



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

SEDE CUENCA

CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

**IMPLEMENTACIÓN DE UN PANEL DE DIAGNÓSTICO REMOTO ENFOCADO EN
LA SIMULACIÓN DE FALLOS Y ARRANQUE PARA UN MOTOR DE INYECCIÓN A
GASOLINA HYUNDAI ACCENT 1.5 L SOHC**

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

AUTORES: JUAN XAVIER AYALA PINTADO

IVÁN ALEXANDER YUNGA DUQUE

TUTOR: ING. CHRISTIAN OMAR PULLA MOROCHO, M.Sc.

Cuenca - Ecuador

2024

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Nosotros, Juan Xavier Ayala Pintado con documento de identidad N° 0106638380 e Iván Alexander Yunga Duque con documento de identificación N° 0106841000; manifestamos que:

Somos 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, 12 de enero de 2024

Atentamente,



Juan Xavier Ayala Pintado

0106638380



Iván Alexander Yunga Duque

0106841000

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

Nosotros, Juan Xavier Ayala Pintado con documento de identidad N° 0106638380 e Iván Alexander Yunga Duque con documento de identificación N° 0106841000, manifestamos nuestra voluntad y cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del Proyecto técnico: “Implementación de un panel de diagnóstico remoto enfocado en la simulación de fallos y arranque para un motor de inyección a gasolina Hyundai Accent 1.5 L SOHC”, el mismo que ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero Automotriz, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad Facultada para ejercer penamente los derechos cedido 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, 12 de enero de 2024

Atentamente,



Juan Xavier Ayala Pintado

0106638380



Iván Alexander Yunga Duque

0106841000

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 PANEL DE DIAGNÓSTICO REMOTO ENFOCADO EN LA SIMULACIÓN DE FALLOS Y ARRANQUE PARA UN MOTOR DE INYECCIÓN A GASOLINA HYUNDAI ACCENT 1.5 L SOHC, realizado por Juan Xavier Ayala Pintado con documento de identidad N° 0106638380 y por Iván Alexander Yunga Duque con documento de identificación N° 0106841000, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo opción Proyecto técnico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, 12 de enero de 2024

Atentamente,



Ing. Christian Omar Pulla Morocho, M.Sc.

0103570602

DEDICATORIA

Dedico este proyecto principalmente a Dios, por darme salud y las fuerzas necesarias para culminar esta meta.

A mi madre Olga Pintado por su apoyo incondicional quien a pesar de los tropiezos siempre estuvo ayudándome.

A mi hija Rafaela Ayala quien llego a mi vida para mejorarla y darme una segunda oportunidad de vivirla te amo.

Juan Xavier Ayala Pintado

DEDICATORIA

Dedico este proyecto con humildad y gratitud a Dios, fuente infinita de sabiduría y fortaleza.

A mis queridos padres, Iván y Diana, por su inquebrantable apoyo y amor, que han sido mi fuerza motriz a lo largo de esta travesía académica.

A mi amada esposa Samantha, por ser mi fuente constante de inspiración y aliento.

A mi abuelita Julia, cuyo legado de sabiduría y cariño ha iluminado mi camino.

Este éxito no sería posible sin su guía y sacrificios. Este logro es tan suyo como mío. ¡Gracias por ser mi razón de ser y por compartir conmigo este hermoso viaje hacia el éxito!

Iván Alexander Yunga Duque

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a la universidad politécnica salesiana y a todos y cada uno de los docentes que nos brindaron su sabiduría en este trayecto de vida y preparación. De manera especial al Ing. Christian Pulla por la impecable labor como supervisor del proyecto.

Juan Xavier Ayala Pintado

AGRADECIMIENTO

Queremos expresar nuestra sincera gratitud a la Universidad Politécnica Salesiana y a cada uno de los profesores que compartieron su valioso conocimiento con nosotros durante este importante trayecto de formación y vida. En especial, deseamos destacar el notable desempeño del Ing. Christian Pulla como supervisor de nuestro proyecto.

Iván Alexander Yunga Duque

RESUMEN

En el campo automotriz es necesario familiarizarse con los diferentes diagnósticos, muchos de ellos son realizados de diversas formas tales como visuales, dinámicas y mediante el uso de software para poder realizar un mantenimiento preventivo o correctivo, por tal razón que el objetivo de nuestro trabajo de titulación fue la implementación de un panel de diagnóstico remoto enfocado en la simulación de fallos y arranque para un motor de inyección a gasolina Hyundai Accent 1.5 l SOHC, como instrumento de estudio para diagnosticar las fallas de los diferentes sensores como de actuadores de un motor de combustión interna.

Palabras clave

Diagnóstico, sensores automotrices, motor de combustión interna, software, análisis, diagramas, actuadores

ABSTRACT

In the automotive field it is necessary to become familiar with the different diagnoses, many of them are carried out in various ways such as visual, dynamic and through the use of software to be able to perform preventive or corrective maintenance, for this reason the objective of our work qualification was the implementation of a remote diagnostic panel focused on the simulation of failures and starting for a Hyundai Accent 1.5 l SOHC gasoline injection engine, as a study instrument to diagnose the failures of the different sensors and actuators of a diesel engine internal combustion.

Keywords

Diagnostics, automotive sensors, internal combustion engine, software, analysis, diagrams, actuators

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	II
CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA	III
CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN.....	IV
DEDICATORIA	V
DEDICATORIA	VI
AGRADECIMIENTO	VII
AGRADECIMIENTO	VIII
RESUMEN	IX
ABSTRACT.....	X
ÍNDICE DE CONTENIDOS	XI
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XVII
ÍNDICE DE TABLAS	XX
ÍNDICE DE ANEXOS	XXI
INTRODUCCIÓN	XXII
PROBLEMA DE ESTUDIO	XXIII
JUSTIFICACIÓN	XXIV

IMPORTANCIA Y ALCANCES.....	XXV
DELIMITACIÓN	XXV
Delimitación temporal	XXV
Delimitación académica.....	XXV
Delimitación geográfica.....	XXV
GRUPO OBJETIVO.....	XXVI
OBJETIVOS	XXVI
Objetivo general.....	XXVI
Objetivos específicos	XXVI
CAPÍTULO I.....	- 25 -
FUNDAMENTOS TEÓRICOS Y ESTADO DEL ARTE REFERENTES AL MOTOR HYUNDAI ACCENT 1.5 L SOHC 12V	- 25 -
1.1 Marco Conceptual.....	- 25 -
1.2 Motores de Combustión Interna Alternativos (MCIA).....	- 25 -
1.3 Motores de Encendido Provocado MEP.....	- 26 -
1.4 Formación de la Mezcla.....	- 26 -
1.5 Motor Hyundai Accent 1.5 l SOHC 12V.....	- 27 -
1.6 Generaciones: Hyundai Accent 1.5 L SOHC	- 29 -
1.6.1 1° Generación (1994 - 1999)	- 29 -
1.6.2 2° Generación (1999 - 2006)	- 29 -
1.6.3 3° Generación (2006 - 2012)	- 30 -
1.6.4 4° Generación (2012 - 2018)	- 30 -
1.6.5 5° Generación (2018 - 2023)	- 31 -

1.7	Arduino MEGA 2560 R3.....	- 32 -
1.8	Pantalla LCD en el panel de control	- 34 -
1.9	Panel de diagnóstico	- 35 -
1.10	Entorno de desarrollo integrado (IDE)	- 35 -
1.11	Características IDE	- 36 -
1.12	Desarrollo visual de programación	- 36 -
1.13	SENSORES.....	- 37 -
1.13.1	Sensor de oxígeno “O2”.....	- 39 -
1.13.2	Sensor de flujo de aire “MAF”	- 39 -
1.13.3	Sensor de posición de la aleta de aceleración “TPS”.....	- 40 -
1.13.4	Sensor de posición de cigüeñal “CKP” de efecto Hall.	- 41 -
1.13.5	Sensor de posición de árbol de levas “CMP” de efecto Hall.	- 41 -
1.13.6	Sensor de temperatura del refrigerante del motor “ECT”.....	- 42 -
1.13.7	Sensor de temperatura del aire de admisión “IAT”	- 43 -
1.13.8	Sensor de detonación “KS”.....	- 44 -
1.14	ACTUADORES.....	- 44 -
1.14.1	Inyectores.....	- 44 -
1.14.2	Bobinas de encendido	- 45 -
1.14.3	Bomba de combustible.....	- 46 -
CAPITULO 2		- 47 -
REACONDICIONAMIENTO DEL MOTOR HYUNDAI ACCENT		- 47 -
2.1	Diagnóstico previo del motor Hyundai Accent	- 47 -
2.2	Inspección visual previa a las modificaciones	- 49 -
2.3	Sistema de refrigeración	- 52 -
2.3.1	Cañerías de líquido refrigerante	- 52 -
2.3.2	Radiador y ventilador	- 52 -

2.3.3	Termostato	- 53 -
2.3.4	Filtro de aire.....	- 53 -
2.4	Sistema de alimentación	- 54 -
2.4.1	Cañería de combustible	- 54 -
2.4.2	Regulador de presión de combustible.....	- 54 -
2.4.3	Depósito de gasolina.....	- 55 -
2.4.4	Bomba de gasolina.....	- 56 -
2.5	Sistema de Lubricación	- 56 -
2.5.1	Filtro de Aceite	- 56 -
2.5.2	Aceite.....	- 57 -
2.6	Sistema Eléctrico y de Encendido.....	- 57 -
2.6.1	Batería y bornes	- 57 -
2.6.2	Alternador	- 58 -
2.6.3	Puerto DLC u OBD II.....	- 58 -
2.6.4	Bujías	- 58 -
2.6.5	Bobina.....	- 59 -
2.6.6	Inyectores.....	- 59 -
2.6.7	Cables de Bujías	- 60 -
2.7	Sistema de Arranque	- 61 -
2.7.1	Cableado Electrónico.....	- 61 -
2.7.2	Cables de Motor de Arranque.....	- 62 -
2.7.3	Circuito de Encendido	- 62 -
2.8	OTROS COMPONENTES	- 63 -
2.8.1	Banda de distribución	- 63 -
2.8.2	Banda de accesorios.....	- 63 -
2.8.3	Cable de aceleración.....	- 64 -
2.9	Estado de la estructura del banco didáctico	- 65 -
2.9.1	Diseño de la estructura con inventor	- 65 -
2.9.2	Pruebas de resistencia de la maqueta en ANSYS.....	- 66 -
	Reacondicionamiento de la estructura	- 67 -

2.9.3	Proceso de manufactura.....	- 67 -
2.9.4	Construcción de la estructura	- 68 -
2.9.5	Pintado de la estructura.....	- 69 -
2.10	Diseño del panel de control.....	- 70 -
2.11	Resultados del reacondicionamiento del motor Hyundai Accent	- 70 -
2.11.1	Resultados de la lista de componentes después de realizar el reacondicionamiento - 70 -	
2.11.2	Resultado del reacondicionamiento del sistema de refrigeración.....	- 71 -
2.11.3	Resultado del reacondicionamiento del sistema de alimentación.....	- 72 -
2.11.4	Resultado del mantenimiento del sistema del sistema de lubricación	- 73 -
2.11.5	Resultado del reacondicionamiento del sistema del sistema eléctrico.....	- 73 -
2.11.6	Resultado del reacondicionamiento del sistema del sistema de arranque.....	- 74 -
2.11.7	Resultado de la implementación del cable de aceleración.....	- 74 -
2.12	Finalización del banco	- 75 -
CAPITULO 3		- 76 -
IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DIGITAL DEL GENERADOR DE FALLOS DE SENSORES		- 76 -
3.1	Armado del cableado para la toma de señales de los sensores	- 76 -
3.1.1	Extensión de cables de señal de sensores hacia el tablero.....	- 76 -
3.2	Sensor CKP.....	- 76 -
3.2.1	Identificación y armado del sistema del sensor CKP	- 77 -
3.3	Sensor ECT	- 77 -
3.3.1	Identificación y armado del sistema del sensor ECT	- 78 -
3.4	Sensor MAF.....	- 78 -
3.4.1	Identificación y armado del sistema del sensor MAF	- 79 -
3.5	Sensor TPS.....	- 80 -
3.5.1	Identificación y armado del sistema del sensor TPS	- 80 -

3.6	Sensor IAT	- 81 -
3.7	Diseño del sistema	- 81 -
3.8	Funcionamiento del software	- 81 -
	CONCLUSIONES	- 85 -
	RECOMENDACIONES	- 86 -
	REFERENCIAS	- 87 -
	ANEXOS	- 87 -

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Delimitación geográfica Universidad Politécnica Salesiana.....	XXV
Figura 2 Componentes de los motores de combustión interna alternativos (MCIA)	- 25 -
Figura 3 Esquema de combustión de los motores MEP	- 26 -
Figura 4 Motor Hyundai Accent 1.5 L SOHC 12V	- 27 -
Figura 5 Hyundai Accent 1° Generación	- 29 -
Figura 6 Hyundai Accent 2° Generación	- 30 -
Figura 7 Hyundai Accent 3° Generación	- 30 -
Figura 8 Hyundai Accent 4° Generación	- 31 -
Figura 9 Hyundai Accent 5° Generación	- 32 -
Figura 10 Arduino Mega 2560.....	- 33 -
Figura 11 Componentes Fundamentales del Arduino Mega 2560.....	- 33 -
Figura 12 Pantalla LCD con Arduino	- 34 -
Figura 13 Banco didáctico con panel de diagnóstico.....	- 35 -
Figura 14 Características del IDE	- 36 -
Figura 15 Circuito grafico de programación.....	- 37 -
Figura 16 ECM	- 38 -
Figura 17 Sensor de oxígeno.....	- 39 -
Figura 18 Sensor MAF.....	- 40 -
Figura 19 Sensor TPS	- 40 -
Figura 20 Sensor CKP	- 41 -
Figura 21 Sensor CMP.....	- 42 -
Figura 22 Sensor ECT.....	- 43 -
Figura 23 Sensor IAT.....	- 43 -
Figura 24 Sensor KS	- 44 -
Figura 25 Inyectores	- 45 -
Figura 26 Bobina de encendido	- 45 -
Figura 27 Bomba de combustible	- 46 -
Figura 28 Motor Hyundai Accent.....	- 47 -
Figura 29 Diagrama de flujo	- 48 -
Figura 30 Cañerías de líquido refrigerante	- 52 -
Figura 31 Radiador y ventilador	- 52 -
Figura 32 Termostato y tapa del termostato	- 53 -

Figura 33 Filtro de aire	- 53 -
Figura 34 Cañerías de combustible.....	- 54 -
Figura 35 Regulador de presión de combustible.....	- 55 -
Figura 36 Depósito de gasolina.....	- 55 -
Figura 37 Bomba de gasolina	- 56 -
Figura 38 Filtro de aceite	- 56 -
Figura 39 Cambio de aceite	- 57 -
Figura 40 Estado de los bornes y voltaje de la batería.....	- 57 -
Figura 41 Voltaje del alternador	- 58 -
Figura 42 Medición de la resistencia de las bujías	- 59 -
Figura 43 Limpieza de bobina	- 59 -
Figura 44 Limpieza de inyectores.....	- 60 -
Figura 45 Medición de cables de bujías.....	- 61 -
Figura 46 Estado del cableado electrónico	- 61 -
Figura 47 Estado de los cables del motor de arranque.....	- 62 -
Figura 48 Switch del banco didáctico	- 62 -
Figura 49 Estado de la banda de distribución	- 63 -
Figura 50 Estado de la banda de accesorios.....	- 64 -
Figura 51 Cable de aceleración.....	- 64 -
Figura 52 Diseño de la estructura con inventor	- 65 -
Figura 53 Factor de seguridad.....	- 66 -
Figura 54 Stress o Von Misses.....	- 66 -
Figura 55 Deformación total.....	- 67 -
Figura 56 Construcción de la estructura	- 69 -
Figura 57 Pintado de la estructura	- 69 -
Figura 58 Diseño del panel de control	- 70 -
Figura 59 Montaje del termostato	- 72 -
Figura 60 Lavado de inyectores	- 72 -
Figura 61 Recomendación de lubricante según SAE.....	- 73 -
Figura 62 Reacondicionamiento del sistema eléctrico.....	- 73 -
Figura 63 OBD II Hyundai Accent.....	- 74 -
Figura 64 Reacondicionamiento del sistema del sistema de arranque.....	- 74 -
Figura 65 Cable de aceleración.....	- 75 -
Figura 66 Estructura finalizada.....	- 75 -

