.

Por ello al pulsar el cuarto botón, estaríamos activando o desactivando la alimentación del solenoide del carburador, que se reflejará en el ralentí y encendido del motor Datsun A 14, el mismo que no tendrá esta línea de comunicación para el desarrollo óptimo del motor,

Figura 107

Interfaz gráfica – Solenoide



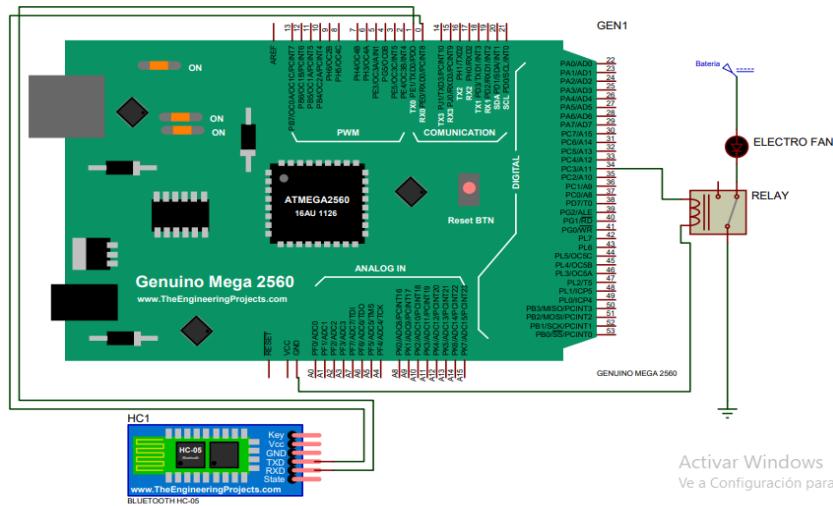
Nota. Interfaz gráfica del solenoide del carburador (Idle Solenoid), generado en el software LabVIEW. Tomado de (Autores, UPS)

3.6.5. Simulación del circuito del electroventilador (Electro Fan).

La figura 108, se observar el esquema de la conexión del circuito del electroventilador, juntamente con la identificación de la línea de comunicación con el Arduino, el cual se verá afectado directamente al generar el fallo, por ende, el cable de la señal de activación se interrumpirá para poder activarlo y desactivarlo a voluntad produciendo el fallo, en este caso la temperatura incrementará progresivamente en el motor Datsun A14.

Figura 108

Esquema del Arduino – Electroventilador



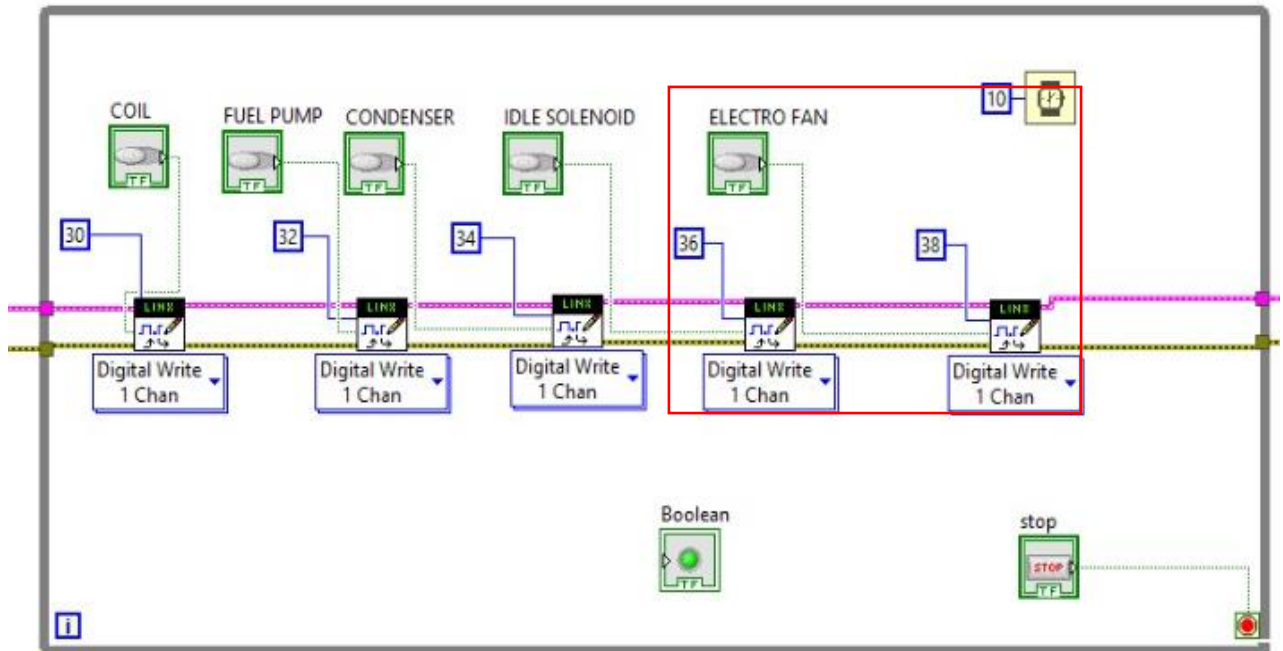
Nota. Se adjunta el esquema para generar la simulación del fallo en el electroventilador.

Tomado de (Autores, UPS)

La figura 109, presenta el diagrama de bloques donde se especifica las líneas de comunicación del electroventilador del sistema de refrigeración en la interfaz de LabVIEW, en la cual se observa la salida hacia el relé conmutado con el pin con el número 38, que desactivará la comunicación del electroventilador.

Figura 109

Diagrama de bloques – electroventilador



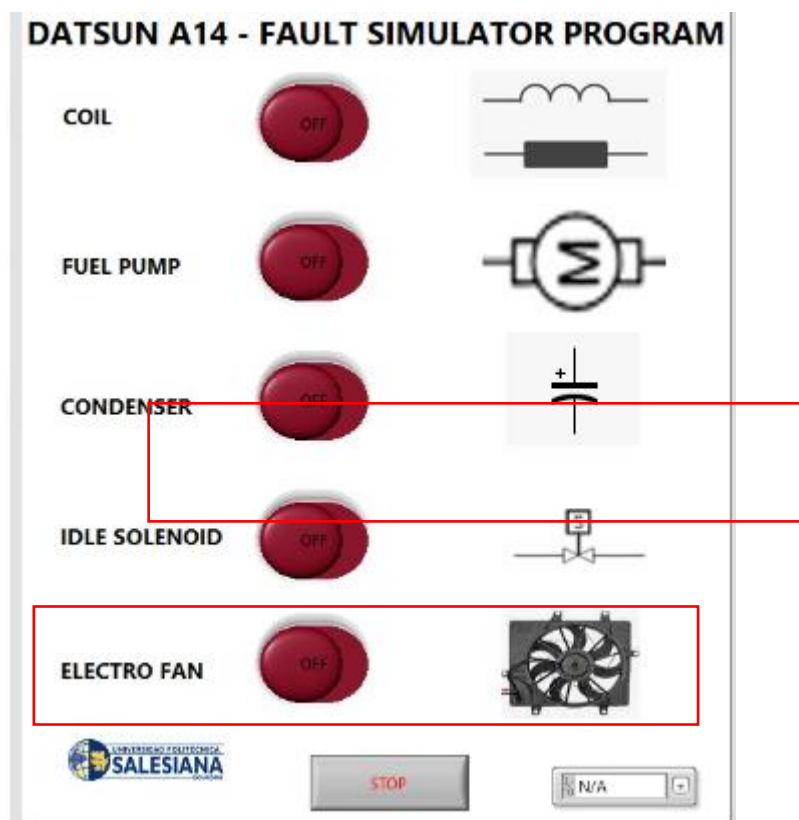
Nota. El diagrama de bloque con la conexión del electroventilador del sistema de refrigeración. Tomado de (Autores, UPS)

La interfaz gráfica en la figura 110, es una parte fundamental para comandar los fallos de manera que se visual e interactúe la ejecución de la aplicación.

Por ello al pulsar el quinto botón, estaríamos activando o desactivando la señal de alimentación del electroventilador, que se reflejará en el incremento progresivo de la temperatura interna del motor del motor Datsun A 14, el mismo que se verá afectado de una manera crucial al ser un sistema fundamental del motor

Figura 110

Interfaz gráfica – Electroventilador



Nota. Interfaz gráfica del electroventilador del sistema de refrigeración (Electro Fan), generado en el software LabVIEW. Tomado de (Autores, UPS)







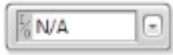
3.7. Funcionamiento del programa

A continuación, se procederá a la explicación de cada comando de la interfaz gráfica para poder realizar las fallas y así lograr el dominio con fluidez del programa en general ofreciendo una experiencia al usuario más satisfactoria.

En la tabla 26 se detalla los comandos con sus funciones:

Tabla 26

Interfaz de la aplicación

Comando	Imagen	Observación
Bobina de encendido (Coil)	COIL 	Posición: ON: El módulo generador de fallos se activaría produciendo una señal de salida hacia los relés conmutados que cortaran la alimentación de la bobina OFF: El módulo se encuentra en reposo. Funcionamiento normal del motor
Bomba de combustible (Fuel Pump)	FUEL PUMP 	Posición: ON: El módulo generador de fallos se activaría produciendo una señal de salida hacia los relés conmutados que cortaran la alimentación de a la bomba de combustible OFF: El módulo se encuentra en reposo. Funcionamiento normal del motor
Condensador (Condenser)	CONDENSER 	Posición: ON: El módulo generador de fallos se activaría produciendo una señal de salida hacia los relés conmutados que cortaran la línea de masa que va conectada en el distribuidor de encendido. OFF: El módulo se encuentra en reposo. Funcionamiento normal del motor
Solenoides (Solenoid)	IDLE SOLENOID 	Posición: ON: El módulo generador de fallos se activaría produciendo una señal de salida hacia los relés conmutados que interrumpirá la señal positiva del solenoide de ralentí tipo válvula. OFF: El módulo se encuentra en reposo. Funcionamiento normal del motor
Electroventilador (Electro Fan)	ELECTRO FAN 	Posición: ON: El módulo generador de fallos se activaría produciendo una señal de salida hacia los relés conmutados que cortaran la línea alimentación del electroventilador. OFF: El módulo se encuentra en reposo. Funcionamiento normal del motor
Parada (Stop)		Detiene el funcionamiento del programa, sin apagar el motor en el caso que este encendido.
Puerto de comunicación (Puerto COM)		Puerto serial a través del cual se establece la comunicación entre la placa Arduino y el ordenador.

Nota. Como se puede observar tenemos diversas funciones en programa. Tomado de (Autores, UPS)




3.8. Funcionamiento sin módulo de fallas.

Se debe de seguir las siguientes instrucciones para el uso del banco didáctico del motor Datsun A14:

1. Se procede a una revisión general de elementos y conexiones eléctricas como, por ejemplo:

Tabla 27

Revisión general de elementos y conexiones eléctricas

Elemento	Imagen
<ul style="list-style-type: none"><li data-bbox="323 1025 600 1059">• Voltaje de batería <p data-bbox="225 1104 775 1211">(Se recomienda que el voltaje de la batería este sobre los 12 Voltios)</p>	
<ul style="list-style-type: none"><li data-bbox="323 1312 647 1346">• Nivel de combustible <p data-bbox="225 1379 786 1491">(Se recomienda que el nivel de combustible este sobre la mitad del tanque)</p>	
<ul style="list-style-type: none"><li data-bbox="323 1574 687 1608">• Nivel de aceite de motor <p data-bbox="225 1641 786 1753">(Se recomienda que este el aceite en la designación de nivel correcta)</p>	

-
- Líquido refrigerante.

(Se recomienda que el nivel del líquido refrigerante este en el nivel designado)

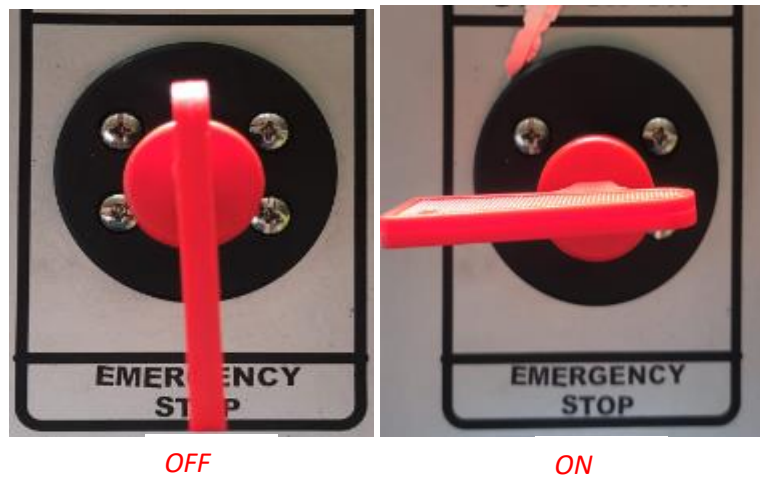


Nota. Esto garantizará el correcto funcionamiento del motor. Tomado de (Autores, UPS)

2. Se procederá a girar el switch corta corriente para obtener tener flujo de corriente a la bobina, sin esto no se encenderá el motor.

Figura 111

Posiciones del switch corta corriente.



Nota. Siempre tener en cuenta el accionamiento de la perilla en caso de emergencia.

Tomado de (Autores, UPS)

3. Giramos la llave de encendido hasta la posición STAR y el motor se encenderá.

Figura 112

Posiciones de la llave de encendido



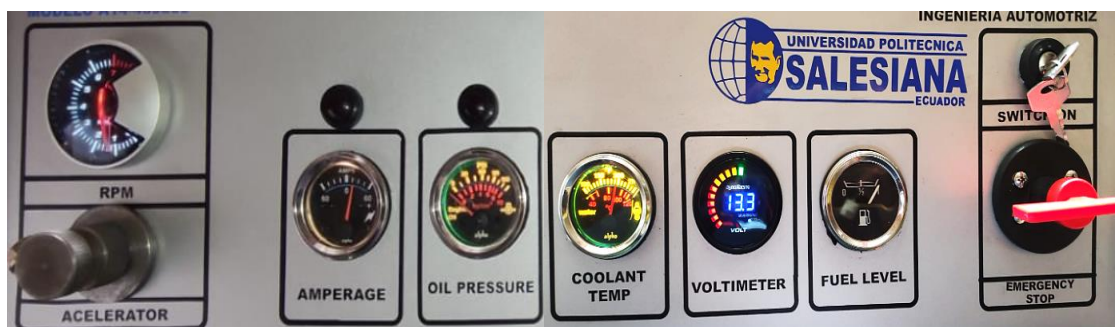
Nota. Tener en cuenta las tres posiciones de giro de la llave. Tomado de (Autores, UPS)

4. Verificamos niveles y estados de los diferentes medidores del motor Datsun A 14.

Se recomienda encenderlo por alrededor de 15 minutos para que el motor este en la temperatura óptima de funcionamiento

Figura 113

Funcionamiento panel de instrumentos



Nota. Se recomienda observar que los dos testigos del amperaje y presión de aceite se apaguen, lo cual indica el correcto funcionamiento. Tomado de (Autores, UPS)

3.9. Funcionamiento con el módulo generador de fallas.

Se procede a realizar los mismos pasos generados en el punto 3.8, funcionamiento sin el módulo de falla (1- 4). Por ello ahora se incorporarán los siguientes pasos:

5. Conectamos nuestra fuente de alimentación al Arduino.

Se recomienda utilizar un alimentador de 5v.

Figura 114

Alimentación del Arduino



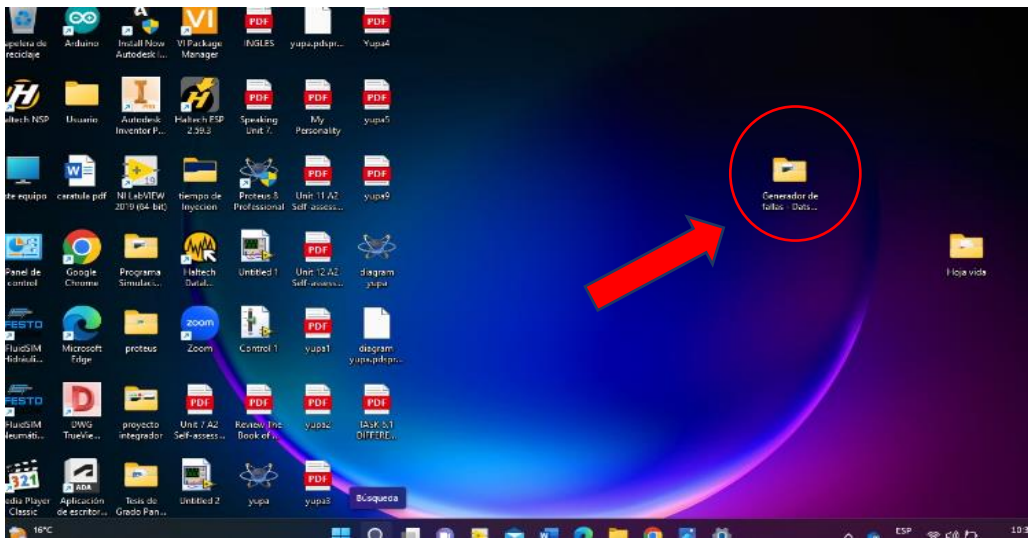
Nota. Cable y alimentación del Arduino mega 2560. Tomado de (Autores, UPS)

6. Utilización de software

En el ordenador tenemos que buscar la carpeta llamada Generador de fallas del motor Datsun a 14 que se encuentra en el escritorio.

Figura 115

Pantalla principal del ordenador

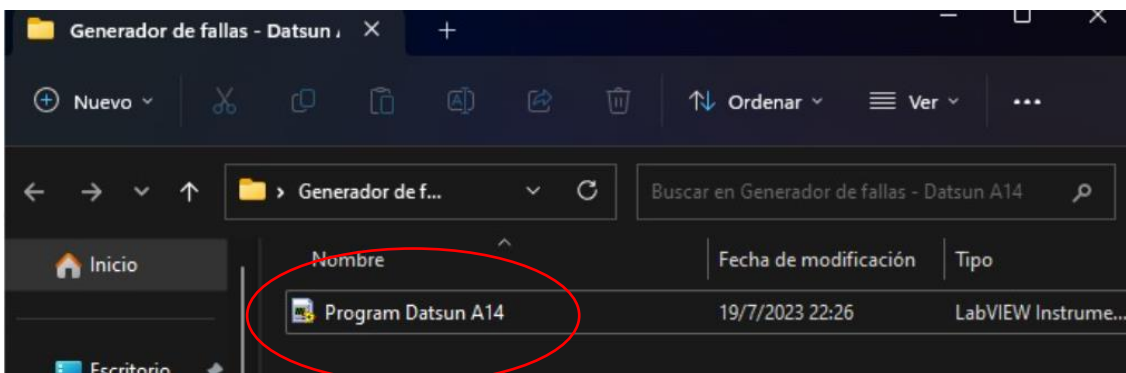


Nota. Se recomienda tener instalado la versión de Windows 10. Tomado de (Autores, UPS)

7. Seleccionamos el archivo que está en el interior con doble clic.

Figura 116

Program Datsun A14

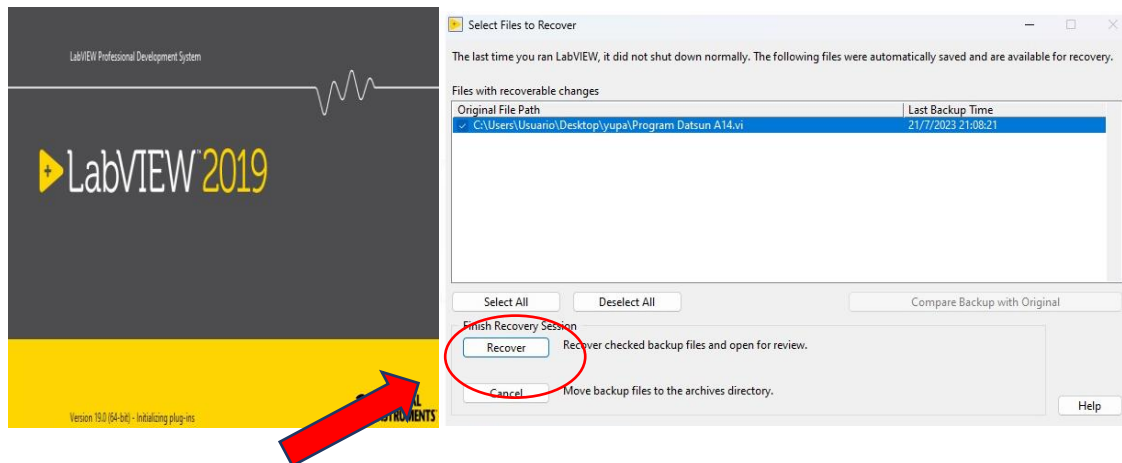


Nota: Dar doble clic derecho para abrir el archivo. Tomado de (Autores, UPS)

8. Conjuntamente se abrirá el Software LabVIEW y se procederá hacer clic en la opción Recover.

Figura 117

LabVIEW edición 2019.