Figura 67 Tablero del banco didáctico.....	- 76 -
Figura 68 Diagrama del sensor CKP	- 77 -
Figura 69 Identificación de cables	- 77 -
Figura 70 Diagrama del sensor ECT.....	- 78 -
Figura 71 Sensor ECT.....	- 78 -
Figura 72 Diagrama del sensor MAF.....	- 79 -
Figura 73 Sensor MAF.....	- 79 -
Figura 74 Diagrama del sensor TPS	- 80 -
Figura 75 Sensor TPS	- 80 -
Figura 76 Diagrama del sensor IAT.....	- 81 -

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Características del Motor Hyundai Accent 1.5 L SOHC 12V	- 27 -
Tabla 2 Características del Arduino Mega 2560 R3	- 34 -
Tabla 3 Pines que corresponden a cada sensor	- 38 -
Tabla 4 Diagnostico visual del motor	- 47 -
Tabla 5 Tabla cualitativa del sistema de refrigeración	- 49 -
Tabla 6 Tabla cualitativa del sistema de alimentación	- 49 -
Tabla 7 Sistema cualitativa del sistema de lubricación	- 49 -
Tabla 8 Tabla cualitativa del sistema eléctrico	- 50 -
Tabla 9 Tabla cualitativa del sistema de arranque	- 50 -
Tabla 10 Tabla cualitativa otros elementos	- 50 -
Tabla 11 Prueba de compresión del motor	- 51 -
Tabla 12 Medición de resistencia de las bujías.....	- 58 -
Tabla 13 Medición de resistencia de los cables de bujías.....	- 60 -
Tabla 14 Tabla cualitativa de la estructura del banco didáctico	- 65 -
Tabla 15 Tabla cualitativa de las partes a mantenimiento	- 71 -

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Componentes de la ECM.....	- 90 -
Anexo 2. Estructura del banco didáctico	- 91 -
Anexo 3. soporte para la implementación del anaquel	- 91 -
Anexo 4. Estructura del anaquel	- 92 -
Anexo 5. Proceso de construcción de puertas.....	- 92 -
Anexo 6. Instalación de los respectivos soportes.....	- 93 -
Anexo 7. Montaje del motor en la nueva estructura del banco didáctico	- 93 -
Anexo 8. ECU del motor Hyundai Accent	- 94 -
Anexo 9. Caja de fusibles	- 94 -
Anexo 10. Instalación de sockets en el sistema eléctrico	- 95 -
Anexo 11. Estado de los soportes de la estructura antigua	- 95 -
Anexo 12. Presencia de óxido en la estructura antigua	- 96 -
Anexo 13. Estado de las ruedas de la estructura antigua	- 96 -
Anexo 14. Medidas de la parte frontal de la estructura	- 97 -
Anexo 15. Medidas de la parte lateral de la estructura	- 97 -
Anexo 16. Número del motor	- 98 -
Anexo 17. Guía Práctica	- 100 -

INTRODUCCIÓN

La innovación tecnológica en el campo de la automoción ha experimentado un crecimiento constante en las últimas décadas, marcado por avances significativos en la eficiencia, seguridad y rendimiento de los vehículos. Uno de los componentes esenciales en este desarrollo ha sido el motor de combustión interna, que continúa siendo la principal fuente de propulsión en vehículos de todo el mundo. En este contexto, los motores de inyección a gasolina se destacan por su versatilidad, eficiencia y amplia presencia en la industria automotriz. Específicamente, el Hyundai Accent 1.5 L SOHC 12V representa un ejemplo de excelencia en la ingeniería de motores a gasolina.

Sin embargo, la importancia de los motores de inyección a gasolina no solo radica en su diseño y desempeño, sino también en la necesidad de garantizar su correcto funcionamiento y mantenimiento. En este sentido, la detección y solución de fallas en estos motores se ha convertido en un área crítica para garantizar la confiabilidad y longevidad de los vehículos, así como la reducción de emisiones y el ahorro de combustible.

Esta investigación se centra en el desarrollo de un panel de diagnóstico remoto especializado en simulación de fallas y arranque para el motor de inyección a gasolina del Hyundai Accent 1.5 L SOHC 12V. El propósito de esta indagación es abordar un desafío fundamental en la industria automotriz, proporcionando una herramienta efectiva para la identificación temprana y la solución eficiente de problemas en estos motores, lo que contribuirá a mejorar su rendimiento, seguridad y sostenibilidad.

PROBLEMA DE ESTUDIO

En el Laboratorio de la Carrera de Ingeniería Automotriz de la Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca, se cuenta con un banco que alberga un motor Hyundai Accent 1.5 L SOHC 12V. Este motor está diseñado para realizar pruebas específicas, aunque carece de un panel de diagnóstico remoto que facilitaría la verificación de los parámetros de su funcionamiento. Durante cada período académico, los estudiantes utilizan estos motores para llevar a cabo pruebas demostrativas y familiarizarse con las partes y sistemas, limitando así su aprovechamiento para el desarrollo de destrezas relacionadas con el diagnóstico automotriz. Dada la ausencia de un panel de diagnóstico remoto y considerando los avances tecnológicos actuales, es imperativo actualizar estos bancos didácticos. Esto permitiría a los estudiantes expandir su conocimiento y fortalecer sus habilidades en el diagnóstico de problemas operativos derivados de diversos sensores del motor.

JUSTIFICACIÓN

Al implementar un sistema de diagnóstico remoto en el motor Hyundai Accent 1.5 L SOHC 12V, se ampliará significativamente la disponibilidad de estos equipos para llevar a cabo el análisis y la inspección de las diversas variables operativas de los sensores del motor. Este proceso tiene como objetivo evaluar la competencia de los estudiantes en el diagnóstico de Motores de Combustión Interna, contribuyendo así al avance científico tanto de las generaciones presentes como futuras. Este proyecto guarda relación con el Objetivo de Desarrollo Sostenible número 4, el cual se centra en garantizar una educación de calidad, así como con el Objetivo 7 del Plan de Creación de Oportunidades, que busca fortalecer las habilidades de la ciudadanía y fomentar una educación innovadora, inclusiva y de alta calidad en todos los niveles. Adicionalmente, tendrán la posibilidad de emplear los Objetos Renovables de Aprendizaje, tales como las instrucciones de utilización del banco didáctico mejorado, con el propósito de hacer más accesible su experiencia de aprendizaje.

Este banco didáctico mejorado permitirá a los estudiantes de Ingeniería Automotriz perfeccionar su enfoque de estudio al integrar conceptos teóricos y prácticos de manera más efectiva. Además, servirá como un recurso valioso y suplementario que los instructores podrán utilizar en sus asignaturas, ofreciendo un potencial significativo para el crecimiento académico y técnico en la enseñanza.

IMPORTANCIA y ALCANCES

La propuesta de implementación de un panel de diagnóstico remoto enfocado en la simulación de fallos de sensores va dirigido a estudiantes y docentes de la carrera de Ingeniería Automotriz; mediante esta simulación se podrá analizar códigos de fallos de los diferentes sensores así también la visualización de temperatura del refrigerante, revoluciones. Este proyecto permitirá el aprendizaje mediante las prácticas y el diagnóstico de cada sensor.

DELIMITACIÓN

Delimitación temporal

La fecha para desarrollar el proyecto empieza a partir del mes octubre del 2023, como objetivo planteado desarrollar la implementación de un panel de diagnóstico remoto enfocado en la simulación de fallos de sensores, que nos permitirá obtener la información necesaria del motor, mismo que se realizar en un periodo de seis meses académicos

Delimitación académica

Este proyecto se debe presentar de acuerdo a los parámetros establecidos por la Universidad Politécnica Salesiana, mediante indagación bibliográfica, revistas científicas, manuales del fabricante, mismo que nos brindaran información necesaria para su desarrollo.

Delimitación geográfica

Este proyecto de titulación antecede al estudio de los estudiantes de la carrera de Ingeniería Automotriz de la Universidad Politécnica Salesiana sede Cuenca. Ubicada en la Av. Turuhayco 3-69 y calle vieja 12-13; las modificaciones e implementación de un sistema remoto enfocado en la simulación de fallos de un motor Hyundai Accent 1.5 L SOHC

Figura 1

Delimitación geográfica Universidad Politécnica Salesiana



Nota. Ubicación de la Universidad Politécnica Salesiana, tomada de *Google Maps*
<https://maps.app.goo.gl/oWBbTqXRWB6m8yiX7>

Grupo objetivo

Esta tesis práctica está dirigido a docentes y especialmente a estudiantes que son parte de la carrera de Ingeniería Automotriz, el cual permitirá el desarrollo y entendimiento del comportamiento de los componentes del motor a sí mismo el uso para prácticas y proyectos.

Objetivos

Objetivo general

- Implementar un panel de diagnóstico remoto enfocado en simulación de fallos y arranque para un motor de inyección a gasolina Hyundai Accent 1.5 L SOHC 12V.

Objetivos específicos

- Realizar una revisión bibliográfica focalizada en el motor de inyección a gasolina Hyundai Accent 1.5 L SOHC 12V para lograr de manera precisa la identificación de las variables críticas que requieren monitoreo y control en este tipo de motor.
- Llevar a cabo una evaluación exhaustiva del motor de inyección a gasolina Hyundai Accent 1.5 L SOHC 12V analizando su condición actual, funcionamiento, y determinando las medidas requeridas para su eventual restauración.
- Instalar un sistema de monitoreo digital de sensores utilizando el panel Arduino Mega en el banco didáctico del motor, empleando las herramientas necesarias para verificar el correcto funcionamiento.

CAPÍTULO I

FUNDAMENTOS TEÓRICOS Y ESTADO DEL ARTE REFERENTES AL MOTOR HYUNDAI ACCENT 1.5 L SOHC 12V

1.1 Marco Conceptual

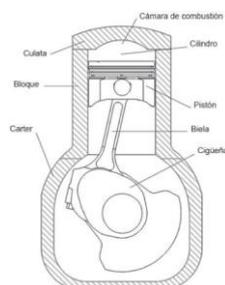
El análisis y control del motor Hyundai Accent 1.5 L SOHC 12V con panel digital se basa en el estudio de los componentes y sistemas que constituyen el motor de combustión interna, así como en los principios de supervisión y regulación de estos elementos. Se enfatiza la importancia de medir y supervisar variables críticas del motor, como la carga de la batería, el nivel de combustible, la temperatura del refrigerante, la presión del aceite del motor, las revoluciones del motor y el voltaje de la batería. Además, se examinan los avances tecnológicos relacionados con la implementación de un panel digital para el monitoreo y control del motor, así como su aplicación en contextos educativos para fines prácticos. En resumen, el objetivo primordial es mejorar el rendimiento y la eficiencia del motor mediante un monitoreo y control de sus variables fundamentales.

1.2 Motores de Combustión Interna Alternativos (MCIA)

Los motores de combustión interna alternativos (MCIA) son sistemas que emplean un desplazamiento lineal del pistón mediante un mecanismo biela-manivela para generar trabajo. Estos motores, que son tanto térmicos como de desplazamiento positivo, obtienen energía a través de la expansión de un fluido contenido en su interior. La característica distintiva de los MCIA reside en que la combustión del combustible tiene lugar internamente, dentro del fluido que experimenta la expansión en el propio motor. (Duarte et al; 2016)

Figura 2

Componentes de los motores de combustión interna alternativos (MCIA)



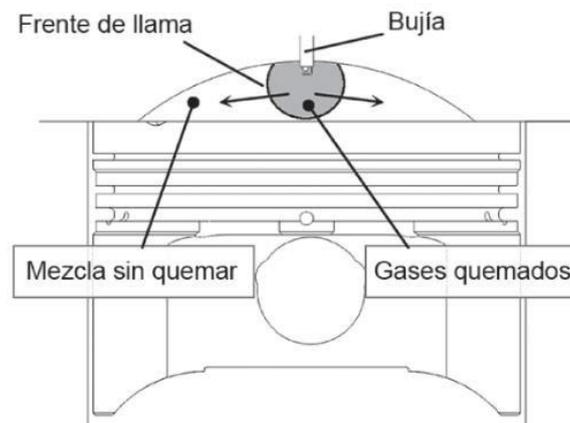
Nota. Tomada de *Motores de Combustión Interna* (p. 27), por Rovira & Muñoz, 2015, UNED

1.3 Motores de Encendido Provocado MEP

En los motores MEP la ignición se desencadena mediante la aportación de energía externa en un punto específico de la cámara de combustión, desde donde se inicia la propagación de un frente de llama. Para lograr esto, es crucial lograr una mezcla homogénea en todo el volumen de la cámara de combustión, manteniéndola dentro de los límites de inflamabilidad. Esto requiere llevar a cabo el proceso de mezcla temprano en el ciclo, generalmente durante la carrera de admisión, para prevenir la auto ignición del combustible durante la carrera de compresión y así limitar la temperatura de la mezcla en el cilindro. (García et al; 2016)

Figura 3

Esquema de combustión de los motores MEP



Nota. Tomada de *Motores de Combustión Interna* (p. 30), por Rovira & Muñoz, 2015, UNED

1.4 Formación de la Mezcla

Los sistemas de inyección son ampliamente empleados en los motores de encendido por chispa MEP, aunque algunos motores más pequeños y económicos aún utilizan carburadores. Los inyectores pueden estar situados en el múltiple de admisión o en el cilindro (en el caso de motores de inyección directa). Cuando el combustible se inyecta en el colector de admisión, el período disponible para la formación de la mezcla se corresponde con la duración de las fases de admisión y compresión, situación que se repite en los motores de inyección directa cuando la inyección tiene lugar durante la fase de admisión. Sin embargo, en ciertas condiciones de operación, estos motores inyectan combustible durante la carrera de compresión, lo que limita el tiempo disponible para la formación de la mezcla. (Rovira & Muñoz, 2015)

1.5 Motor Hyundai Accent 1.5 I SOHC 12V

El motor Hyundai Accent 1.5L SOHC 12V es un motor utilizado en vehículos Hyundai Accent. Tiene una cilindrada de 1.5 litros, con 12 válvulas. Este tipo de configuración de motor es común en vehículos compactos y económicos. La designación SOHC indica que el motor tiene un solo árbol de levas que opera las válvulas en la culata. Este motor se caracteriza por su eficiencia y rendimiento adecuado para un vehículo de tamaño compacto como el Hyundai Accent. (García, 2023)

Figura 4

Motor Hyundai Accent 1.5 L SOHC 12V



Nota. Estado del motor. *Fuente* Autores

Características del Motor Hyundai Accent 1.5 L SOHC 12V

Tabla 1

Características del Motor Hyundai Accent 1.5 L SOHC 12V

Información General	
Marca	Hyundai
Modelo	Accent
Generación	Accent I
Modificación (motor)	1.5 i 12V (92 CV)
Año de la puesta en producción	1994
Año de la finalización de la producción	1999
Arquitectura de la unidad de potencia	Motor de combustión interna
Tipo de carrocería	Berlina