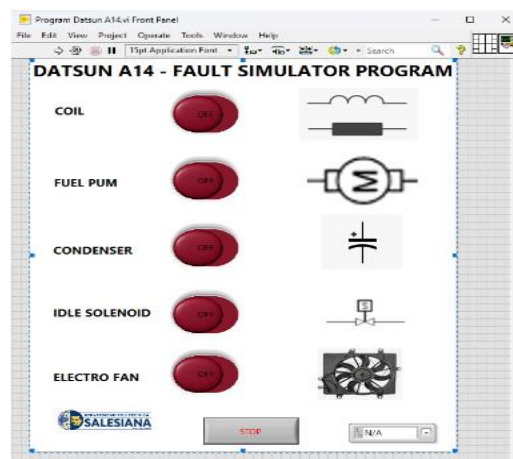


Nota: Se necesita la edición 2019 del programa para poder abrir el archivo. Tomado de (Autores, UPS)

9. En la ventana emergente se procederá a cargar el LINX Firmware Wizard que nos permite la comunicación entre LabVIEW el Arduino.

Figura 118

Interfaz gráfica del programa.

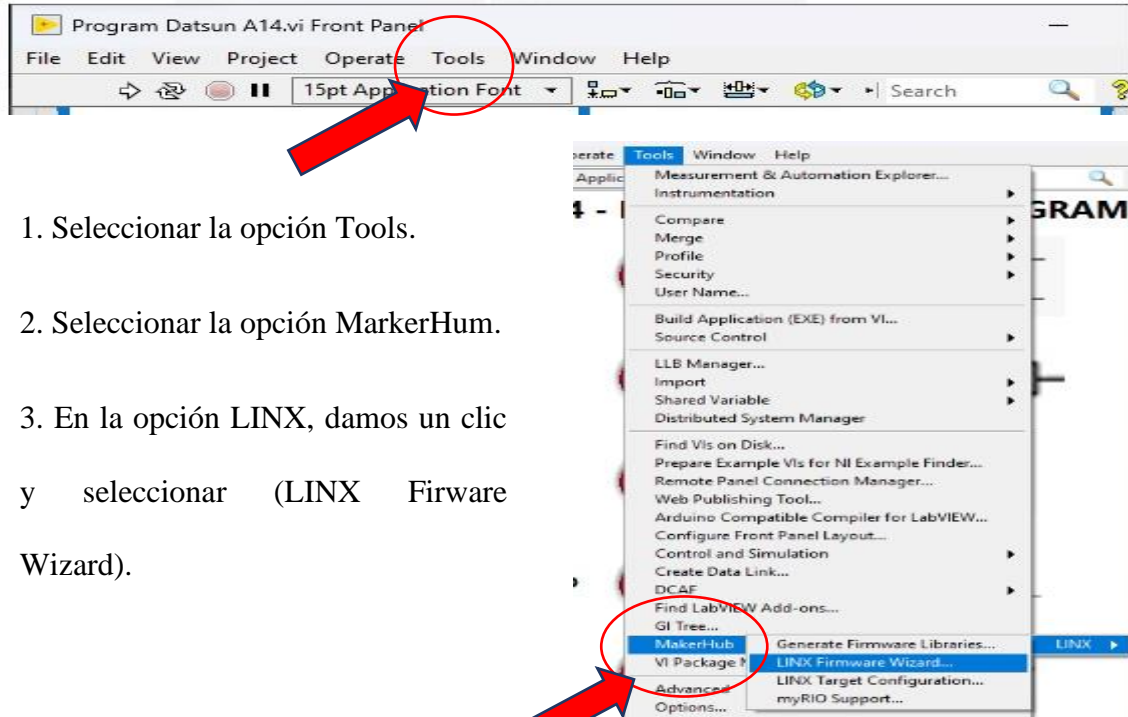


Nota: Se observa todos los comandos necesarios para su funcionamiento. Tomado de (Autores, UPS)

10. Para cargar se seguirán los siguientes 3 pasos.

Figura 119

Selección de la opción herramientas (Tools)



1. Seleccionar la opción Tools.
2. Seleccionar la opción MarkerHum.
3. En la opción LINX, damos un clic y seleccionar (LINX Firware Wizard).

Nota: Se observa todos los comandos necesarios para su funcionamiento. Tomado de (Autores, UPS)

11. Selección del Arduino en la pantalla emergente que nos muestra el programa y damos un clic en la opción de Next.

Figura 120

Selección del Arduino mega 2560

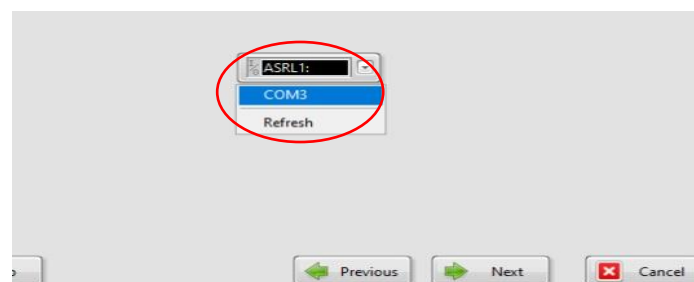


Nota: Elegir la segunda opción. Tomado de (Autores, UPS)

12. En la ventana emergente que saldrá a continuación seleccionar el puerto COM a utilizar.

Figura 121

Puerto COM



Nota: Elegir la segunda opción y dar clic en la opción Next. Tomado de (Autores, UPS)

Dar clic en Next (Siguiente). Esto tendrá unos segundos de demora porque cargará el LINX Firmware Wizard en el Arduino designado, en este caso Arduino mega 2560 y el puerto de comunicación asignado.

13. El programa procederá a cargar todos los datos seleccionados. Se demorará alrededor de 1 minuto.

Figura 122

Datos generados

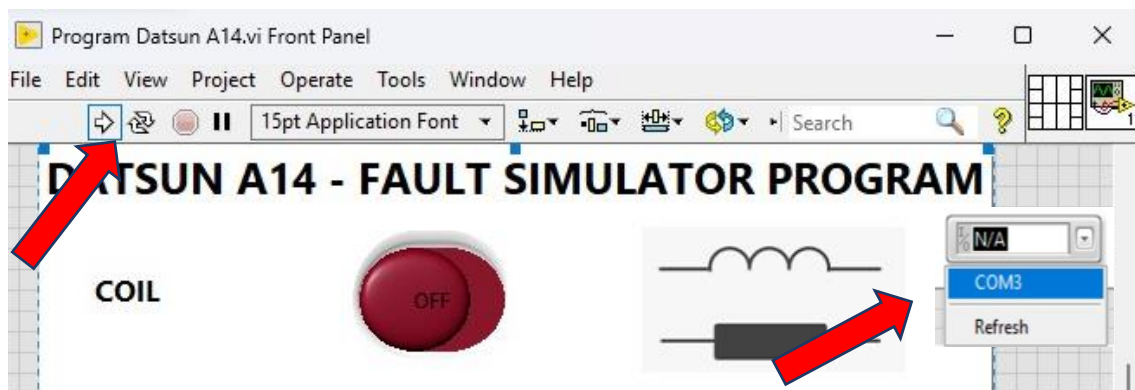


Nota: Clic en Finish (Terminar) Tomado de (Autores, UPS)

14. En la ventana siguiente, en la parte superior nos da algunos comandos, dar clic en ejecutar programa y seleccionar el puerto COM.

Figura 123

Ejecucción del programa



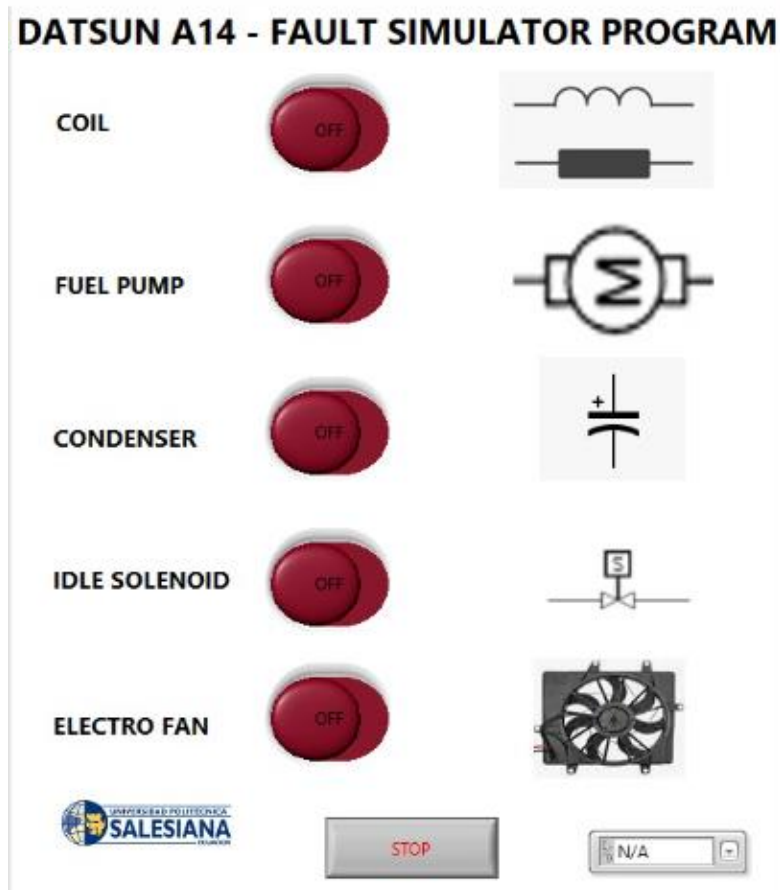
Nota: Tener en cuenta la opción de ejecutar, pausa y selección del puerto serial.

Tomado de (Autores, UPS)

15. El programa estará listo para ser utilizado.

Figura 124

Interfaz Gráfica para el motor Datsun A14



Nota: Interfaz gráfica con fallos en la opción OFF. Tomado de (Autores, UPS)

4) CONCLUSIONES

A través de la investigación bibliográfica y el desarrollo del estado del arte del motor Datsun A14, se han identificado y determinado las variables claves que deben ser controladas para la generación de fallos de manera efectiva. Además, este análisis de variables a controlar puede servir como una guía útil para la implementación en futuras investigaciones.

A través del proceso de reacondicionamiento del banco didáctico, el motor de combustión interna y la elaboración de un diagnóstico previo para determinar su estado y funcionalidad, se ha logrado restaurar el equipo de manera efectiva. La evaluación previa permitió identificar y abordar los problemas y componentes defectuosos, lo que aseguró un correcto funcionamiento y el estado de los mismos.

La utilización de LabVIEW como plataforma de programación, ha permitido una interfaz gráfica amigable y de fácil uso para controlar y monitorear las variables del motor. La integración con el hardware Arduino Mega 2560 ha brindado una comunicación eficiente entre el software y el sistema físico del motor, posibilitando una ejecución precisa y confiable de las fallas. La generación de fallas controladas en el motor Datsun A14 ofrece una valiosa herramienta para la investigación y el análisis de su comportamiento bajo diversas condiciones y escenarios. Proporcionando una mejor comprensión de los posibles fallos y su impacto en el rendimiento y la operatividad del motor. Además, la versatilidad del sistema permite su aplicación en entornos educativos y formativos, brindando una herramienta didáctica para estudiantes e instructores en el campo de la ingeniería automotriz. Esto facilita el aprendizaje práctico y la experimentación, ayudando a futuros profesionales a desarrollar habilidades técnicas y una comprensión más profunda de los motores de combustión interna.

5) RECOMENDACIONES

Mediante el uso de un diagnóstico de fallos, es posible identificar y analizar irregularidades en el motor, los cuales podrían prevenir fallos mecánicos, eléctricos entre otros, siendo crucial llevar a cabo un monitoreo constante del mismo.

Para realizar el diagnóstico de fallos, se recomienda familiarizarse con el sistema o componente que se está diagnosticando, como también comprender su funcionamiento, las interacciones entre los diferentes elementos y los posibles fallos que pueden ocurrir

Juntamente con la documentación técnica relevante, como manuales de usuario, manuales de servicio, esquemas de circuitos, diagramas de flujo, entre otros. Estos recursos proporcionarán información clave sobre el sistema, sus componentes y los procedimientos de diagnóstico recomendados por el fabricante.

Es importante utilizar las herramientas de diagnóstico adecuadas para el sistema en cuestión lo cual facilitará el registro y recopilación de datos relevantes sobre el sistema y el fallo que se ha generado.

Siempre y cuando la manipulación sea de la mejor manera del banco didáctico y de los elementos electrónicos porque son susceptibles a sufrir sobrecargas eléctricas, lo que puede provocar daños permanentes o temporales en su funcionamiento.

Finalmente, el diagnóstico de fallos puede ser un proceso complejo y requiere paciencia, habilidades técnicas y un enfoque sistemático. Siempre es recomendable trabajar con precaución y, en caso necesario, buscar asesoramiento de expertos o del docente encargado, el cual nos ayudara con el diagnóstico del componente en cuestión.

6) BIBLIOGRAFÍA

- Admin. (2017, octubre 26). *Nissan A14 (1.4L, 1,397 cc) engine: Review and specs, horsepower and torque*. Engine Specs. <https://www.engine-specs.net/nissan/a14.html>
- Aigua Daniel. (s. f.). *YoReparo*. Recuperado 21 de junio de 2023, de <https://www.yoreparo.com/es/vehiculos/electricidad/preguntas/1577009/conectar-amperimetro>
- Arduino Mega 2560*. (2018, agosto 23). Proyecto Arduino. <https://proyectoarduino.com/arduino-mega-2560/>
- Arduino Mega 2560 Rev3*. (s. f.). Arduino Online Shop. Recuperado 12 de mayo de 2023, de <https://store-usa.arduino.cc/products/arduino-mega-2560-rev3>
- Arduino Mega 2560 Rev3 by Arduino Corporation | A000067*. (s. f.). Arrow.com. Recuperado 12 de mayo de 2023, de https://www.arrow.com/en/products/a000067/arduino-corporation%3Fregion=nac&utm_campaign=octopart_2022&utm_content=inv_listing&utm_currency=USD&utm_keyword=A000067&utm_medium=aggregator&utm_source=octopart
- Arramque1*. (s. f.). Recuperado 24 de junio de 2023, de <https://www.slideshare.net/guest75cca/arramque1-presentation-725522>
- ATMEGA2560-16CU Microchip—Datasheet PDF, Footprint, Symbol & Technical Specs*. (s. f.). Recuperado 12 de mayo de 2023, de <https://www.allaboutcircuits.com/electronic-components/datasheet/ATMEGA2560-16CU--Microchip/>

Bulbo de aceite con testigo luminoso. (2009, mayo 8). Club del 1500.

<https://clubdel1500.mforos.com/1178227/8578338-bulbo-de-aceite-con-testigo-luminoso/>

ecarletti. (2020, julio 8). *Módulos de relé y Arduino: Domótica (1) | Robots Didácticos.*

<https://robots-argentina.com.ar/didactica/modulos-de-rele-y-arduino-domotica-1/>

Freddy Benavides, & Miller Rojas. (2011). *DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UN BANCO DE PRUEBAS PARA MOTORES MONOCILINDRICOS DE CUATRO TIEMPOS A GASOLINA [UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA].*

https://repository.upb.edu.co/bitstream/handle/20.500.11912/1679/digital_21165.pdf?sequence=1

LabVIEW, el software de ingeniería de sistemas que requieren pruebas, medidas y control. (2020, enero 3). Interempresas.

<https://www.interempresas.net/Electronica/Articulos/262150-LabVIEW-el-software-de-ingenieria-de-sistemas-que-requieren-pruebas-medidas-y-control.html>

Labviewtutorialuniversidadfranciscodecaldas.pdf. (s. f.). Recuperado 12 de mayo de 2023, de

<http://www.etitudela.com/entrenadorcomunicaciones/downloads/labviewtutorialuniversidadfranciscodecaldas.pdf>

López, M. C. B., & Romero, S. N. R. (2018). *DISEÑO DE UN BANCO DIDÁCTICO PARA PRUEBAS DE UN MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA.*

Mega 2560 Rev3 | Arduino Documentation. (s. f.). Recuperado 28 de abril de 2023, de <https://docs.arduino.cc/hardware/mega-2560>

Miguel. (s. f.). *Como instalar un tacometro en un auto*. Recuperado 21 de junio de 2023, de <http://mecanicaautomotores.blogspot.com/2015/05/como-instalar-un-tacometro-en-un-auto.html>

Programación gráfica para pruebas y medidas—NI. (2020, enero 3). LabVIEW, el software de ingeniería de sistemas que requieren pruebas, medidas y control. <https://www.ni.com/es-cr/shop/labview.html>

¿Qué son los perfiles Bluetooth SPP y GATT? - Noticias de la industria - Shenzhen Feasycom Technology Co., Ltd. (s. f.). Shenzhen Feasycom Co.,Ltd. Recuperado 19 de julio de 2023, de <http://www.feasywifi.com/info/what-s-spp-and-gatt-bluetooth-profiles-47312999.html>

. (2019, octubre 13). *Cómo conectar un cortacorriente—Rodiauto Sport. Noticias del mundo del motor y competición*. <https://blog.rodiautosport.es/como-conectar-un-cortacorrientes/>

Sensores de nivel de combustible. (s. f.). Navixy. Recuperado 22 de junio de 2023, de <https://www.navixy.com/es/docs/academy/fuel-control/fuel-sensor/>

Sistemas_encendido.pdf. (s. f.). Recuperado 18 de mayo de 2023, de https://www.todomecanica.com/recursos/sistemas_encendido.pdf

Teja, R. (2021, enero 20). *Arduino Mega Pinout / Arduino Mega 2560 Layout, Specifications*. ElectronicsHub. <https://www.electronicshub.org/arduino-mega-pinout/>

Orlan Rober 324P12v » Boutique del Automovil. (s. f.). *Boutique del Automovil*. Recuperado 22 de junio de 2023, de <https://www.boutiqueautomovil.com.ar/producto/voltimetro-orlan-rober-324p12v/>

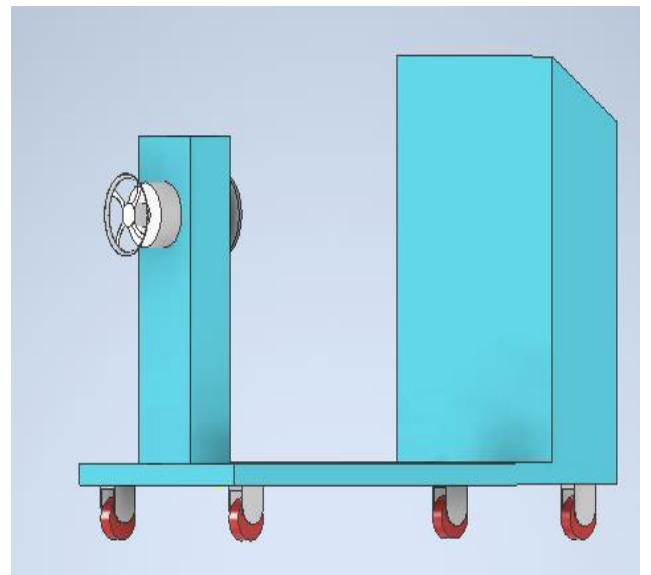
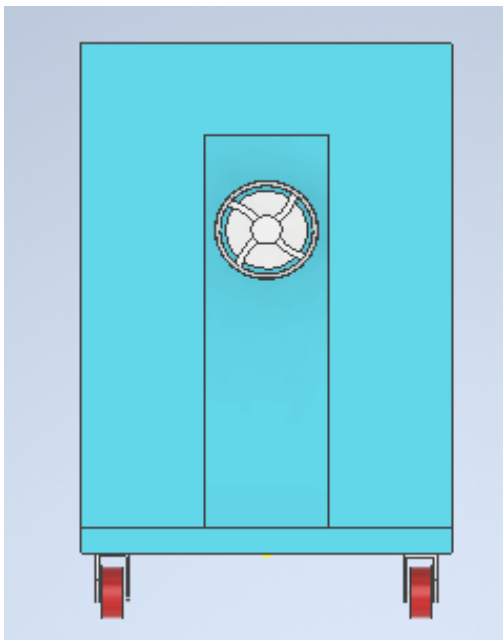
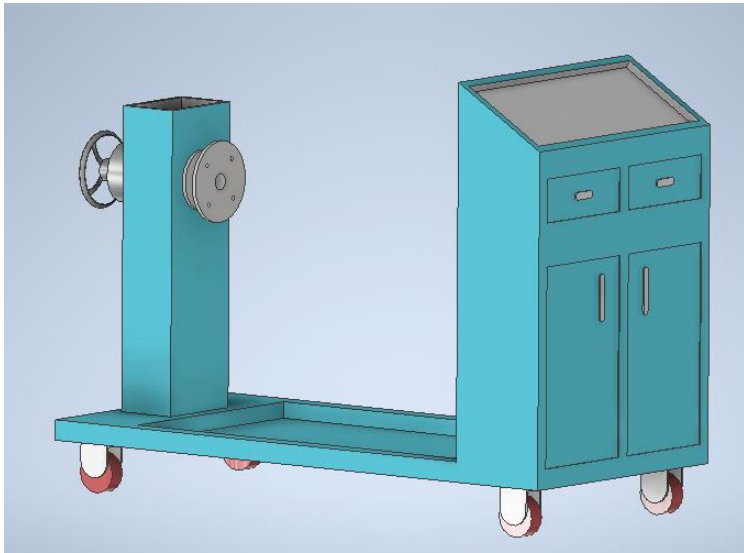
Yunga, C., & Paúl, J. (2023). *Implementación de un módulo generador de fallos para un banco didáctico con motor KIA 1.8 T8D.*