Número de plazas	5
Número de puertas	4
Rendimiento	
Consumo de combustible urbano	10.2 l/100 km
Consumo de combustible extraurbano	6.9 l/100 km
Combustible	Gasolina
Clasificación de los gases de escape	Euro 2
Aceleración 0 - 100 km/h	11.5 seg
Velocidad máxima	176 km/h
Relación peso / potencia	10.4 kg/CV; 96.3 CV/tonelada
Relación peso / Par	7.3 kg/Nm; 136.1 Nm/tonelada
Motor	
Potencia máxima	92 CV @ 5600rpm.
Potencia por litro	61.5 CV/L
Par máximo	130 Nm @ 3050 rpm
Disposición del motor	Frontal, transversal
Cilindrada real	1495 cm ³
Número de cilindros	4
Disposición de cilindros	En Línea
Diámetro del cilindro	75.5 mm
Recorrido del cilindro	83.5 mm
Ratio de compresión	10:1
Número de válvulas por cilindro	3
Sistema de combustible	Inyección indirecta multipunto
Aspiración del motor	Motor atmosférico
Distribución	SOHC
Cadena cinemática, frenos y suspensión	
Tracción	Delantera
Número de marchas	5 marchas
Tipo de transmisión	Transmisión manual
Frenos delanteros	Disco
Frenos traseros	Tambor
Tipo de dirección	Cremallera de dirección
Tamaño de neumáticos	175/70 R13

Nota. La tabla proporcionada detalla las características del motor Hyundai Accent 1.5 L SOHC 12V

1.6 Generaciones: Hyundai Accent 1.5 L SOHC

A continuación, se detallarán las generaciones correspondientes de estos motores que han sido fabricadas hasta la fecha. Se organizan según el modelo y el año:

1.6.1 1° Generación (1994 - 1999)

En las primeras versiones del Hyundai Accent, se presentaban tres motores distintos: uno de 1.3 litros SOHC 12v con 85cv, otro de 1.5 litros SOHC 16v con 91cv y un tercero de 1.6 litros DOHC 16v con 100cv. En 1997, se implementó una actualización estética que principalmente afectó los faros delanteros y traseros, así como la parrilla, manteniendo inalterada la estructura de la carrocería. (Lira, 2023)

Figura 5

Hyundai Accent 1° Generación



Nota. Tomada de Hyundai Accent: *su historia y presente 2023* por Lira, 2023, autofact.cl, (www.autofact.cl/blog/comprar-auto/modelos/hyundai-accent#toc-index-2).

1.6.2 2° Generación (1999 - 2006)

Se trata de una generación completamente renovada que presenta dimensiones más grandes y acabados interiores mejorados. Los motores incluyen opciones como el (Alpha) 1.3 SOHC, 1.6 SOHC 12v (en versiones L o GS) y 1.6 DOHC 16v (en versiones GL o GT). Aunque continúan utilizando los motores de la fase 1, se incorporaron los nuevos motores Alpha-II y el Diésel 1.5 CRDI en otros modelos destinados a diferentes regiones. (Lira, 2023)

Figura 6

Hyundai Accent 2° Generación



Nota. Tomada de *Hyundai Accent: su historia y presente 2023* por Lira, 2023, autofact.cl, (www.autofact.cl/blog/comprar-auto/modelos/hyundai-accent#toc-index-2).

1.6.3 3° Generación (2006 - 2012)

Esta variante comparte su plataforma y componentes mecánicos con el Kia Rio. Incorpora nuevos motores, como el 1.4 16V DOHC con 95 CV, así como un 1.6 16V DOHC con sincronización variable de válvulas (CVVT) y 112 CV. Además, en el año 2008, se implementó la dirección asistida eléctrica (EPS, por sus siglas en inglés, electric power steering). (Lira, 2023)

Figura 7

Hyundai Accent 3° Generación



Nota. Tomada de *Hyundai Accent* por Sánchez, 2019, es-academic.com, (<https://es-academic.com/dic.nsf/eswiki/385571>).

1.6.4 4° Generación (2012 - 2018)

Fue lanzado en Corea del Sur a finales de 2010, presentando un diseño mejorado que sigue la filosofía de diseño de Hyundai denominada "Escultura Fluida", similar a los nuevos

modelos de Hyundai Tucson, Hyundai Sonata y Hyundai Elantra. Integra nuevos motores Gamma de 1.4 y 1.6 litros con sistema CVVT, así como un motor diésel de 1.6 litros con turbo de geometría variable (VGT). Esta versión incluye más equipamiento en comparación con su predecesora, así como mejoras en la calidad de los materiales. La variante más equipada cuenta con frenos de disco en las cuatro ruedas con sistema ABS, control electrónico de estabilidad (ESC), modo activo eco (solo en automático), dos bolsas de aire, sistema eléctrico completo, controles de audio con función manos libres en el volante, y faros de niebla tanto en la parte delantera como en la trasera. (Lira, 2023)

Figura 8

Hyundai Accent 4° Generación



Nota. Tomada de *Hyundai Accent* por Sánchez, 2019, es-academic.com, (<https://es-academic.com/dic.nsf/eswiki/385571>).

1.6.5 5° Generación (2018 - 2023)

Ofrecido en tres variantes: la versión básica (SE), la intermedia (SEL) y la tope de gama (Limited). La versión original de la quinta generación no estuvo disponible en la mayoría de los países de Centroamérica y Sudamérica, siendo reemplazada por la generación anterior. Todos estos modelos están impulsados por el mismo motor de gasolina de cuatro cilindros en línea (I4) de 1.6 litros. Entre las características introducidas por primera vez en el Accent se incluyen un sistema de alerta de prevención de colisiones y un sistema de infoentretenimiento con pantalla táctil. (Lira, 2023)

Figura 9

Hyundai Accent 5° Generación



Nota. Tomada de *Hyundai Accent* por Sánchez, 2019, es-academic.com, (<https://es-academic.com/dic.nsf/eswiki/385571>).

1.7 Arduino MEGA 2560 R3

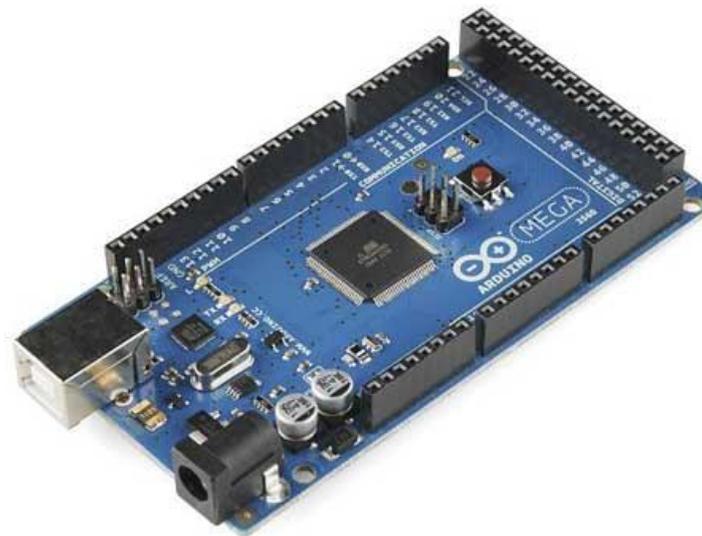
El Arduino MEGA 2560 es una placa de desarrollo que utiliza el microcontrolador ATmega2560, de ahí su denominación. Perteneciente a la amplia familia de placas Arduino, se destaca como una de las más representativas junto al Arduino UNO. (Guerra, 2020)

Siguiendo la tradición de esta serie de placas, el prenombrado autor menciona que el Arduino MEGA 2560 se compone principalmente de:

- Un microcontrolador (ATmega2560) configurado como "sistema mínimo", lo que implica el uso únicamente de los componentes esenciales para el funcionamiento del microcontrolador.
- Una interfaz USB-Serie que facilita la reprogramación del microcontrolador mediante un ordenador, un cable USB y el software Arduino IDE.
- Un conjunto de cabezales que posibilitan la conexión de los pines de entrada/salida, ya sea con los conocidos shields o con cualquier otro sistema externo.

Figura 10

Arduino Mega 2560

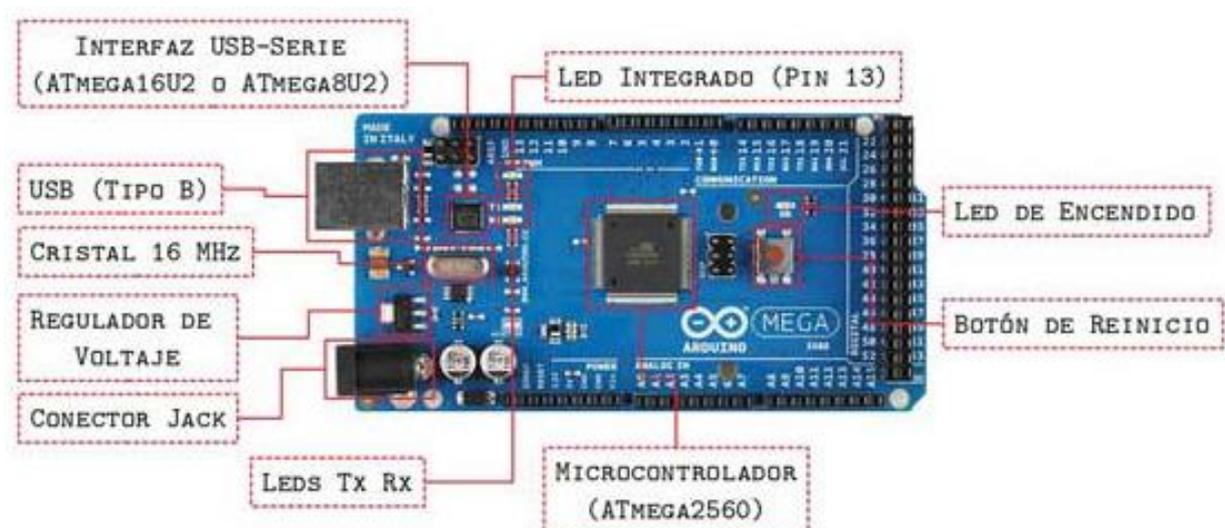


Nota. Tomada de *¿Qué es Arduino MEGA 2560?*, por Guerra, 2020, programarfacil.com (<https://programarfacil.com/blog/arduino-blog/arduino-mega-2560/>).

La siguiente figura exhibe un Arduino MEGA 2560 con sus componentes fundamentales identificados.

Figura 11

Componentes Fundamentales del Arduino Mega 2560



Nota. Tomada de *Componentes principales*, por Guerra, 2020, programarfacil.com (<https://programarfacil.com/blog/arduino-blog/arduino-mega-2560/>).

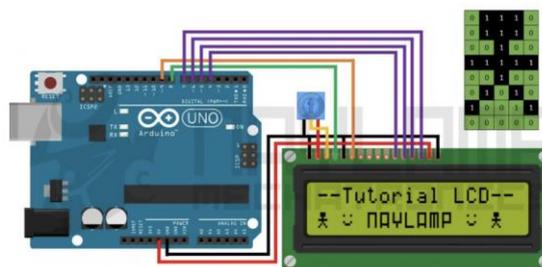
Tabla 2*Características del Arduino Mega 2560 R3*

<i>Características</i>	
Microcontrolador	ATmega 2560
Voltaje de funcionamiento	5 V
Alimentación	7-12 V
Voltaje máximo de entrada	6-20 V
Pines digitales E/S	54 (de las cuales 15 son salida PWM)
Pines de entrada analógica	16
Memoria flash	256 KB
Frecuencia de reloj	16 MHz
Longitud	101.52 mm
Ancho	53.3 mm
Peso	37 g
SRAM	8 KB

Nota. La tabla proporcionada detalla las especificaciones primordiales del Arduino Mega 2560 R3.

1.8 Pantalla LCD en el panel de control

Este dispositivo se responsabiliza de transformar las señales eléctricas provenientes de la placa en datos visuales comprensibles para los seres humanos. Es crucial tener un dominio tanto de las conexiones como de la programación de la pantalla LCD con Arduino, dado que este componente resulta altamente beneficioso en numerosos proyectos. La principal ventaja radica en que, mediante la pantalla LCD, podemos exhibir información de diversos datos, como temperatura, presión o voltaje. (Del Valle, 2022)

Figura 12*Pantalla LCD con Arduino*

Nota. Tomada de *Interfaz de visualización*, por Grupo Electrostore, n.d, winstar.com (https://www.winstar.com.tw/es/products/smart-display/can-display/3_5.html).

1.9 Panel de diagnóstico

Es un circuito eléctrico diseñado para facilitar pruebas a través de herramientas de diagnóstico mediante el flujo de corriente eléctrica. El panel debe contar con sistemas de instrumentación automotriz esquemática, coloreados y terminales de prueba para parámetros de señales, como voltaje y frecuencia. Estos elementos del circuito pueden ser detectados mediante el uso de instrumentos especializados.

Figura 13

Banco didáctico con panel de diagnóstico



Nota. Tomada de *Banco para medición de parámetros*, por Modelo Educativo De Entrenamiento De Motor. n.d, es.didactic-equipment.com (https://es.didactic-equipment.com/c/equipo-de-entrenamiento-automotriz_0044/4.html).

1.10 Entorno de desarrollo integrado (IDE)

Para generar, duplicar o ajustar código existen diversas herramientas disponibles, pero la más reconocida es el software Arduino IDE. Esta excelente herramienta posibilita la programación de hardware de manera intuitiva. Su principal ventaja radica en su amplia compatibilidad, ya que el software antes mencionado es capaz de programar la mayoría de las placas disponibles en el mercado.

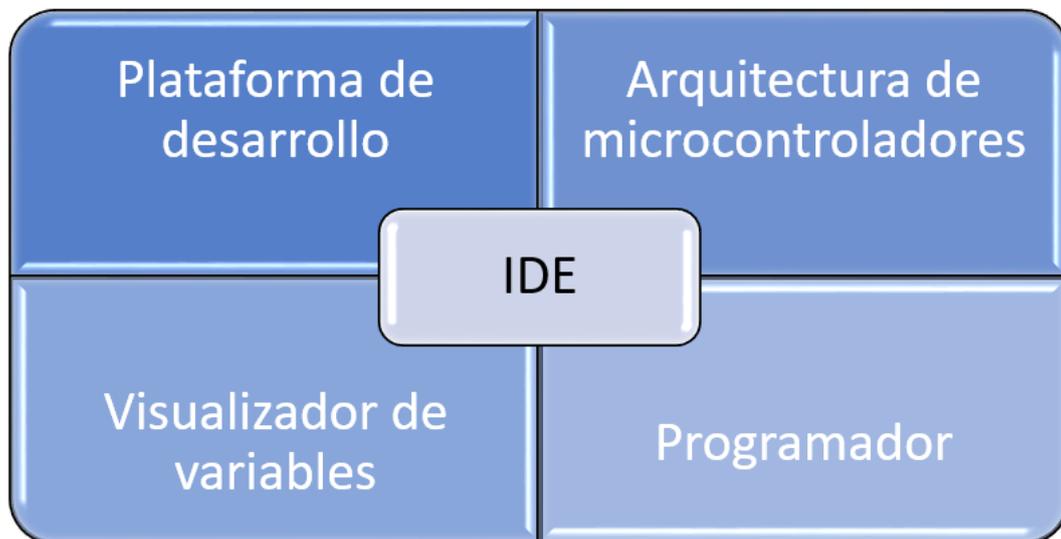
Una vez que la placa Arduino Mega está preparada para su desarrollo e integración, se utiliza de manera interactiva el entorno de desarrollo integrado (IDE) de Arduino. Este IDE se encarga de recibir el código del programa y cargarlo en la plataforma, además de ofrecer una alta compatibilidad con diversos sistemas operativos actuales.