7) ANEXOS

Anexo A

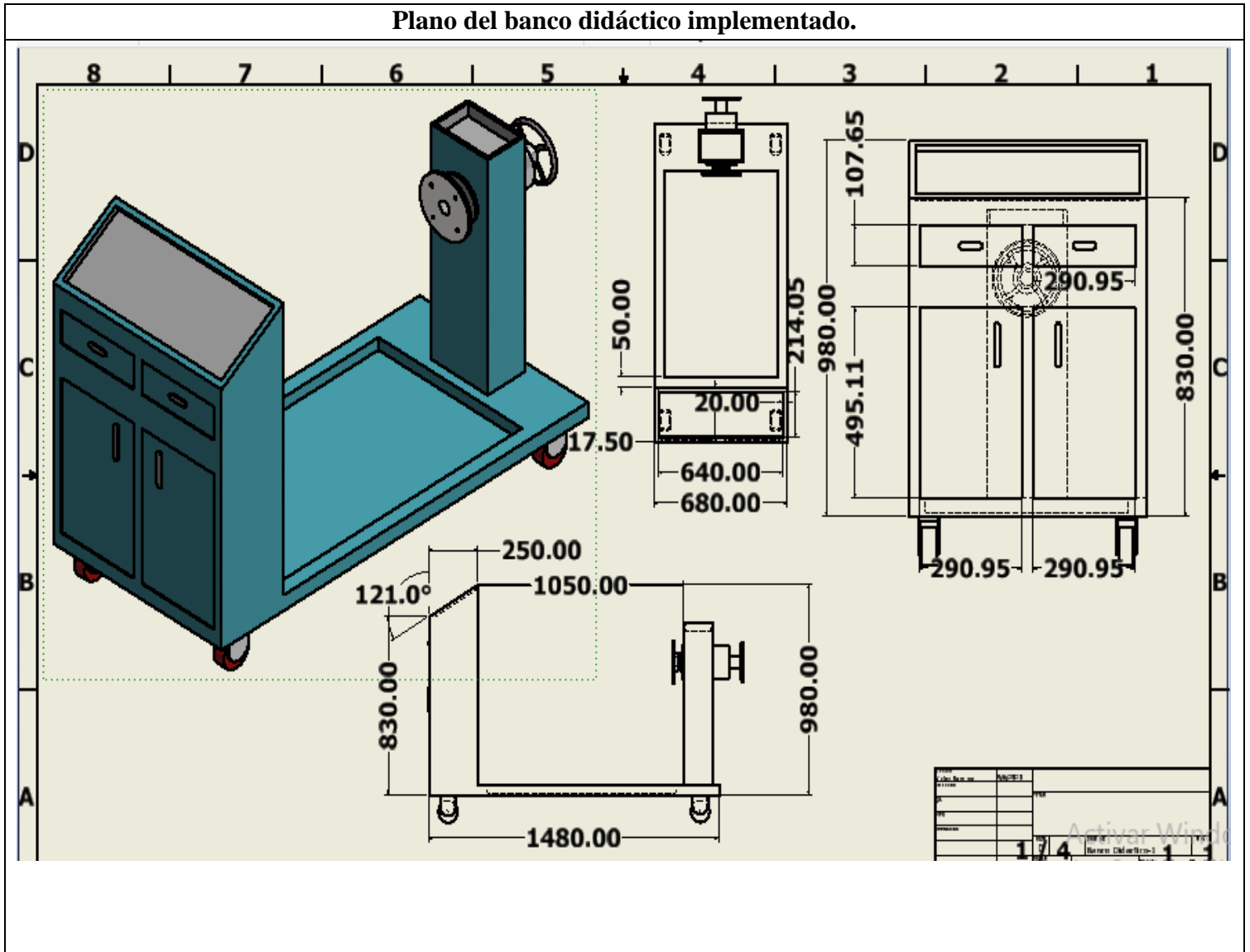
Diseño del banco didáctico

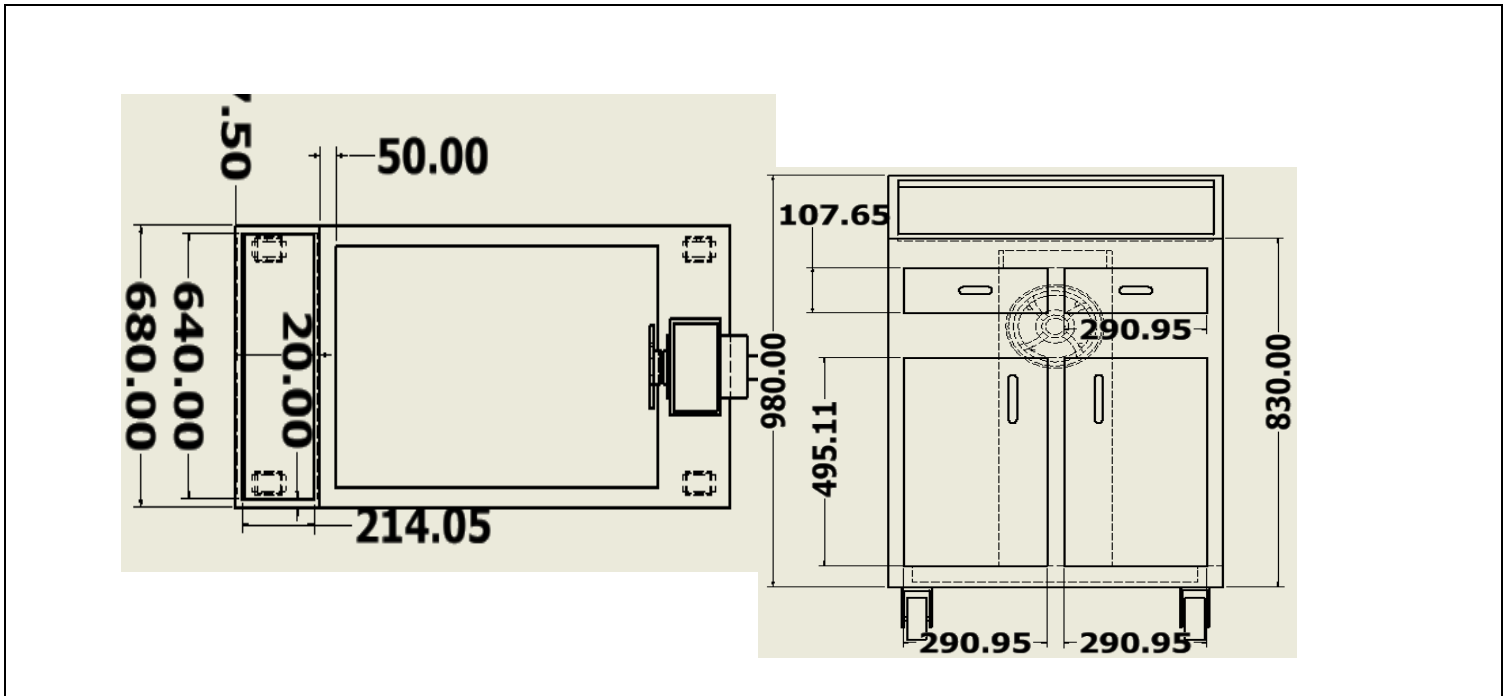
Diseño del banco didáctico.