El entorno asociado al Arduino IDE se destaca por contar con una extensa variedad de librerías, lo cual resulta muy beneficioso, ya que existen librerías específicas para sensores y módulos que son compatibles tanto con el programa como con el sistema operativo que se esté utilizando. (Díaz, Moreno, Sanjuan, Prada, & Torres, 2021)

1.11 Características IDE

Figura 14

Características del IDE



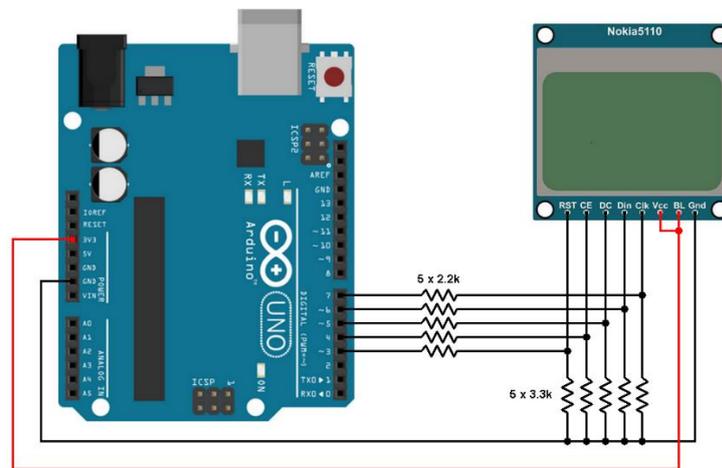
Nota. Cuadro sobre las características del IDE. Fuente: *Autores*

1.12 Desarrollo visual de programación

Para establecer la interconexión entre un panel digital y Arduino, es esencial identificar inicialmente el tipo de panel y determinar los pines que deben ser empleados para la conexión. Luego, se puede utilizar una librería diseñada específicamente para el modelo de panel en cuestión y seguir los procedimientos de conexión detallados en la documentación correspondiente. La pantalla digital se presenta como una opción destacada para la realización de este proyecto, dado que no solo es compatible con Arduino, sino que también puede ser utilizada de forma autónoma.

Figura 15

Circuito gráfico de programación



Nota. Tomada de *Interfacing Arduino with Nokia 5110 LCD*, por Zaragoza MakerSpace, n.d, simple-circuit.com (<https://simple-circuit.com/interfacing-arduino-nokia-5110-3310-lcd/>).

1.13 SENSORES

La industria del automóvil ha sido y seguirá siendo una de los avances tecnológicos que más representación tiene debido a que siempre están buscando que los vehículos sean más seguros, cómodos y eficientes. Es conocido también como una de las causas iniciales de la oleada de innovaciones tecnológicas en los vehículos, cabe recalcar que fue la crisis energética de los 70's y la contaminación ambiental, esto llevo a los gobiernos a generar estrictas normas para reducir la emisión de gases contaminantes por lo cual los fabricantes desarrollaron nuevos sistemas para mejorar los motores de combustión interna. Por tal manera la electrónica y las computadoras jugaron un papel importante y fundamental es así que los sensores son como los “órganos sensoriales” del sistema y su función es de transformar fenómenos físicos en magnitudes eléctricas. (Garcia O. , 2016)

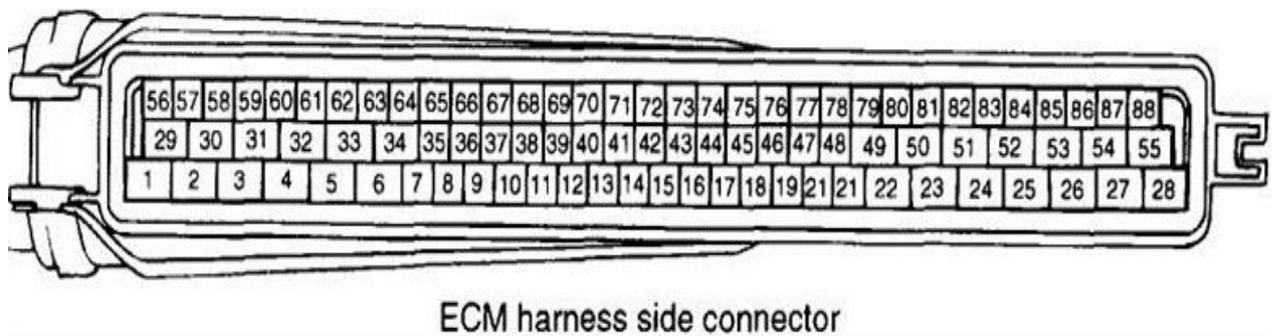
A continuación, se explicará los diferentes tipos de sensores que posee este motor a si también en la figura 1-6 se indicara los conectores del arnés del ECM.

- Sensor de oxígeno “O2”
- Sensor de flujo de aire “MAF”
- Sensor de posición de la aleta de aceleración “TPS”
- Sensor de posición de cigüeñal “CKP” de efecto Hall.
- Sensor de posición de árbol de levas “CMP” de efecto Hall.

- Sensor de temperatura del refrigerante del motor “ECT”
- Sensor de temperatura del aire de admisión “IAT”
- Sensor de detonación “KS”

Figura 16

ECM



ECM harness side connector

Nota. Conector lateral del arnés. Tomada de (*Automotrizenvideo, 2011*)

En la siguiente tabla se indicará los pines que corresponden a cada sensor, así también podemos analizar en el anexo 1 los diferentes componentes de la ECM

Tabla 3

Pines que corresponden a cada sensor

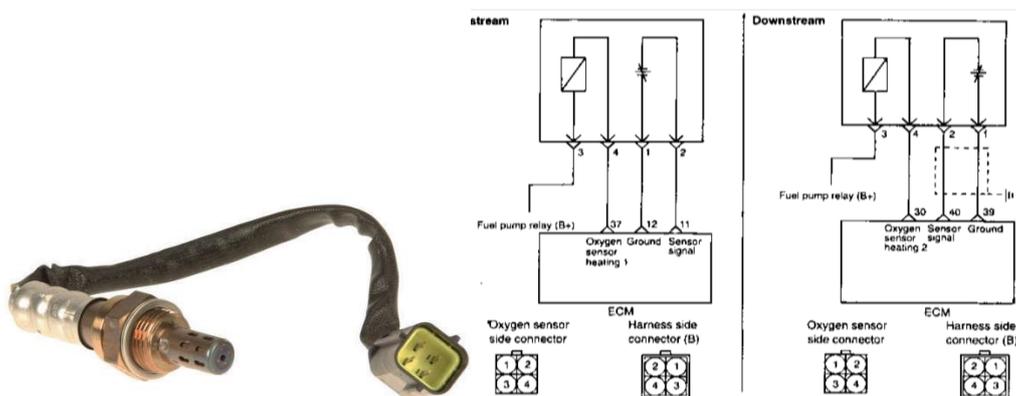
Sensor	Numero de pin
Sensor de oxígeno “O2”	37 – 12(tierra) – 11(señal)
Sensor de flujo de aire “MAF”	14(-) - 41
Sensor de posición de la aleta de aceleración “TPS”	71 (tierra) – 80 – 59 (5V)
Sensor de posición de cigüeñal “CKP” de efecto Hall.	16(posición A) – 43(posición B)
Sensor de posición de árbol de levas “CMP” de efecto Hall.	44(señal) – 28 (tierra)
Sensor de temperatura del refrigerante del motor “ECT	78 – 71(tierra)
Sensor de temperatura del aire de admisión “IAT”	77 – 71 (tierra)
Sensor de detonación “KS	71(tierra) – 70(señal)

1.13.1 Sensor de oxígeno “O2”

Tiene el trabajo de medir el contenido de oxígeno presente en los gases de escape ya que al detectar el oxígeno que produce este genera un voltaje proporcional al contenido de oxígeno, de tal manera si el contenido de oxígeno es bajo, el voltaje producido es alto(0.90 voltios o mezcla pobre en combustible), cabe recalcar que el sensor O2 debe teóricamente ciclar entre los 0.00 voltio y 1.00 voltio, en practica el ciclo es de entre 0.10 voltios y 0.90 voltios. (Concepcion, 2011)

Figura 17

Sensor de oxigeno



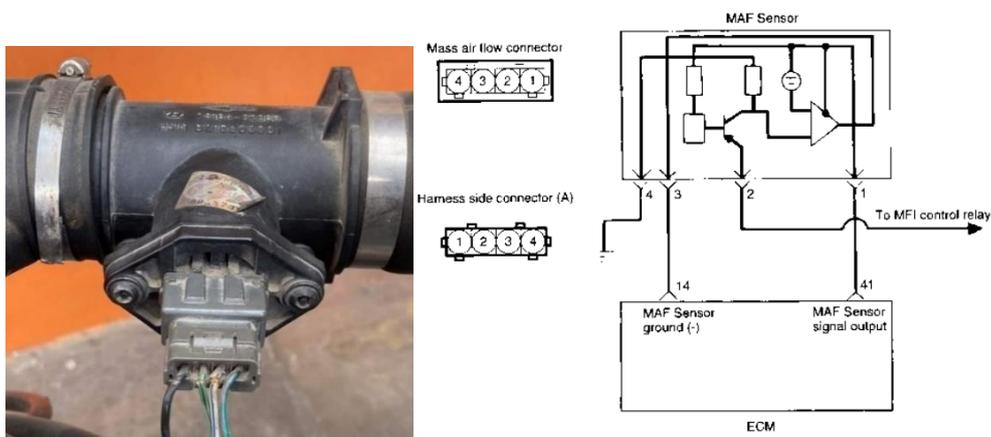
Nota. Sensor de oxígeno Hyundai Accent. Tomada de *mundo repuesto 2018*. [Mundo Repuesto](#)

1.13.2 Sensor de flujo de aire “MAF”

Tiene la función de convertir la cantidad de aire aspirado por el motor en una señal de voltaje. Ya que la ECU necesita saber la cantidad de aire que está ingresando para calcular la cantidad de combustible a inyectar, cuando tiene que saltar la chispa en la bujía y cuando realizar cambios en la A/T. Cabe indicar que en ralentí el voltaje es aproximadamente 1V, el cual representa una cantidad de aire de 8.2 kg/h “kilogramos por hora”. (Llivicura & Lupercio, 2014).

Figura 18

Sensor MAF



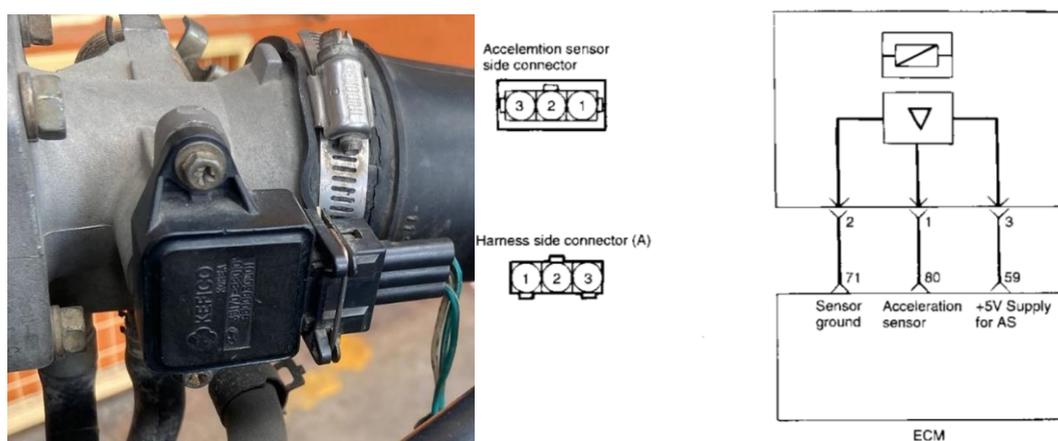
Nota. Sensor de flujo de aire. Tomado de (*Automotrizenvideo, 2011*).

1.13.3 Sensor de posición de la aleta de aceleración “TPS”

Su función es de identificar cual es el ángulo de apertura que tiene la mariposa y traducir estos datos en una señal eléctrica que será entregada directamente al módulo de control electrónico para que través de la señal transmitida por el sensor TPS el ECM pueda recibir la información sobre la aceleración o deceleración que desea el conductor (Neira, Arias, Sarmiento, & León, 2019).

Figura 19

Sensor TPS



Nota. Sensor de posición de la aleta de aceleración. Tomado de (*Automotrizenvideo, 2011*)

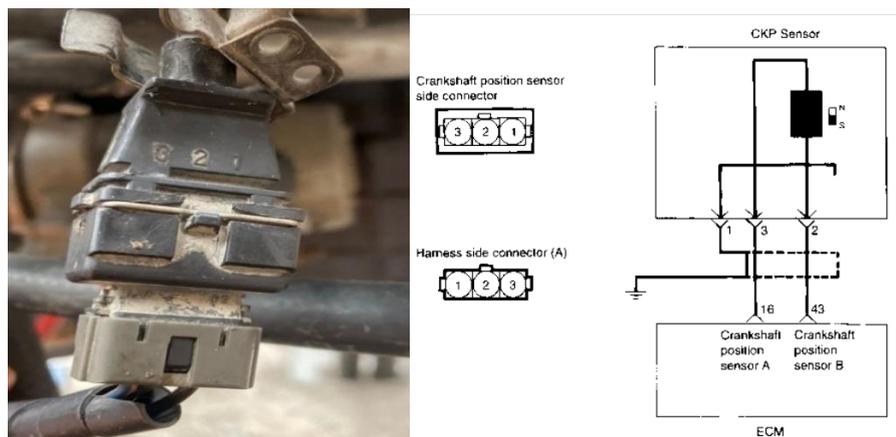
1.13.4 Sensor de posición de cigüeñal “CKP” de efecto Hall.

Este sensor tiene como función comunicar la posición del cigüeñal y las RPM del motor, así mismo este es un detector magnético o de efecto hall. La ECU analiza las RPM del motor y hace los ajustes necesarios en el encendido y en el combustible puesto que si este sensor no funciona el motor no arranca ya que la computadora interpreta esta señal como si el motor no girara.

El sensor CKP le informa a la computadora que el cigüeñal está en condiciones de empujar los pistones hacia arriba y abajo para la sincronización del motor, además este sensor reportar el número y secuencias de las ranuras hechas en el plato del convertidor de torsión para que junto con el dato del sensor del árbol de las levas (CMP), la computadora ubique; la posición del cilindro N°1 y la regeneración de chispa e inyección pueda ser sincronizada con el motor, a este sensor le podemos encontrar atrás del motor a lado derecho (Velez, 2012).

Figura 20

Sensor CKP



Nota. Sensor de posición de cigüeñal. Tomado de (Automotrizenvideo, 2011).

1.13.5 Sensor de posición de árbol de levas “CMP” de efecto Hall.

Este sensor trabaja de manera similar que el sensor CKP, este sensor de posición de árbol de levas, lee las ranuras realizadas en el engrane del eje de levas para que la computadora identifique la posición de los cilindros y sincronice la activación secuencial de los inyectores, ya que la computadora utiliza los datos de los sensores CKP y CMP para determinar la sincronización de la chispa de los inyectores (Velez, 2012).