Anexo B

Plano del banco didáctico implementado

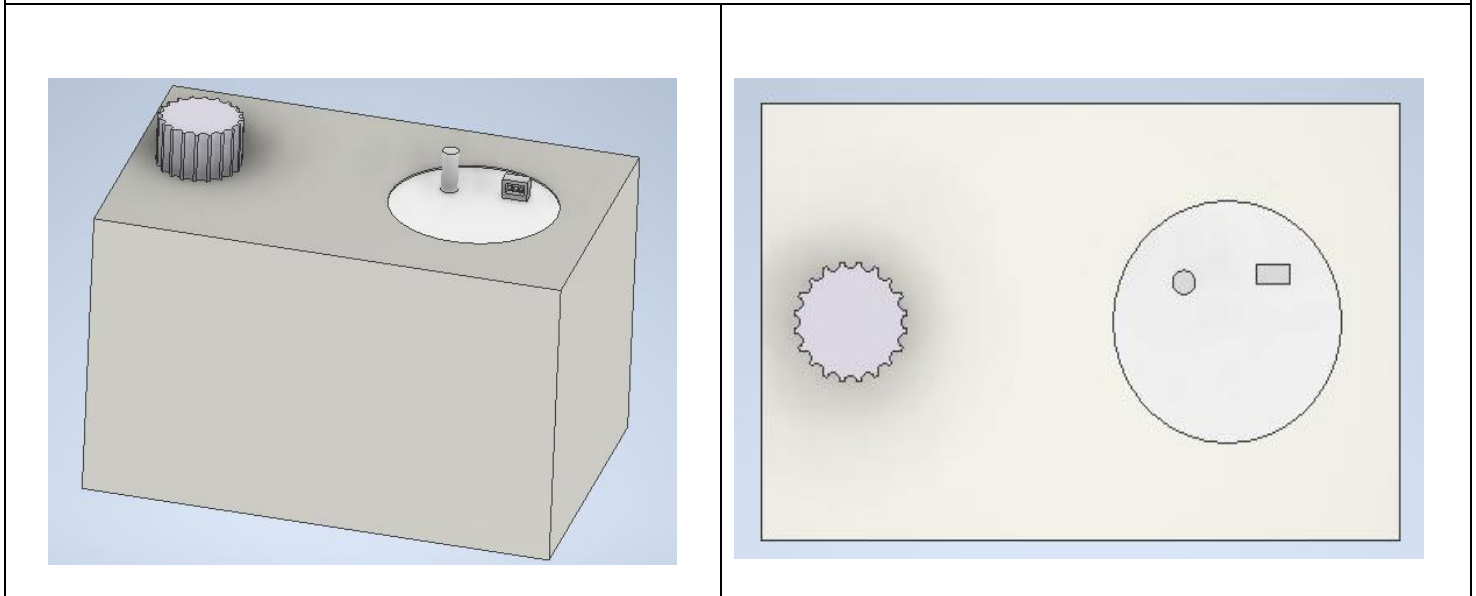


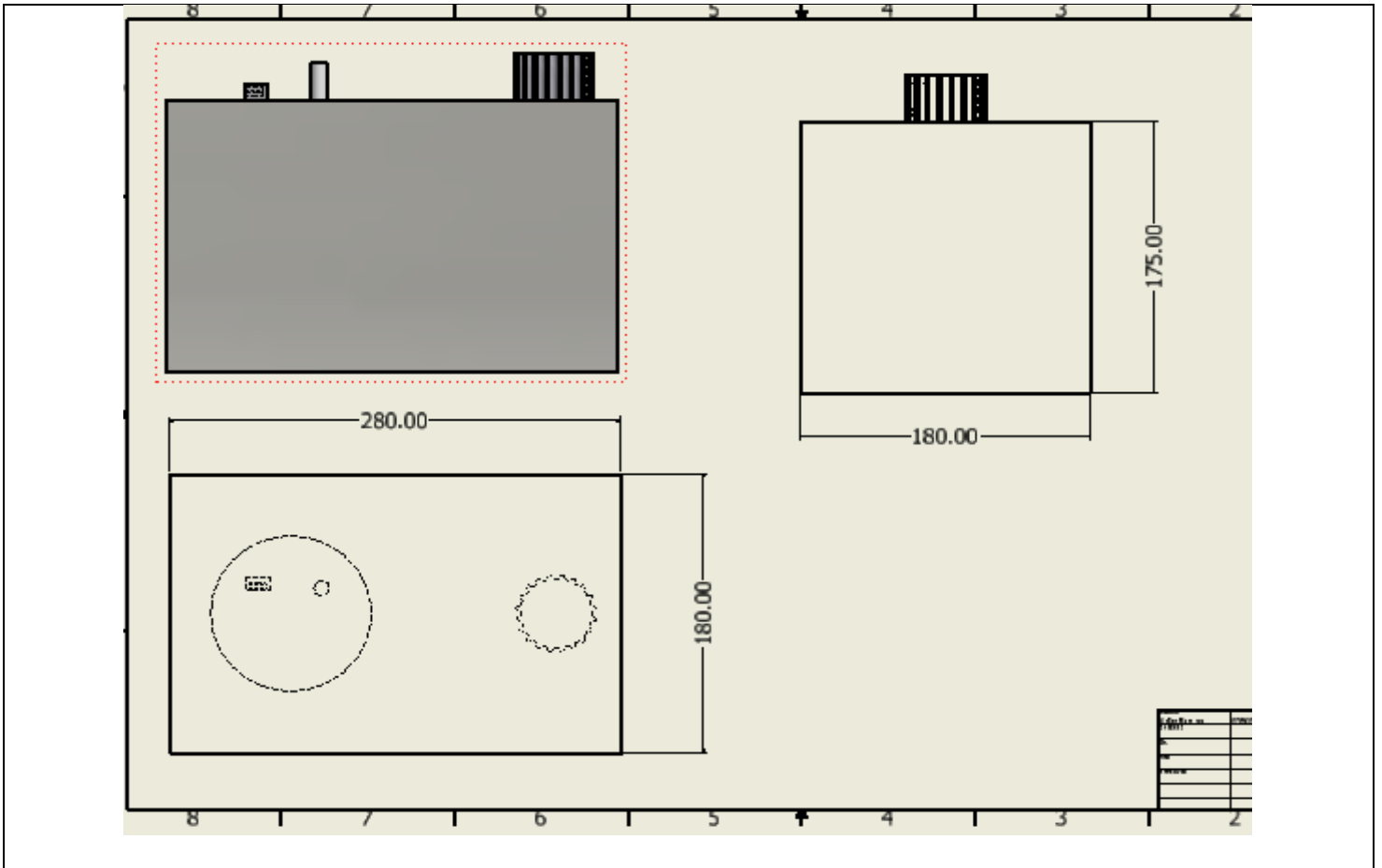


Anexo C

Planos del tanque de combustible

Planos del tanque de combustible.

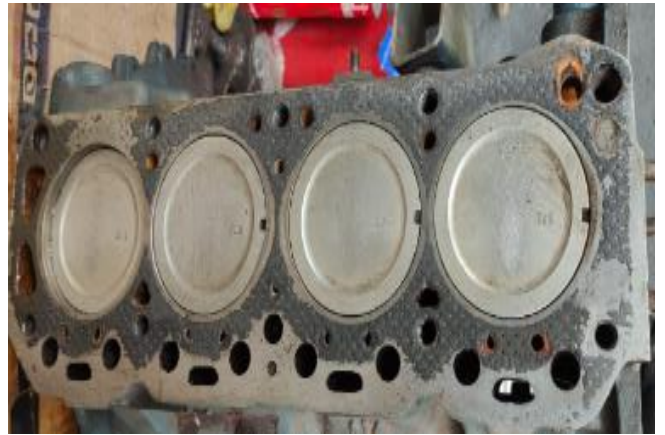




Anexo D

Desmontaje de la culata de motor y de la estructura

Desmontaje de la culata de motor y de la estructura	



Anexo E

Calibración culata de motor y reacondicionamiento del motor

Calibración culata de motor y reacondicionamiento del motor.



Anexo F

Banco didáctico y tanque de combustible

Banco didáctico y tanque de combustible



Anexo G

Motor y banco terminado

Motor y banco terminado



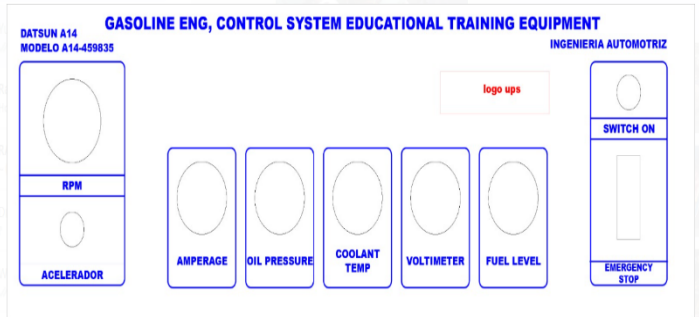


Anexo H

Panel de instrumentos

Panel de instrumentos





Anexo I

Cableado eléctrico del motor

Cableado eléctrico del motor	

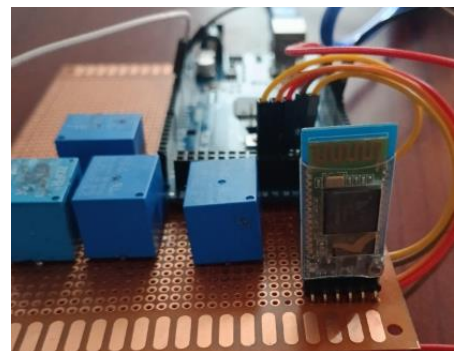
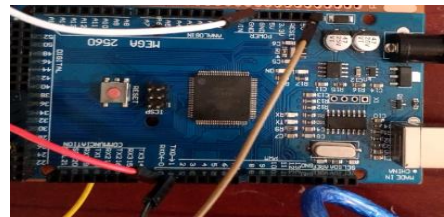
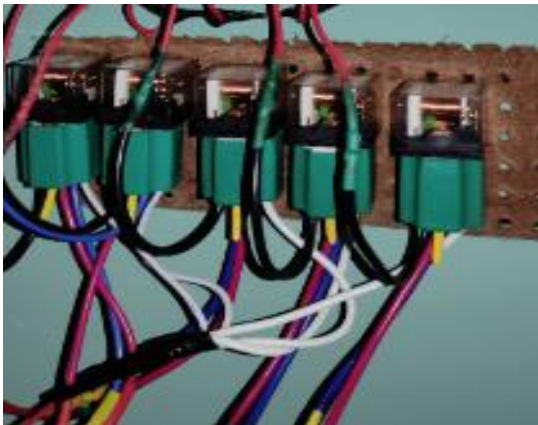
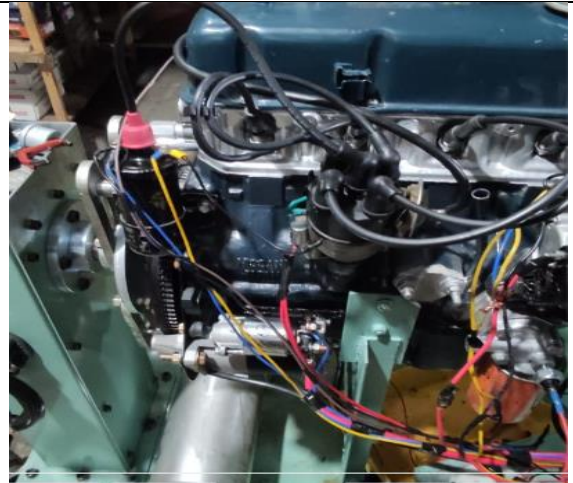
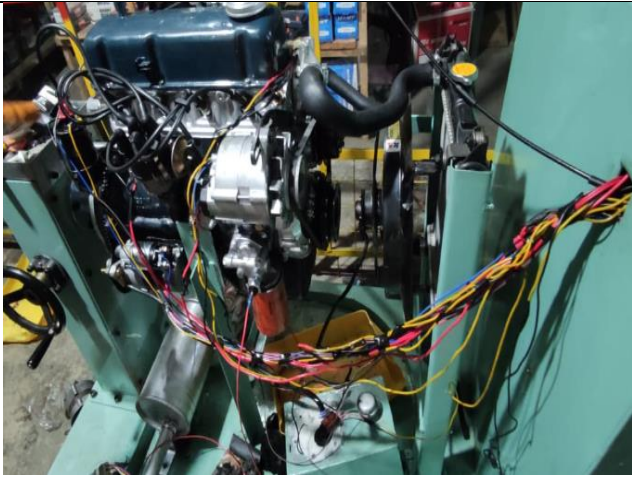
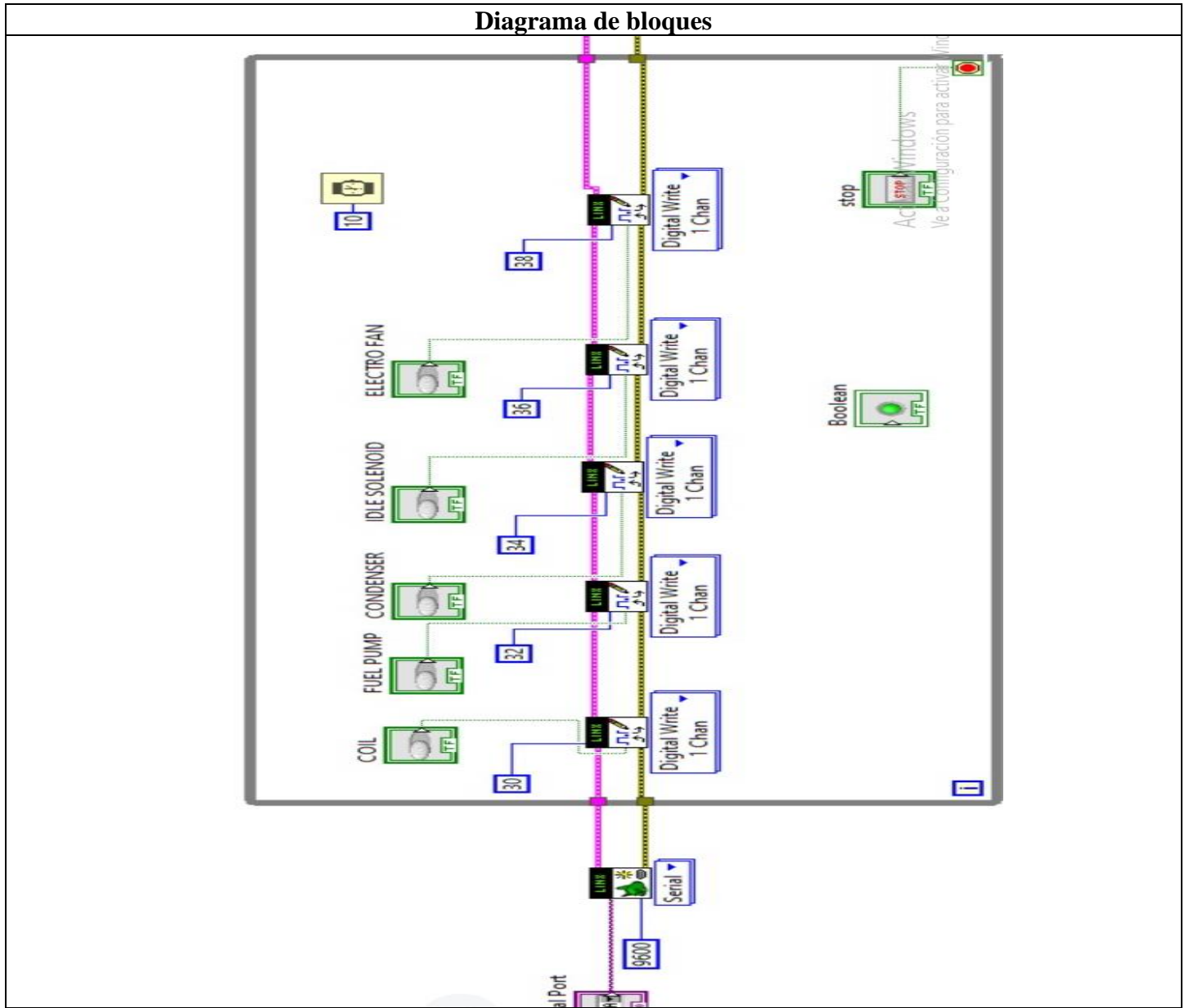
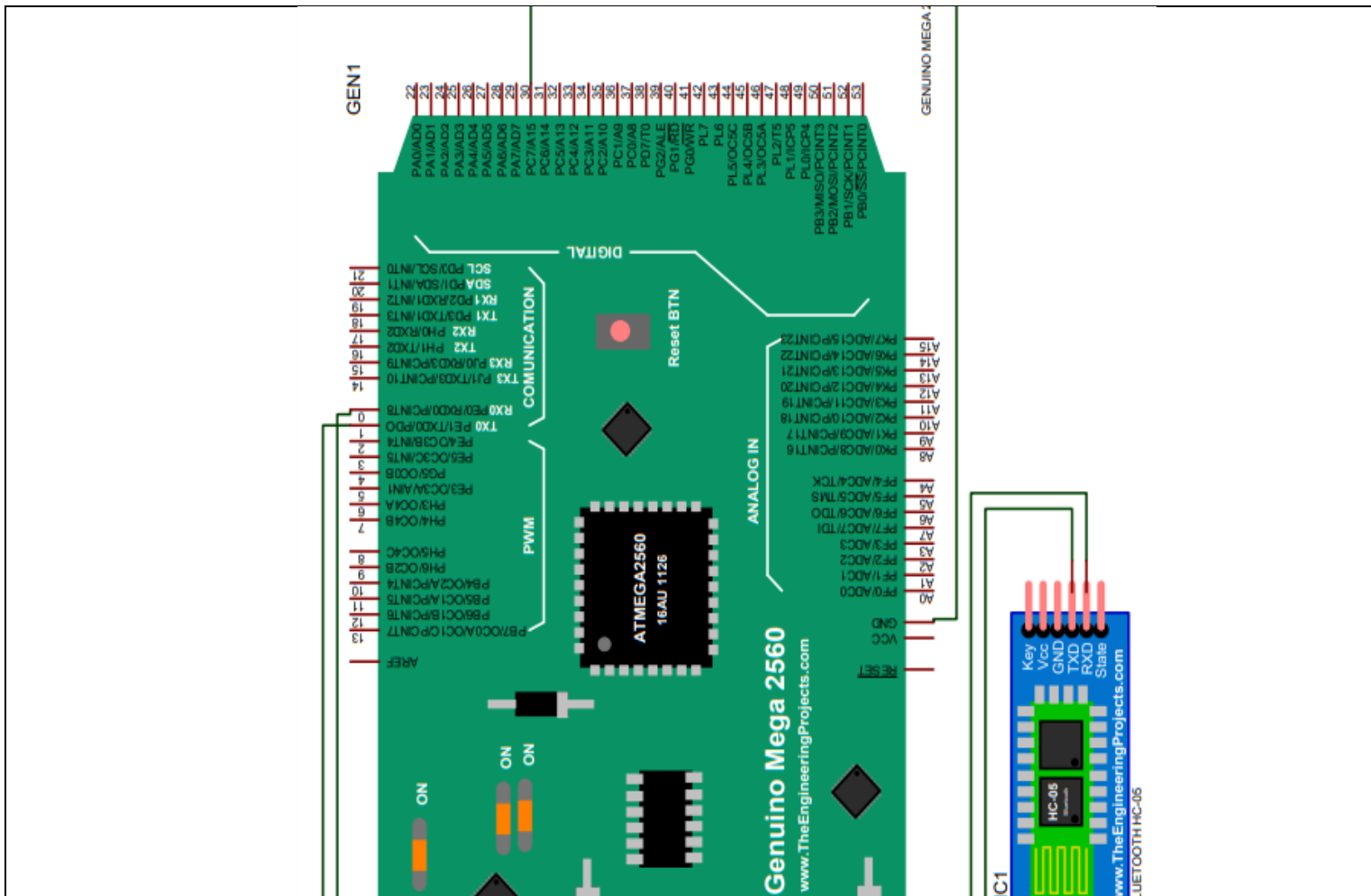