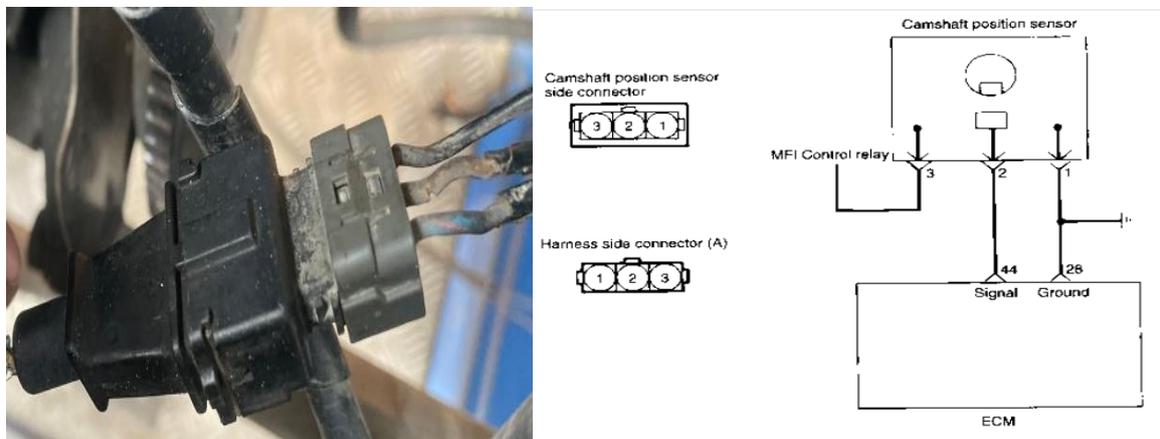
Trabaja según el efecto Hall, una corona dentada se encuentra en el árbol de levas. Mediante la rotación de la corona dentada, se modifica la tensión del circuito integrado Hall

que se encuentra en el cabezal del sensor. Esta tensión cambiante es transmitida a la ECM para determinar los datos necesarios, por ejemplo, para distinguir la posición en la que se encuentra el cilindro 1 del cilindro 4 al comparar la señal del CMP con la del CKP sincronizando de mejor manera la inyección. (Calderón Orellana, 2022)

Cabe mencionar que, si se pierde la señal del sensor CMP mientras el motor está en marcha, el sistema de inyección de combustible cambiará a un modo de inyección de combustible secuencial, basándose en el último pulso de inyección de combustible y el motor continuará en marcha (Atancuri, Buncay, & Matute, 2011).

Figura 21

Sensor CMP



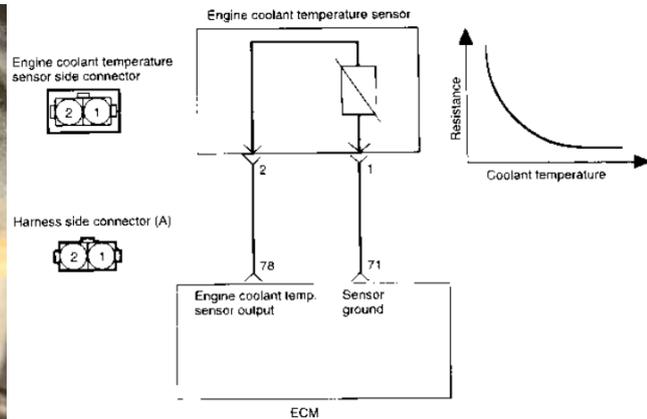
Nota: Sensor de posición de árbol de levas. Tomado de (Automotrizenvideo, 2011).

1.13.6 Sensor de temperatura del refrigerante del motor “ECT”

Este sensor responde a cambios que se presentan en la temperatura del refrigerante, de tal manera que esta información la recibe la ECU la misma que utiliza para calcular la cantidad de combustible que se inyecta al motor para asegurar que funcione de manera óptima a diferentes temperaturas. El sensor ECT suele estar ubicado cerca del refrigerante, antes del termostato. Cabe recalcar que es fundamental para muchas funciones de la ECU, como la inyección de combustible, tiempo de encendido, sincronización variable de válvulas, cambios de transmisión, etc. Siempre se debe verificar que el motor este trabajando a la temperatura de funcionamiento normal y que el sensor ECT envíe una señal precisa de temperatura a la ECU. (Chavez, 2013).

Figura 22

Sensor ECT



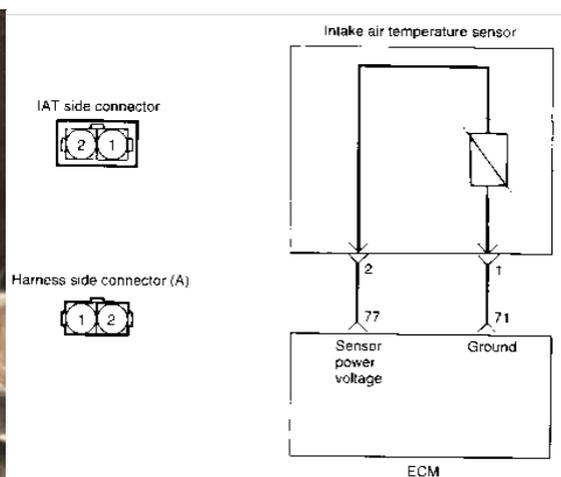
Nota. Sensor de temperatura de refrigerante del motor. Tomado de (*Automotrizenvideo, 2011*).

1.13.7 Sensor de temperatura del aire de admisión “IAT”

Tiene como función informar a la ECU la temperatura del aire de admisión, para que ésta en base a su temperatura, calcule la densidad del aire y en función a esto calcular la cantidad de oxígeno que ingresa al motor, para ajustar el tiempo de inyección, así también permite a la computadora (ECU) corregir el punto estequiométrico. (Crespo Sotamba & Pulla, 2023)

Figura 23

Sensor IAT



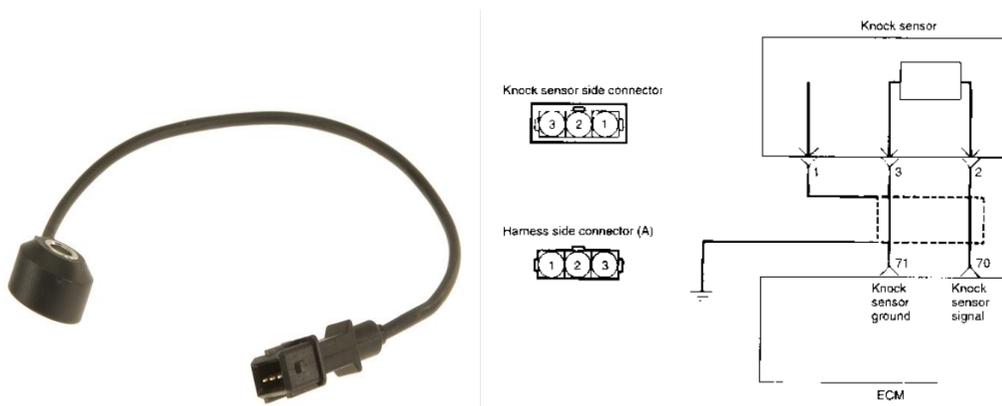
Nota. Sensor IAT Hyundai Accent. Tomado de (*Automotrizenvideo, 2011*).

1.13.8 Sensor de detonación “KS”

Su función es detectar los sonidos de detonación, esto ocurre dentro de un rango de frecuencia específica. La vibración/ruido del golpeteo se transmite por el bloque y se aplica como presión sobre el elemento del KS creando una señal de voltaje, cabe recalcar que la ECU controla el tiempo de encendido basado en la amplitud y frecuencia de la señal del KS de tal manera que, si el golpeteo es detectado, el tiempo de encendido es retrasado. El golpeteo crea una vibración de alta frecuencia (5-10KHz) en el cilindro la cual transmite al KS por el bloque de cilindros. Como la señal de salida del KS contiene varias frecuencias mezcladas, el filtro “pasa banda” limpia la señal y a si determina si existe golpeteo, cabe mencionar que el golpeteo solo ocurre durante un periodo de la fase de combustión evitando la detonación errónea. (Llivicura & Lupercio, 2014)

Figura 24

Sensor KS



Nota. Sensor de detonación. Tomada de *Mundo repuesto*, 2014. [Mundo Repuesto](#)

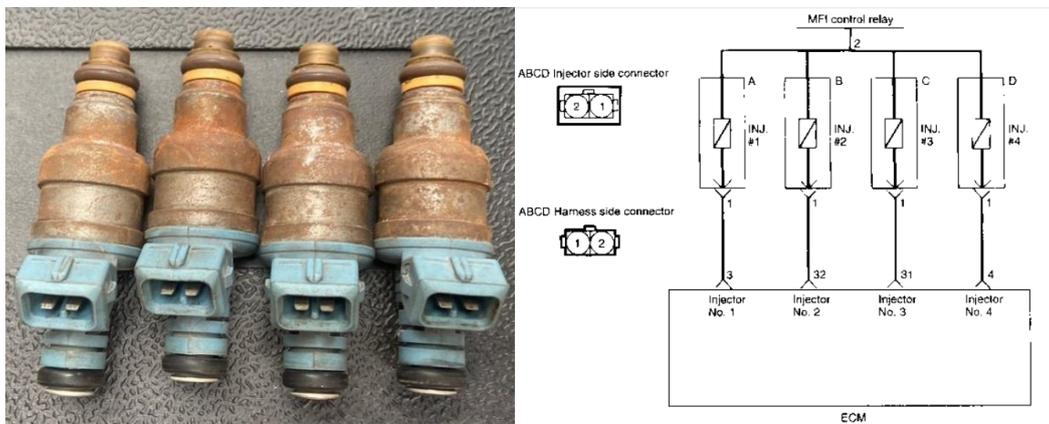
1.14 ACTUADORES

1.14.1 Inyectores

Son los encargados de suministrar el combustible al motor, estos poseen un orificio de entrada de combustible en donde se aloja una fina malla filtrante o micro filtro de aproximadamente veinte micras también poseen uno o varios orificios por donde sale el combustible las mismas están fabricadas con tolerancias muy pequeñas por lo que permite una fina pulverización o atomización del combustible además los inyectores están abiertos entre dos y quince milisegundos aproximadamente y esto también depende de las condiciones de trabajo del motor. (Villavicencio, 2012).

Figura 25

Inyectores



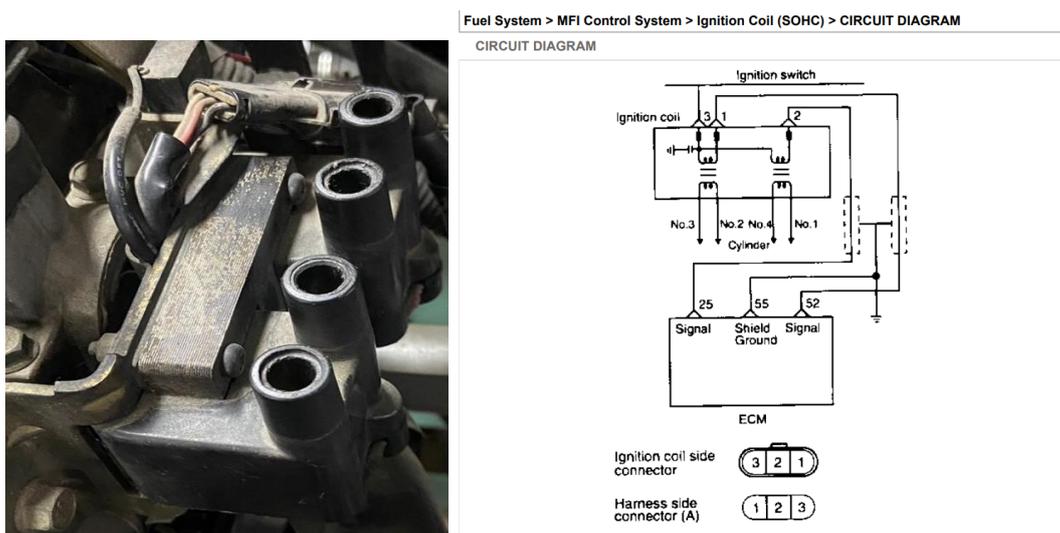
Nota. Inyectores de Hyundai Accent. Tomado de (*Automotrizenvideo, 2011*).

1.14.2 Bobinas de encendido

Es un dispositivo de inducción electromagnética o inductor que tiene la función de elevar el voltaje normal de a bordo (6, 12 o 24 V según los casos) a un valor 1000 veces mayor con el objetivo de lograr el arco eléctrico o chispa en la bujía para de esta manera lograr la inflamación de la mezcla aire/combustible en la cámara de combustión (Guaman & Beltran, 2013)

Figura 26

Bobina de encendido



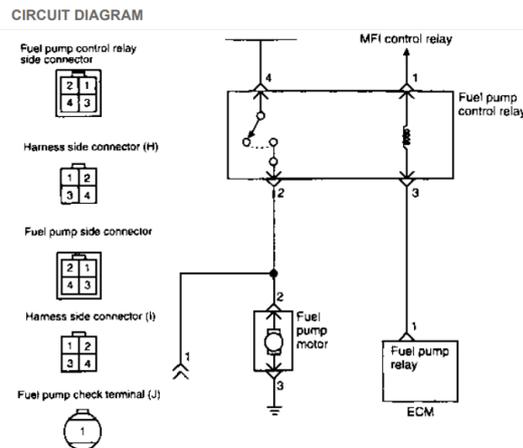
Nota. Bobinas de encendido del Hyundai Accent. Tomado de (*Automotrizenvideo, 2011*).

1.14.3 Bomba de combustible

Su función es de extraer la gasolina del depósito y distribuir mediante los rieles con una presión constante hasta el riel de inyección, además esta presión en una bomba que este en buen funcionamiento debe suministrar combustible a 35 a 55 psi, así también esta bomba se controla mediante un relé principal controlado por la ECU.

Figura 27

Bomba de combustible



Nota. Bomba de combustible. Tomado de (*Automotrizenvideo, 2011*).

CAPITULO 2

RECONDICIONAMIENTO DEL MOTOR HYUNDAI ACCENT

2.1 Diagnóstico previo del motor Hyundai Accent

Para realizar el reacondicionamiento del motor Hyundai Accent se debe considerar algunos parámetros importantes los cuales nos permitirá conocer el estado en el que se encuentra el motor, para ello se debe realizar un diagnóstico y realizar las acciones correctivas en el motor y así lograr su operatividad, a si también se procederá a implementar el control electrónico y también los dispositivos necesarios para su funcionalidad.

Figura 28

Motor Hyundai Accent



Nota. Motor Hyundai Accent, Autor. Ayala & Yunga, 2023

A continuación, se detallará un modelo de las inspecciones que se llevaran a cabo para el reacondicionamiento del motor Hyundai Accent.

Tabla 4

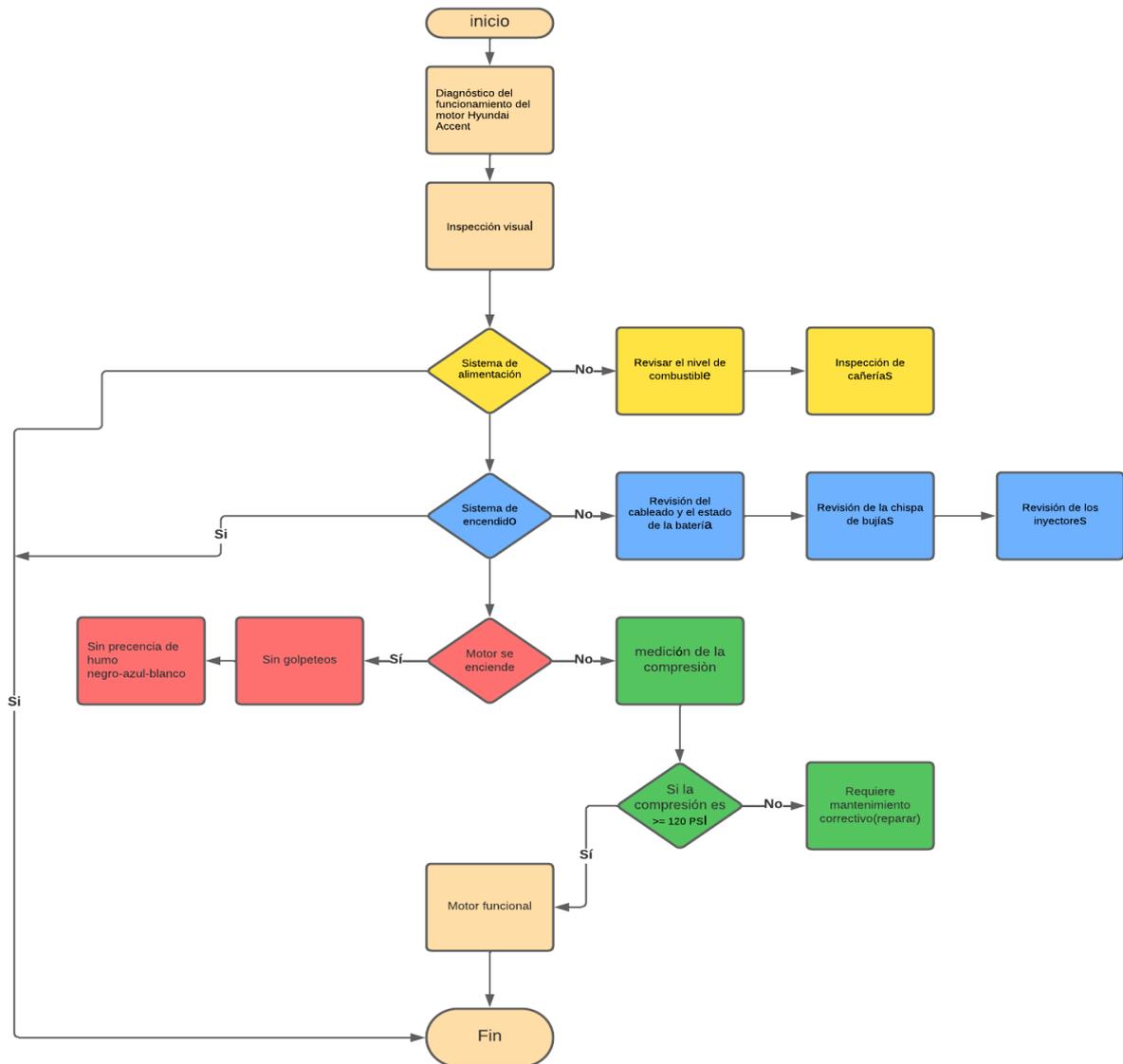
Diagnostico visual del motor

<i>Sistemas</i>	<i>Partes a inspeccionar</i>
Sistemas Refrigeración	Mangueras, termostato, depósitos
Sistemas Alimentación	Cañerías, bomba de combustible, inyectores
Sistemas Eléctrico	Cableado, sensores, sockets
Sistemas Arranque	Alternador, motor de arranque, cableado
Sistemas Lubricación	Cañerías, filtro aceite

Para conocer el estado en el que se encuentra el motor se realizara un diagnóstico, así como inspecciones visuales para determinar si está en óptimas condiciones de igual manera se verificara en el manual fabricante ciertos parámetros que nos indique si el motor está en condiciones de operatividad.

Figura 29

Diagrama de flujo



Nota. Diagrama de flujo diagnostico motor. *Fuente:* Autores

2.2 Inspección visual previa a las modificaciones

Al realizar la respectiva inspección visual se encontró que el motor no se encontraba en óptimas condiciones para su funcionamiento, ya que varios elementos están averiados por lo tanto es necesario reemplazarlos. En las siguientes tablas se indica los elementos del motor y su condición.

Tabla 5

Tabla cualitativa del sistema de refrigeración

Tabla cualitativa del sistema de refrigeración							
Motor: gasolina	modelo: Hyundai Accent 1.5 L				número: V342278		
Estado	Existe	si	no	bueno	regular	malo	
Cañerías de líquido refrigerante		X			X		
Radiador		X			X		
Ventilador		X			X		
Termostato		X					X

Tabla 6

Tabla cualitativa del sistema de alimentación

Tabla cualitativa del sistema de alimentación							
Motor: gasolina	modelo: Hyundai Accent 1.5 L				número: V342278		
Estado	Existe	si	no	bueno	regular	malo	
Cañerías de combustible		X			X		
Cañería de retorno		X			X		
Inyectores		X			X		

Tabla 7

Sistema cualitativa del sistema de lubricación

Tabla cualitativa del sistema de lubricación							
Motor: gasolina	modelo: Hyundai Accent 1.5 L				número: V342278		
Estado	Existe	si	no	bueno	regular	malo	
Aceite		X					X
Filtro		X					X

Tabla 8*Tabla cualitativa del sistema eléctrico*

Tabla cualitativa del sistema eléctrico							
Motor: gasolina	modelo: Hyundai Accent 1.5 L			número: V342278			
Estado	Existe	si	no	bueno	regular	malo	
Circuito		X			X		
OBD II			X				
Batería			X				
Bujías		X			X		
Bobinas		X			X		
Inyectores		X			X		

Tabla 9*Tabla cualitativa del sistema de arranque*

Tabla cualitativa del sistema de arranque							
Motor: gasolina	modelo: Hyundai Accent 1.5 L			número: V342278			
Estado	Existe	si	no	bueno	regular	malo	
Cables del motor de arranque		X				X	
Motor de arranque		X			X		
Alternador		X			X		

Tabla 10*Tabla cualitativa otros elementos*

Tabla cualitativa otros elementos							
Motor: gasolina	modelo: Hyundai Accent 1.5 L			número: V342278			
Estado	Existe	si	no	bueno	regular	malo	
Banda de accesorios		X			X		
Banda de distribución		X			X		
Cable de aceleración			X				

Tabla 11*Prueba de compresión del motor*

PRUEBA DE COMPRESIÓN				
Medición	Estado	PSI	Cumple	
Cilindro 1		149	✓	
Cilindro 2		149	✓	
Cilindro 3		150	✓	
Cilindro 4		149	✓	

Observaciones: La prueba realizada al motor Hyundai Accent demostró que los cuatro cilindros están en un promedio de 149.5 psi, lo cual nos indica que están dentro de los parámetros de funcionamiento establecidos en el manual del fabricante, cabe recalcar que estos valores deberían oscilar entre un máximo de 153psi y un mínimo de 120 psi, de lo contrario el motor tendría que ser intervenido.

2.3 Sistema de refrigeración

El sistema de refrigeración juega un papel muy importante en el motor ya que estos mantienen la temperatura de funcionamiento ideal. La temperatura que alcanza el mismo motor puede agrietar, derretir o incluso incendiarse, para lo cual el sistema de refrigeración es indispensable debido a que este sistema de refrigeración circula por los pasajes internos a través de los cuales circula el anticongelante, regulando la temperatura y evitando posibles daños por el calor (Chancahuaña, 2023).

2.3.1 Cañerías de líquido refrigerante

Al realizar la inspección visual se pudo constatar que las cañerías se encontraban en mal estado, por lo cual se procedió a retirar el termostato y se pudo observar que se encontraba con un polvo blanquecino.

Figura 30

Cañerías de líquido refrigerante



Nota. Cañerías de líquido refrigerante Hyundai Accent, *Autor*, Ayala & Yunga, 2023

2.3.2 Radiador y ventilador

En la inspección visual que se realizó al radiador y al ventilador se identificó que se encontraban en buen estado, no presentaban fisuras o abolladuras.

Figura 31

Radiador y ventilador



Nota. Radiador, ventilador Hyundai Accent, *Autor*. Ayala & Yunga, 2023

2.3.3 Termostato

Al realizar una inspección visual se pudo evidenciar que la base y el termostato se encontraba oxidado, por tal manera su función de mantener al motor dentro del rango de temperatura sería obsoleto.

Figura 32

Termostato y tapa del termostato



Nota. Termostato y tapa del termostato Hyundai Accent, *Autor.* Ayala & Yunga, 2023

2.3.4 Filtro de aire

En la inspección se pudo observar que no había filtro de aire, pero el compartimiento se encontraba en buen estado por lo cual se sugiere adquirir un filtro de aire para prevenir que ingrese partículas que dañe al motor.

Figura 33

Filtro de aire



Nota. Compartimiento del filtro de aire Hyundai Accent, *Autor.* Ayala & Yunga, 2023

2.4 Sistema de alimentación

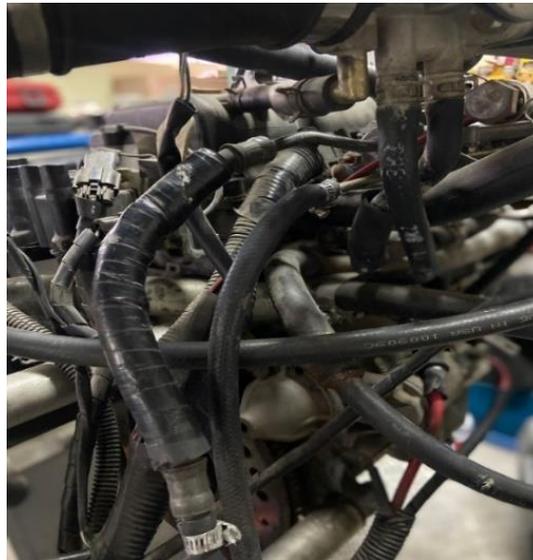
Es el encargado de llevar el combustible desde el tanque hasta el motor de combustión interna, la importancia de que tenga un buen funcionamiento depende mucho del estado en el que se encuentre las cañerías.

2.4.1 Cañería de combustible

Mediante de las cañerías se transporta la gasolina hacia el riel de inyectores, consiguiendo estos inyectan para realizar la combustión. Estas se encontraban en buenas condiciones por lo cual no es necesario su reemplazo.

Figura 34

Cañerías de combustible



Nota. Cañerías de combustible, *Autor.* Ayala & Yunga, 2023

2.4.2 Regulador de presión de combustible

Al realizar la inspección se pudo observar que el regulador de presión no presentaba fisuras o daños que interrumpían su funcionamiento, cabe mencionar que este regulador básicamente controla y mantiene constante la presión del combustible, evitando de esa manera daños en otros componentes como son los inyectores o las cañerías de alimentación.

Figura 35

Regulador de presión de combustible



Nota. Regulador de presión de combustible, *Autor.* Ayala & Yunga, 2023

2.4.3 Depósito de gasolina

Luego de hacer la respectiva revisión del depósito de gasolina se observó que se encontraba en buen estado, sin embargo, no contaba con la tapa del depósito.

Figura 36

Depósito de gasolina



Nota. Depósito de gasolina, *Autor.* Ayala & Yunga, 2023

2.4.4 Bomba de gasolina

La bomba es la encargada de hacer llegar el combustible de manera constante y con la presión necesaria hacia los inyectores, por lo general están ubicadas en el interior del depósito de gasolina. Al realizar la inspección se observó que la bomba se encontraba fuera del depósito.

Figura 37

Bomba de gasolina



Nota. Bomba de combustible, *Autor.* Ayala & Yunga, 2023.

2.5 Sistema de Lubricación

2.5.1 Filtro de Aceite

El filtro de aceite, componente esencial para retener impurezas, requiere cambios periódicos para mantener la salud del motor. Se recomienda su sustitución por uno nuevo.

Figura 38

Filtro de aceite



Nota. Filtro de aceite, *Autor.* Ayala & Yunga, 2023.

2.5.2 Aceite

El aceite, crucial para la lubricación interna del motor, debe ser reemplazado si muestra signos de pérdida de propiedades. La verificación visual sugiere la necesidad de sustituirlo por un nuevo suministro.

Figura 39

Cambio de aceite



Nota. Extracción de aceite, *Autor.* Ayala & Yunga, 2023.

2.6 Sistema Eléctrico y de Encendido

2.6.1 Batería y bornes

En relación al sistema eléctrico y de encendido, se llevó a cabo la evaluación de la batería y sus bornes mediante un multímetro. La medición reveló un voltaje de 12.54V, lo cual significa que está en buen estado para la correcta puesta en marcha del motor. También se confirmó la integridad de los bornes, ya que no presentan fisuras.

Figura 40

Estado de los bornes y voltaje de la batería



Nota. Estado de bornes y batería, *Autor.* Ayala & Yunga, 2023.

2.6.2 Alternador

Se verificó la adecuada generación de voltaje de carga por parte del alternador para la batería, como se ilustra en la figura. Esta evaluación se llevó a cabo mediante la medición del voltaje con el motor en funcionamiento, registrando un valor de 14.43 Voltios, lo que confirma el óptimo rendimiento del alternador.

Figura 41

Voltaje del alternador



Nota. Medición del voltaje del alternador, *Autor.* Ayala & Yunga, 2023.

2.6.3 Puerto DLC u OBD II

En cuanto al Puerto DLC u OBD II, durante la inspección visual se observaron únicamente los cables de conexión, lo que limitó la capacidad de verificar datos relacionados con fallos y correcciones.

2.6.4 Bujías

Las bujías, localizadas en los cilindros del motor, desempeñan un papel crucial al generar la chispa eléctrica necesaria para la combustión de la mezcla de aire y combustible. Cada bujía fue sometida a una verificación individual para garantizar su correcto funcionamiento. Los valores medidos indican que se encuentran dentro del rango establecido por el fabricante (3.1 a 4 Ohm), confirmando así su buen estado operativo.

Tabla 12

Medición de resistencia de las bujías

Resistencia de las bujías	
Bujía 1	3.9 Ohm
Bujía 2	3.6 Ohm
Bujía 3	3.7 Ohm
Bujía 4	3.8 Ohm

Figura 42

Medición de la resistencia de las bujías



Nota. Estado y comprobación de bujías, *Autor.* Ayala & Yunga, 2023.

2.6.5 Bobina

La bobina de encendido, responsable de suministrar la corriente de alta tensión a las bujías, fue sometida a una limpieza de conectores utilizando un spray limpiador de contactos para asegurar su funcionalidad óptima.

Figura 43

Limpieza de bobina



Nota. Estado y limpieza de la bobina de encendido, *Autor.* Ayala & Yunga, 2023.

2.6.6 Inyectores

La inspección visual de los inyectores reveló la presencia de los cuatro componentes necesarios. Posteriormente, se procedió a la limpieza, cambio de filtro y rines de los inyectores.

Figura 44

Limpieza de inyectores



Nota. Limpieza ultrasonido de los inyectores, *Autor.* Ayala & Yunga, 2023.

2.6.7 Cables de Bujías

Durante la inspección visual de los cables de bujías, se identificó la ausencia de uno de ellos, el cual fue reemplazado. Aunque los cables existentes no presentaban roturas en sus aislamientos, se evaluó su resistencia con un multímetro. Los resultados, detallados en la tabla adjunta, indicaron que los cables están en condiciones adecuadas para su funcionamiento, cumpliendo con los requisitos del manual de fabricación (60 Ohm a 69 Ohm).