Diagrama de bloques



Esquema de Arduino.



Anexo K

Esquema de Arduino

Anexo L

Interfaz Gráfica

Interfaz Gráfica

DATSUN A14 - FAULT SIMULATOR PROGRAM

COIL



FUEL PUMP



CONDENSER



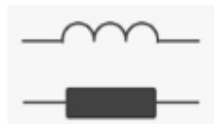
IDLE SOLENOID



ELECTRO FAN



COIL



COIL




Anexo M

Presupuesto Utilizado

PRESUPUESTO.				
Nro.	DENOMINACIÓN	CANT.	COSTO UNITARIO (USD)	COSTO TOTAL (USD)
1	Indicadores (panel instrumentos)	7	\$ 12.85	\$ 90.00
2	Bujía NGK	4	\$ 3.00	\$ 12.00
3	Estructura del banco didáctico	1	\$ 250.00	\$ 250.00
4	Depósito de combustible	1	\$ 50.00	\$ 50.00
5	Arduino mega 2560	1	\$ 30.00	\$ 30.00
6	Modulo Bluetooth HC – 05	1	\$ 10.00	\$ 10.00
7	Adquisición de Software LabVIEW 2019.	1	\$ 75.00	\$ 75.00
8	Motor de arranque	1	\$ 50.00	\$ 120.00
9	Radiador con electroventilador	1	\$ 80.00	\$ 80.00
10	Bomba de combustible con flotador	1	\$ 50.00	\$ 50.00
11	Carburador	1	\$ 90.00	\$ 90.00
12	Extras (cables, fusibles, mangueras, empaques)	1	\$ 20.00	\$ 50.00
13	Transporte	1	\$ 40.00	\$ 20.00
14	Otros	1	\$ 50.00	50.00
SUBTOTAL (USD)				\$ 997.50
IMPREVISTO (30%)				\$ 293.10
TOTAL (USD)				\$ 1290.6

Anexo N

Formato de guía de práctica de laboratorio (Diagnostico de la bobina de encendido)

	VICERRECTORADO DOCENTE	Código: GUIA002
	CONSEJO ACADÉMICO	Aprobación: 2023/07/25
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: Diagnóstico de la bobina de encendido	
OBJETIVO GENERAL <ul style="list-style-type: none"> El objetivo es enseñar sobre el funcionamiento de la bobina de encendido en motores a carburador. OBJETIVOS ESPECÍFICOS <ul style="list-style-type: none"> Identificar la ubicación de la bobina de encendido Comprender el funcionamiento de la bobina de encendido Realizar mediciones de resistencia y continuidad en la bobina de encendido Interpretar los resultados de las mediciones Evaluar el estado de la bobina de encendido Tomar acciones correctivas 			
INSTRUCCIONES (Detallar las instrucciones que se dará al estudiante):		1. Estudiar la guía de practica y aplicar estrictamente los procedimientos.	
		2. Utilizar equipo de protección personal (mandil, mascarilla, gafas, guantes)	
ACTIVIDADES POR DESARROLLAR			
Equipos utilizados para la medición de fallos			
1. Multímetro Un multímetro, también conocido como tester o polímetro, es una herramienta de medición electrónica versátil que se utiliza para medir diferentes magnitudes eléctricas, como voltaje, corriente y resistencia. Es una herramienta muy común y esencial en el campo de la electrónica, electricidad y mantenimiento de equipos eléctricos.			
			
<i>Imagen 1. Multímetro</i>			
Proceso para la comprobación de funcionamiento de la bobina de encendido			
1. Preparación Asegurarse de que el motor esté apagado antes de comenzar la comprobación de la bobina de encendido y verifique el estado de carga de la batería que debe ser del 100 % correspondiente a un valor mayor o igual a la tensión de 12.5 V			
2. Localización de la bobina de encendido Identificar la ubicación de la bobina de encendido en el motor a carburador. Consultar el manual del propietario si no estás seguro de su posición.			

3. Identificación de terminales

Localizar los terminales de la bobina. Generalmente, hay dos terminales: el terminal primario (baja tensión) y el terminal secundario (alta tensión).

4. Configuración del multímetro

Encender el multímetro y configurarlo en la función de medición de voltaje en corriente continua (DC). La escala debe ser mayor a la tensión de la batería del vehículo.

5. Revisar fusilera

Verificar el fusible número dos que permite el paso de corriente desde la batería a la bobina de encendido se encuentre en buen estado.

6. Medición de tensión en el terminal primario

- Con el multímetro configurado para medir voltaje en corriente continua (DC), tocar las puntas de prueba en los terminales primarios de la bobina.
- Pedir a otra persona que gire la llave de encendido a la posición "ON" sin arrancar el motor.
- Leer el valor de tensión en el multímetro. La tensión debería ser cercana a la tensión de la batería (generalmente 12.5V en un vehículo estándar).

7. Medición de tensión en el terminal secundario

- Colocar una punta de prueba del multímetro en un terminal secundario de la bobina y la otra punta en el otro terminal secundario.
- Pedir a otra persona que gire la llave de encendido a la posición "ON" sin arrancar el motor.
- Leer el valor de tensión en el multímetro. La tensión en el terminal secundario debería ser significativamente más alta que la tensión de la batería, ya que es la tensión elevada necesaria para generar la chispa en las bujías.