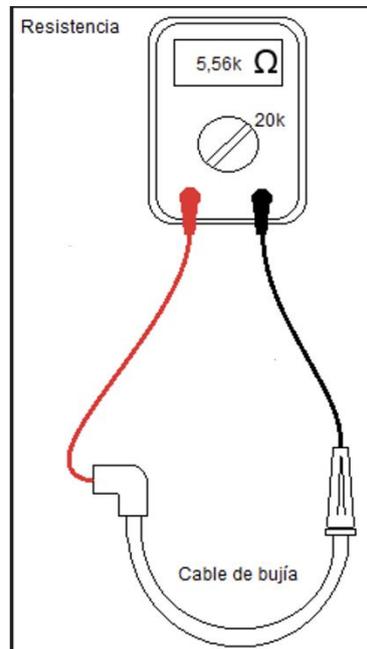
Tabla 13

Medición de resistencia de los cables de bujías

Resistencia de los cables de bujías	
Cable 1	66 Ohm
Cable 2	65 Ohm
Cable 3	64,5 Ohm
Cable 4	65 Ohm

Figura 45

Medición de cables de bujías



Nota. Esquema de la medición de los cables de bujías, *Tomado de* (Automotrizenvideo, 2011)

2.7 Sistema de Arranque

2.7.1 Cableado Electrónico

Se necesita una reparación del cableado electrónico correspondiente, ya que su correcto funcionamiento es esencial para garantizar la transmisión exitosa de señales y corriente, evitando posibles fallas.

Figura 46

Estado del cableado electrónico



Nota. Estado del cableado electrónico. *Autor.* Ayala & Yunga, 2023.

2.7.2 Cables de Motor de Arranque

Durante la inspección visual del motor de arranque, encargado de consumir la corriente eléctrica de la batería, se identificaron defectos en las conexiones eléctricas, lo que puede afectar su desempeño.

Figura 47

Estado de los cables del motor de arranque



Nota. Estado en el que se encontró los cables del motor de arranque, *Autor.* Ayala & Yunga, 2023.

2.7.3 Circuito de Encendido

El interruptor, encargado de transformar la energía eléctrica de la batería en energía mecánica para iniciar el motor, muestra condiciones satisfactorias en su cableado, según la evaluación visual.

Figura 48

Switch del banco didáctico



Nota. Switch que se encuentra instalado en el banco didáctico, *Autor.* Ayala & Yunga, 2023.

2.8 OTROS COMPONENTES

2.8.1 Banda de distribución

La verificación de la correa de distribución se llevó a cabo mediante la inspección visual, considerando criterios específicos que incluyen la identificación de grietas, la detección de ruidos, vibraciones y posibles dificultades en el arranque del motor. Tras aplicar estos criterios, se procedió con la evaluación visual, durante la cual se constató que la correa no exhibía grietas, como se evidencia en la siguiente imagen. Durante el arranque del motor, no se experimentaron dificultades, y se verificó que la correa no generaba ruidos anómalos.

Figura 49

Estado de la banda de distribución



Nota. Estado de la banda de distribución, *Autor.* Ayala & Yunga, 2023.

2.8.2 Banda de accesorios

La evaluación de la banda de accesorios se llevó a cabo mediante un análisis visual y auditivo, considerando los siguientes criterios: presencia de grietas debido a la resequeidad y emisión de ruido durante el funcionamiento del motor. Tras llevar a cabo una inspección minuciosa, no se identificaron indicios de desgaste o fallo en la correa de accesorios, como se evidencia en la siguiente imagen. En consecuencia, se optó por reutilizarla en lugar de llevar a cabo su reemplazo.

Figura 50

Estado de la banda de accesorios



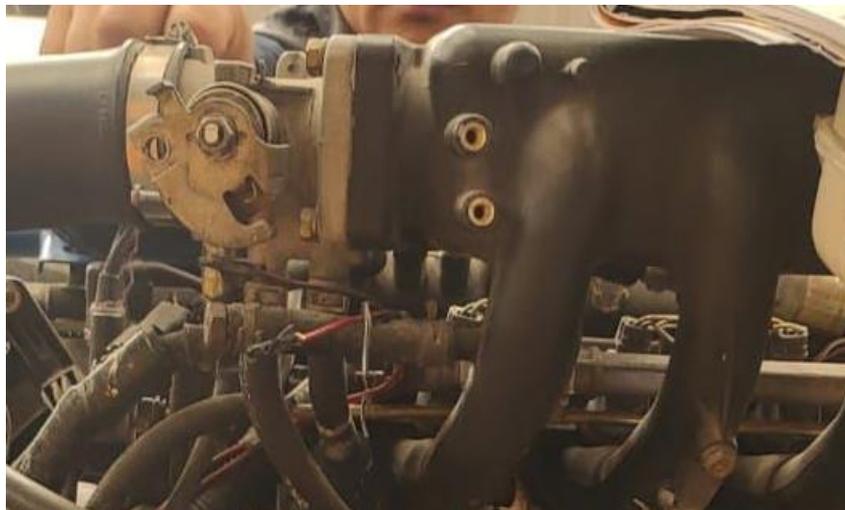
Nota. Estado de la banda de accesorios, *Autor.* Ayala & Yunga, 2023.

2.8.3 Cable de aceleración

Previo al diagnóstico realizado se observó que el motor no contaba con el cable de aceleración,

Figura 51

Cable de aceleración



Nota. Ausencia del cable de aceleración, *Autor.* Ayala & Yunga, 2023.

2.9 Estado de la estructura del banco didáctico

La estructura del banco didáctico no es la adecuada, además de encontrarse en mal estado, por tal manera se ha propuesto la creación y construcción de un nuevo diseño que cumpla con los requisitos necesarios para llevar a cabo el proyecto de manera satisfactoria.

Tabla 14

Tabla cualitativa de la estructura del banco didáctico

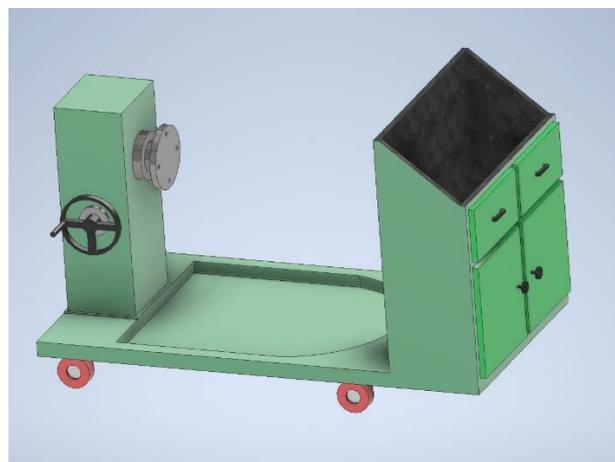
TABLA CUALITATIVA DE LA ESTRUCTURA DEL BANCO DIDÁCTICO						
Elementos	Existe	si	no	Bueno	Regular	Malo
Bases del motor		X			X	
Pernos de sujeción		X			X	
Ruedas de la maqueta		X			X	
Pintura		X			X	

2.9.1 Diseño de la estructura con inventor

El diseño de la estructura se llevó a cabo mediante el software Inventor 2021. Se realizarán modificaciones integrales en la estructura inicial y la base del motor, incorporando componentes esenciales ausentes para garantizar su correcto desempeño. Entre estos componentes se incluyen los siguientes: indicadores del tablero de instrumentos, soporte para la batería, depósito para combustible y otros elementos necesarios.

Figura 52

Diseño de la estructura con inventor



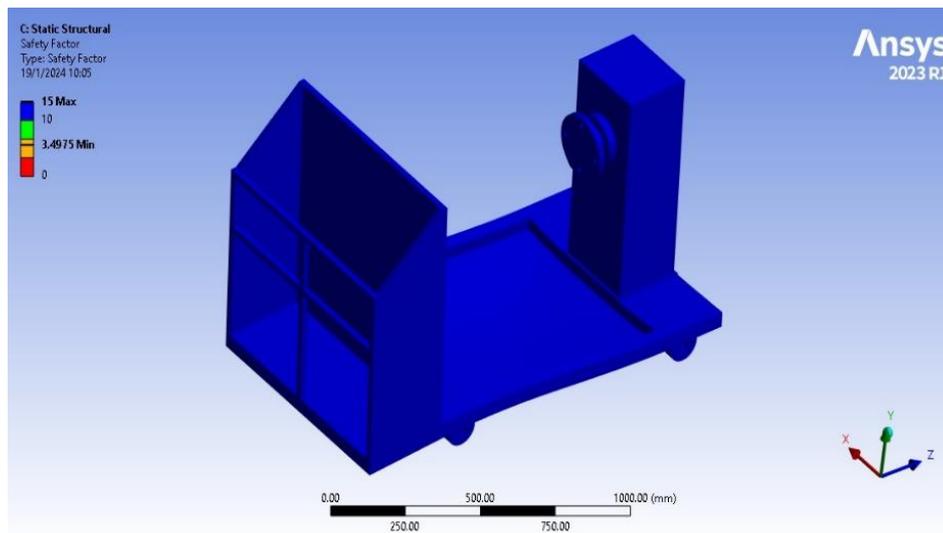
Nota. Diseño de la estructura del banco didáctico *Autor.* Ayala & Yunga, 2023.

Una vez finalizado el diseño de la estructura del modelo con las dimensiones y especificaciones requeridas, se procedió a la fabricación del mismo.

2.9.2 Pruebas de resistencia de la maqueta en ANSYS

Figura 53

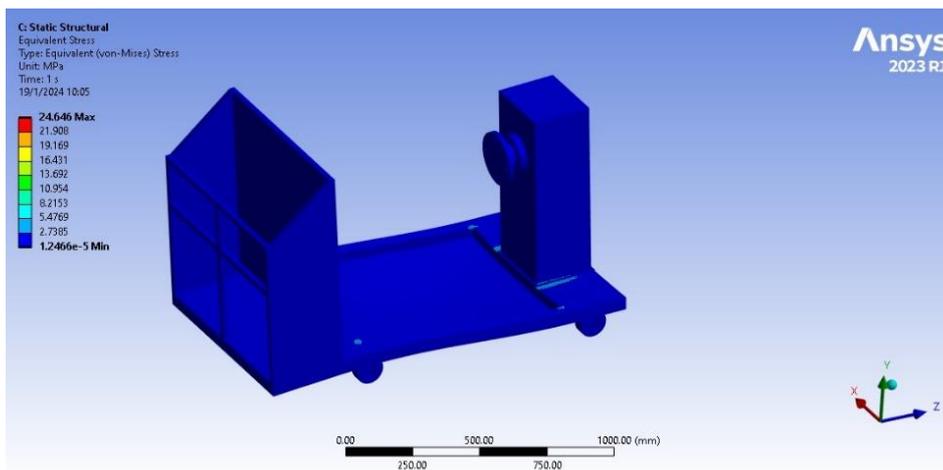
Factor de seguridad



Nota. Prueba de factor de seguridad en ANSYS, *Autor.* Ayala & Yunga, 2023.

Figura 54

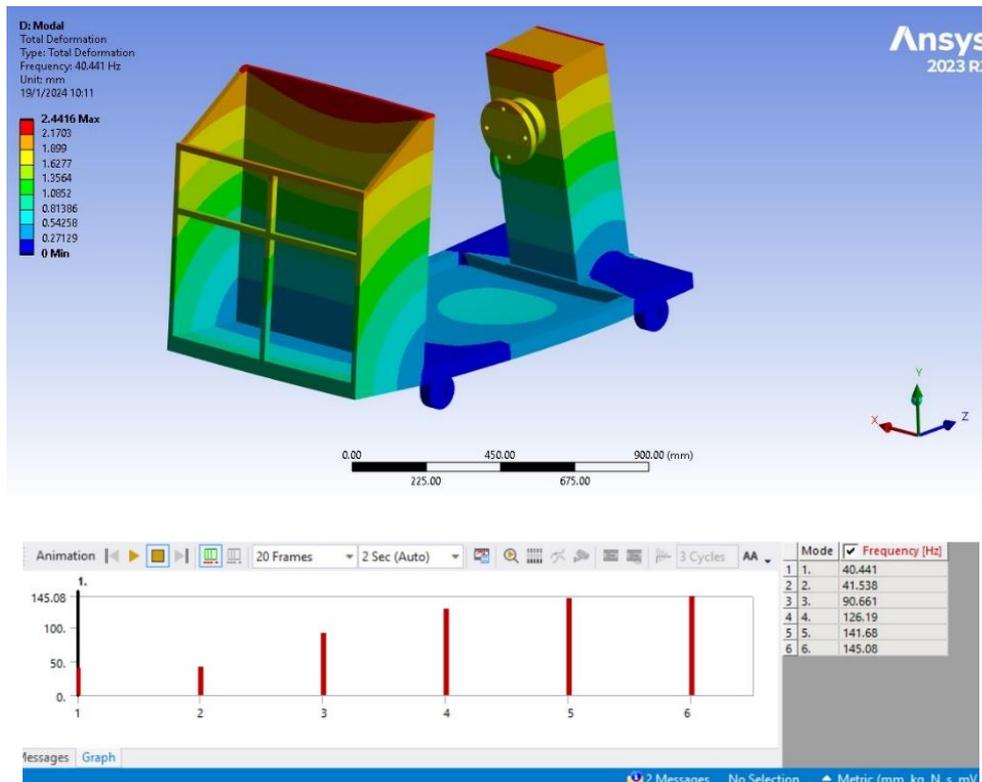
Stress o Von Mises



Nota. Prueba de Von Mises en ANSYS, *Autor.* Ayala & Yunga, 2023.

Figura 55

Deformación total



Nota. Prueba de la deformación total en ANSYS, *Autor.* Ayala & Yunga, 2023.

Observación: Al realizar la simulación de la estructura en el programa ANSYS se pudo analizar la parte más comprometida del banco, así como otros factores, cabe recalcar que se colocó un peso de 929 kg en el pedestal simulando el peso del motor.

Reacondicionamiento de la estructura

Durante el proceso de extracción del motor de la estructura anterior, se evidenció que los materiales utilizados no eran aptos para su reacondicionamiento, ya que presentaban deficiencias estructurales acumuladas por el tiempo de uso. En consecuencia, se optó por diseñar y construir un nuevo banco didáctico, empleando materiales que aseguraran una prolongada durabilidad y un rendimiento óptimo.

2.9.3 Proceso de manufactura

En la elaboración de la nueva estructura, se emplearon las siguientes herramientas y materiales:

Herramientas / Equipos

- Escuadra.
- Flexómetro.
- Amoladora.
- Soldadora eléctrica.
- Compresor.
- Taladro.

Materiales

- Brocas.
- Electroodos.
- Disco de corte para hierro.
- Disco de pulir.
- Cepillo de acero.
- Pintura.
- Masilla.
- Pintura automotriz de color verde.
- Pernos, arandelas y tuercas.
- Tubo de acero cuadrado de dimensiones 5cm x 2cm.
- Plancha de acero con un espesor de 1.5mm.
- Bisagras.

Una vez detallados los materiales y herramientas necesarios, se procederá con la fase de construcción.

2.9.4 Construcción de la estructura

En la producción de la estructura, se siguió como referencia el diseño y plano previamente confeccionados mediante el software Inventor. Se llevaron a cabo medidas, cortes, dobleces y soldaduras del material, ajustándose a las dimensiones requeridas.

Una vez elegidos los materiales y considerando sus propiedades, se procedió a cortar y soldar conforme al diseño previamente establecido. El resultado de este proceso se refleja en la siguiente imagen, la cual representa la nueva estructura del motor.

Después de finalizar la construcción de la estructura del motor y verificar que las dimensiones coincidían con el diseño inicial, se llevaron a cabo los detalles finales, que incluyeron el proceso de pintura y la instalación de las manijas en las puertas.

Figura 56

Construcción de la estructura



Nota. Construcción de la estructura, *Autor.* Ayala & Yunga, 2023.

2.9.5 Pintado de la estructura

Luego de llevar a cabo la construcción y la incorporación de componentes a la estructura de la maqueta, se llevó a cabo el proceso de pintura, utilizando verde agua como color principal, tal como se aprecia en la Figura 2.25

A las modificaciones realizadas, se logró mejorar la presentación estética, la estabilidad y la movilidad de la estructura.