8. Interpretación de resultados:

- Si la tensión en el terminal primario es significativamente menor que la tensión de la batería o es igual a cero, es posible que haya un problema en el circuito primario de la bobina.
- Si la tensión en el terminal secundario es baja o nula, es probable que la bobina esté defectuosa y no esté generando suficiente tensión para las bujías.

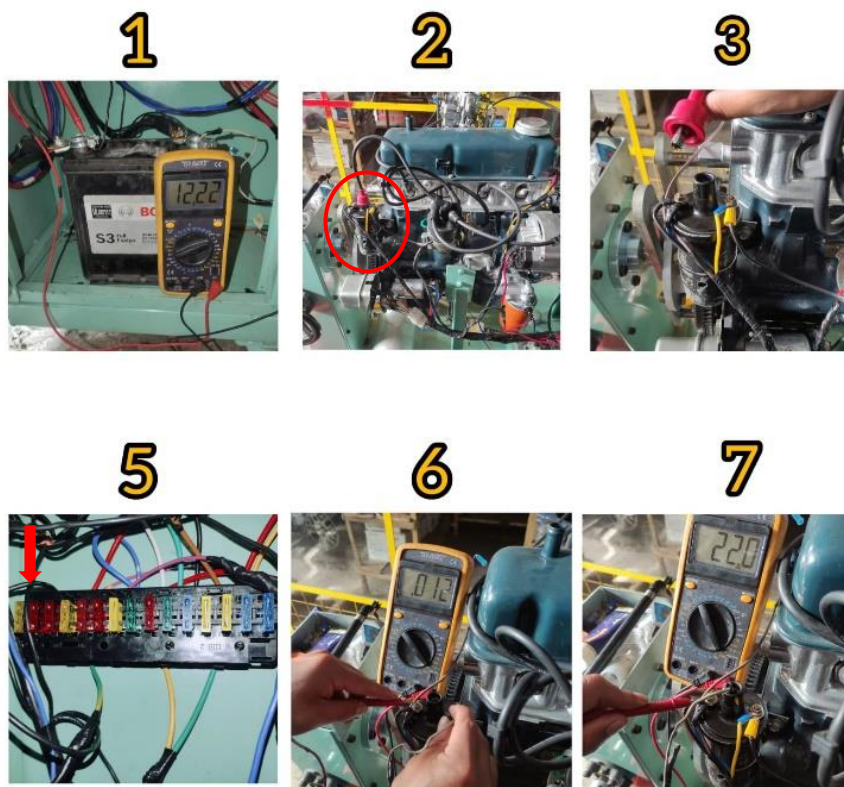


Imagen 2. Proceso para la comprobación de funcionamiento de la bobina de encendido

RESULTADO(S) OBTENIDO(S):

DATOS				
Voltaje de la Batería	Voltaje medido		Voltaje estándar	
			12.5	
Voltaje de la bobina (Terminal primario)	Voltaje medido		Voltaje estándar	
			12.5	
Resistencia			Resistencia estándar	
	Circuito primario		3 – 6 Ω	
	Circuito secundario		7–12 KΩ	
Estado de la bobina de encendido	Bueno	Malo	Regular	Observaciones

Proceso para comprobar la continuidad de la bobina de encendido.

1. Configuración del multímetro

Enciende el multímetro y selecciona la función de medición de continuidad (usualmente representada por el símbolo de un altavoz o una onda).

2. Desconexión de cables

Si es necesario, desconecta los cables eléctricos que estén conectados a los terminales primario y secundario de la bobina. Esto garantizará que no haya interferencias con las mediciones.

3. Verificación de continuidad en el terminal primario

- Coloca una punta de prueba del multímetro en un terminal primario de la bobina y la otra punta de prueba en el otro terminal primario.
- Comprueba si hay continuidad entre los terminales primarios. Si existe una conexión eléctrica continua, el multímetro emitirá un sonido de pitido o mostrará una indicación de continuidad en la pantalla.

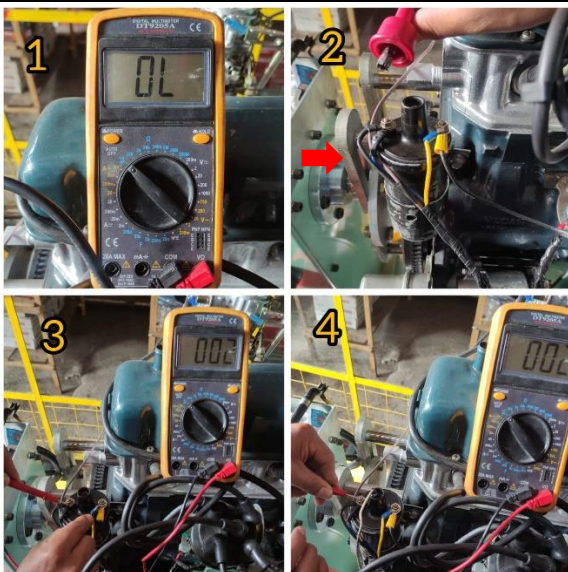
4. Verificación de continuidad en el terminal secundario:

- Ahora, coloca una punta de prueba del multímetro en un terminal secundario de la bobina y la otra punta de prueba en el otro terminal secundario.
- Comprueba si no existe continuidad entre los terminales secundarios. Si existe una conexión eléctrica continua, el multímetro emitirá un sonido de pitido o mostrará una indicación de continuidad en la pantalla.

5. Interpretación de los resultados:

- Si el multímetro indica continuidad tanto en los terminales primarios como en los secundarios, significa que la bobina tiene una conexión eléctrica continua y está en buen estado de funcionamiento.

Si no hay continuidad en alguno de los terminales (o en ambos), la bobina puede estar en mal estado y necesitará ser reemplazada.



Terminal primario	Sonido	Ok
Terminal secundario	Sin sonido	Ok

Imagen 3. Proceso para comprobar la continuidad de la bobina de encendido

RESULTADO(S) OBTENIDO(S):


Terminales	Continuidad	
	Si	No
Primario		
Secundario		

CONCLUSIONES:.....
.....
.....
.....

RECOMENDACIONES:.....
.....
.....

Anexo O

Formato de guía de práctica de laboratorio (Diagnóstico de la bomba de combustible)

	VICERRECTORADO DOCENTE	Código: GUIA002
	CONSEJO ACADÉMICO	Aprobación: 2023/07/25
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:	2	TÍTULO PRÁCTICA: Diagnóstico de la bomba de combustible	
OBJETIVO GENERAL			
<ul style="list-style-type: none"> El objetivo es aprender a comprobar el funcionamiento de una bomba de combustible eléctrica en un vehículo. 			
OBJETIVOS ESPECÍFICOS			
<ul style="list-style-type: none"> Identificar la ubicación de la bomba de combustible Entender el funcionamiento de la bomba de combustible eléctrica Diagnosticar problemas comunes en la bomba de combustible Comprobar la presión de combustible Evaluar el flujo de combustible Comprobar la alimentación eléctrica 			
INSTRUCCIONES (Detallar las instrucciones que se dará al estudiante):		3. Estudiar la guía de practica y aplicar estrictamente los procedimientos.	
		4. Utilizar equipo de protección personal (mandil, mascarilla, gafas, guantes)	
ACTIVIDADES POR DESARROLLAR			
Equipos utilizados para la medición de fallos			
2. 1.Multímetro			
<p>Un multímetro, también conocido como tester o polímetro, es una herramienta de medición electrónica versátil que se utiliza para medir diferentes magnitudes eléctricas, como voltaje, corriente y resistencia. Es una herramienta muy común y esencial en el campo de la electrónica, electricidad y mantenimiento de equipos eléctricos.</p>			
			
Imagen 1. Multímetro			
2.Manómetro de presión			
<p>Un manómetro de presión es un dispositivo de medición utilizado para medir la presión de fluidos o gases en diferentes aplicaciones. Su función principal es proporcionar una lectura numérica o visual de la presión en un sistema específico. Los manómetros de presión son comunes en diversas industrias, desde la automotriz y la industria petrolera hasta aplicaciones industriales y de laboratorio.</p>			



Imagen 2. Manómetro de presión

Proceso para la comprobación de funcionamiento de la bomba de combustible

1) Identificar la ubicación de la bomba de combustible:

Localizar la ubicación de la bomba de combustible en el vehículo y conocer los componentes relacionados con su funcionamiento.

2) Revisar el nivel de combustible

Verificar el nivel de combustible para que la bomba pueda funcionar correctamente

3) Revisar la caja de fusibles



Verificar si el fusible que permite el paso de corriente de la batería a la bomba de combustible está en buen estado.

4) Preparar el multímetro:

Encender el multímetro y configurarlo en la función de medición de voltaje en corriente alterna (DA).

5) Comprobación de la alimentación eléctrica:

- Localizar los cables de alimentación eléctrica de la bomba de combustible.
- Conectar las puntas del multímetro a los cables de alimentación eléctrica.
- Girar la llave de encendido a la posición "ON" sin arrancar el motor y leer el voltaje en el multímetro.

Revisar caja de fusible	Comprobación de replay
	
<p>Sustituir el primer fusible, que es el de la bomba de combustible en caso que este fundido.</p>	<p>Inspección visual. Prueba de continuidad (30-87a) Resistencia entre pin 85 – 86 (50-100Ω) Resistencia entre el pin 30-87a (0.5Ω)</p>

6) Comprobación de la presión de combustible:

- Conectar el manómetro de presión de combustible a la línea de combustible siguiendo las instrucciones del fabricante.
- Girar la llave de encendido a la posición "ON" sin arrancar el motor para que la bomba de combustible se active.
- Leer la presión de combustible en el manómetro y compararla con el rango especificado por el fabricante.

7) Verificar el flujo de combustible:

- Desconectar la línea de combustible después de la bomba y colocar un recipiente adecuado para capturar el combustible.
- Gestionar el flujo de combustible desde la bomba hacia el recipiente.
- Revisar que existe flujo de combustible por el filtro de combustible



- También se puede hacer una inspección visual en la cuba donde se ubica el flotador, que se encuentran en el carburador



- Si no tenemos el nivel correcto se recomienda calibrar el flotador de la cuba, en el nivel designado

Interpretar los resultados:

- Comparar los resultados obtenidos en las comprobaciones de presión de combustible, flujo de combustible y alimentación eléctrica con los valores especificados por el fabricante.
- Determinar si la bomba de combustible está funcionando correctamente o si es necesario tomar medidas correctivas.

RESULTADO(S) OBTENIDO(S):

DATOS				
Voltaje de la Batería	Voltaje estándar		Voltaje medido	Observaciones
	12.5			
Voltaje que recibe la bomba de combustible	Voltaje estándar		Voltaje medido	Observaciones
	12.5			
Presión de la bomba de combustible	Presión estándar		Presión medida	Observaciones
	2-4 bares			
Flujo de combustible	Si <input type="checkbox"/>		No <input type="checkbox"/>	
Estado de la bomba de combustible	Bueno	Malo	Regular	Observaciones
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

CONCLUSIONES:.....

RECOMENDACIONES:.....