Con el objetivo de optimizar la movilidad de la maqueta, se procedió a cambiar las ruedas, implementando ruedas delanteras con capacidad de movimiento para una maniobrabilidad mejorada, mientras que las ruedas traseras se mantuvieron fijas para brindar mayor estabilidad.

Figura 57

Pintado de la estructura



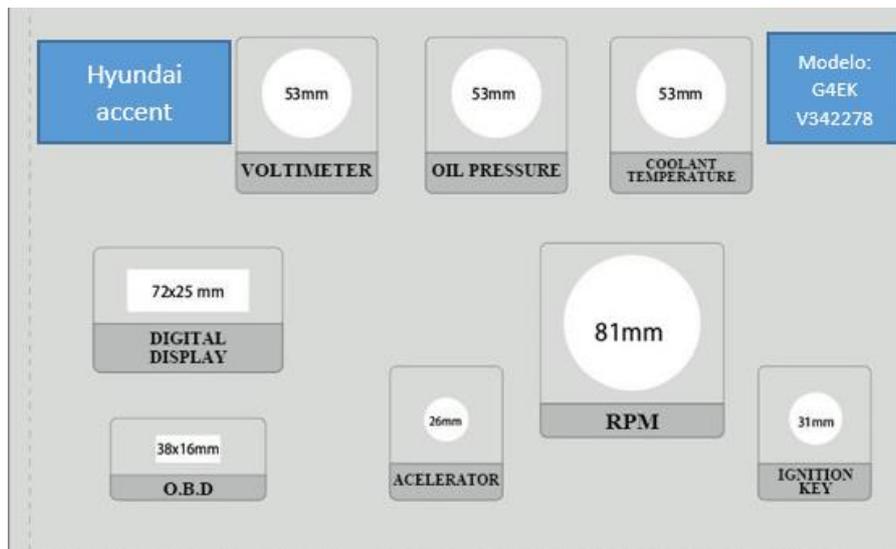
Nota. Proceso de pintado de la estructura, *Autor.* Ayala & Yunga, 2023.

2.10 Diseño del panel de control

A continuación, se presenta el diseño del panel de control que será utilizado en el banco didáctico.

Figura 58

Diseño del panel de control



Nota. Panel de control finalizado, *Autor.* Ayala & Yunga, 2023.

2.11 Resultados del reacondicionamiento del motor Hyundai Accent

Después de realizar el diagnóstico del motor Hyundai Accent se identificó que el mismo presentaba deterioro de ciertas partes mecánicas como eléctricas, por lo que se procedió a corregir ciertos problemas.

2.11.1 Resultados de la lista de componentes después de realizar el reacondicionamiento

En la siguiente tabla se podrá identificar las partes y sistemas que se hicieron mantenimiento.

Tabla 15*Tabla cualitativa de las partes a mantenimiento*

TABLA CUALITATIVA DE LAS PARTES A MANTENIMIENTO							
Motor:	Gasolina	Modelo: Hyundai Accent L 1.5			Numero: V342278		
	Estado:	Existe	si	no	Bueno	Regular	Malo
Sistema de refrigeración							
	Cañerías de líquido refrigerante		X		X		
	Termostato		X		X		
Sistema de alimentación							
	Cañería de combustible		X		X		
	Inyectores		X		X		
Sistema de lubricación							
	Aceite		X		X		
	Filtro		X		X		
Sistema eléctrico							
	Circuito eléctrico		X		X		
	OBD II		X		X		
	Bujías		X		X		
	Bobinas		X		X		
Sistema de arranque							
	Cables del motor de arranque		X		X		
	Alternador		X		X		
Otros elementos							
	Cable del acelerador		X		X		

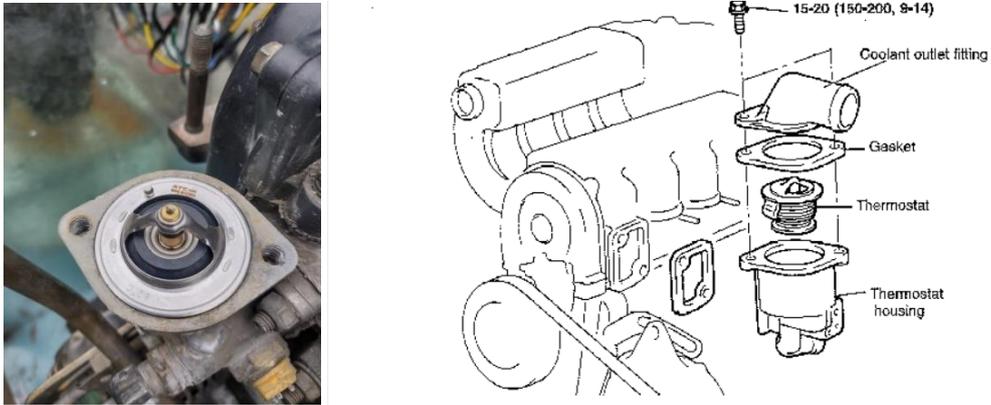
2.11.2 Resultado del reacondicionamiento del sistema de refrigeración

Previo al diagnóstico realizado se identificó que las mangueras de refrigeración y el termostato se encontraban deteriorados (oxidado), lo que impidió que se realice la prueba de

funcionamiento del mismo, por lo tanto, se procedió a cambiar el elemento con ayuda del manual del fabricante.

Figura 59

Montaje del termostato



Nota: instalación del termostato según el fabricante. Tomado de (Automotrizenvideo, 2011)

2.11.3 Resultado del reacondicionamiento del sistema de alimentación

Después de realizar la respectiva inspección visual del sistema de alimentación se constató que el estado de las cañerías se encontraba en condiciones óptimas para su funcionamiento, para lo cual se ejecutó una prueba de compresión, sin embargo, se realizó una limpieza de los inyectores para determinar la existencia de fugas.

Figura 60

Lavado de inyectores



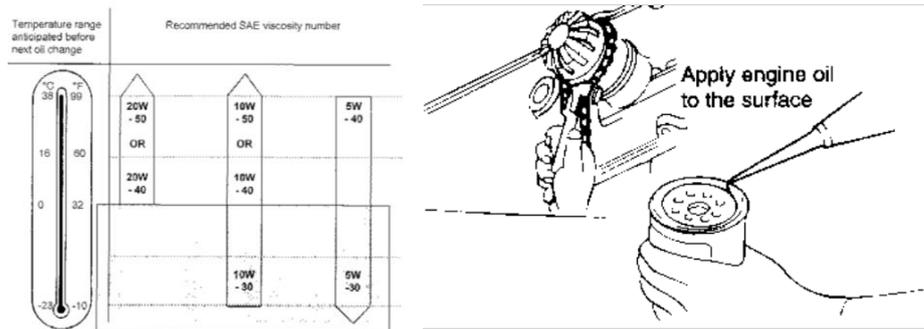
Nota. Lavado por ultrasonido de los inyectores, Autor. Ayala & Yunga, 2023.

2.11.4 Resultado del mantenimiento del sistema del sistema de lubricación

Se verifico que el aceite que se encontraba en el motor ya no tenía la viscosidad necesaria y la apariencia que presentaba el aceite era de color negro por lo cual determinamos que era necesario un cambio de aceite como del filtro, para lo cual requerimos al manual del fabricante para conocer que aceite era el adecuado para el motor.

Figura 61

Recomendación de lubricante según SAE



Nota: lubricante según el fabricante. Tomado de (Automotrizenvideo, 2011)

2.11.5 Resultado del reacondicionamiento del sistema del sistema eléctrico

Se verifico que los cables del sistema eléctrico se encontraban en mal estado, presentando partes de los cables atrofiadas, por lo cual se procedió a cambiar los cables antes mencionados por unos nuevos para garantizar la transmisión exitosa de señales y corriente, evitando posibles fallas, así también se adquirió un OBD II ya que el motor no contaba con el mismo en la figura 2.29 se indica el cableado corregido y en la figura 2.30 el OBD II adquirido.

Figura 62

Reacondicionamiento del sistema eléctrico



Nota. Resultado del reacondicionamiento del sistema eléctrico, Autor. Ayala & Yunga, 2023.

Figura 63

OBD II Hyundai Accent



Nota. Entrada OBD II, *Autor.* Ayala & Yunga, 2023.

2.11.6 Resultado del reacondicionamiento del sistema del sistema de arranque

Se verifico que los cables del motor de arranque presentaban defectos en las conexiones eléctricas, lo que puede afectar su desempeño, por lo cual se realizó nuevas conexiones con unos nuevos cables.

Figura 64

Reacondicionamiento del sistema del sistema de arranque



Nota. Reparación de los cables del motor de arranque, *Autor.* Ayala & Yunga, 2023.

2.11.7 Resultado de la implementación del cable de aceleración

En el mantenimiento del motor se llevó a cabo la implementación del cable de acelerador ya que este no contaba con el mismo, así también, se consideró algunos parámetros importantes al momento de instalarlo como indica el fabricante.

Figura 65

Cable de aceleración



Nota. Cable de aceleración del Hyundai Accent, *Autor.* Ayala & Yunga, 2023.

2.12 Finalización del banco

A continuación, se muestra una imagen como quedo la estructura para el banco didáctico ya finalizado.

Figura 66

Estructura finalizada



Nota. Resultado final de la estructura para el banco didáctico, *Autor.* Ayala & Yunga, 2023.

CAPITULO 3

IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DIGITAL DEL GENERADOR DE FALLOS DE SENSORES

3.1 Armado del cableado para la toma de señales de los sensores

En esta parte se facilitará información detallada sobre el esquema eléctrico de cada sensor utilizado, así también se incluirá el cableado correspondiente, el número de pin y las características que permitirán establecer una conexión directa al tablero.

Figura 67

Tablero del banco didáctico



Nota. Tablero del banco didáctico ya instalado, *Autor.* Ayala & Yunga, 2023.

3.1.1 Extensión de cables de señal de sensores hacia el tablero

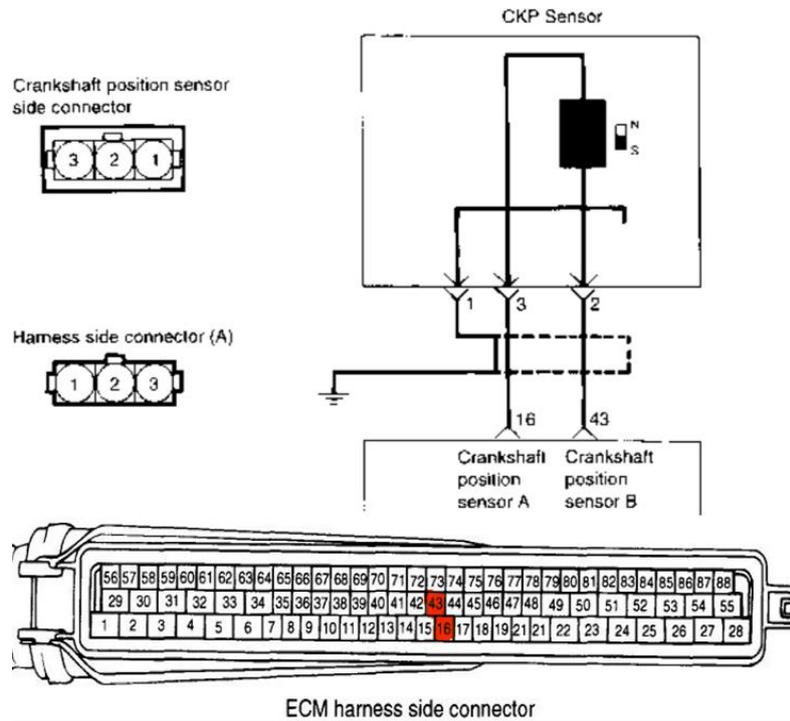
Para realizar el cableado correspondiente de cada sensor se hizo uso del diagrama eléctrico de los sensores a usar, de esta manera se logró reconocer las señales de manera precisa como se detallará a continuación.

3.2 Sensor CKP

Este sensor se encuentra ubicado a un costado de la polea del cigüeñal, también consta de tres líneas; una positiva directa de batería cable de color negro, una negativa directa de color tomate y una línea de color negro que va directamente a la computadora el cual envían información al módulo de control.

Figura 68

Diagrama del sensor CKP



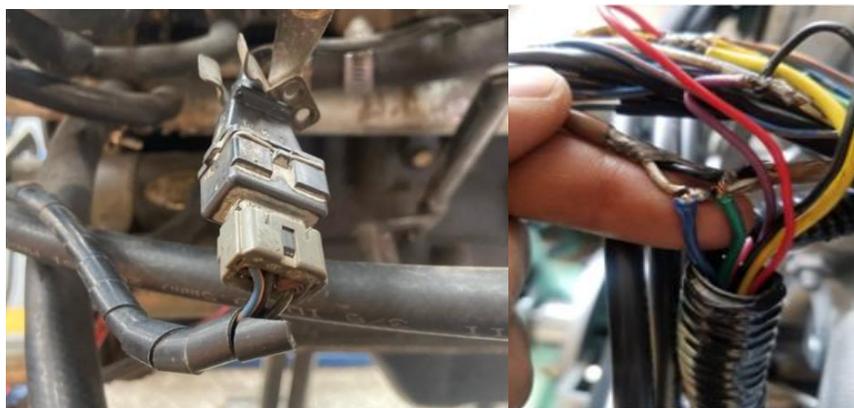
Nota: diagrama CKP. Tomado de (Automotrizenvideo, 2011)

3.2.1 Identificación y armado del sistema del sensor CKP

Con la información del diagrama se procedió a identificar en el motor el sensor para realizar las conexiones necesarias reconociendo la señal del sensor

Figura 69

Identificación de cables



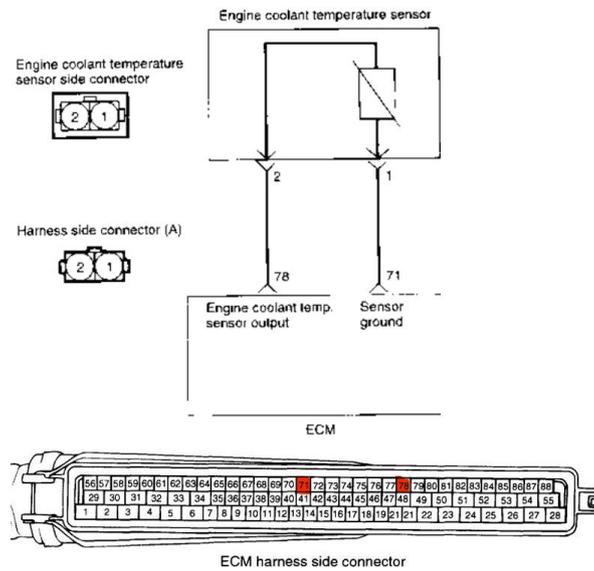
Nota. Identificación de los cables del sensor CKP, Autor. Ayala & Yunga, 2023.

3.3 Sensor ECT

Se encuentra ubicado a un lado del termostato, este sensor posee dos pines, uno de color blanco y otro de color negro. El cable de blanco corresponde a la temperatura del refrigerante y por otra parte el color negro corresponde a la conexión a tierra

Figura 70

Diagrama del sensor ECT



Nota: diagrama ECT tomado de (Automotrizenvideo, 2011)

3.3.1 Identificación y armado del sistema del sensor ECT

Con la información correspondiente del sensor ECT se procedió a identificar el cable de señal emitida para realizar las conexiones adecuadas.

Figura 71

Sensor ECT



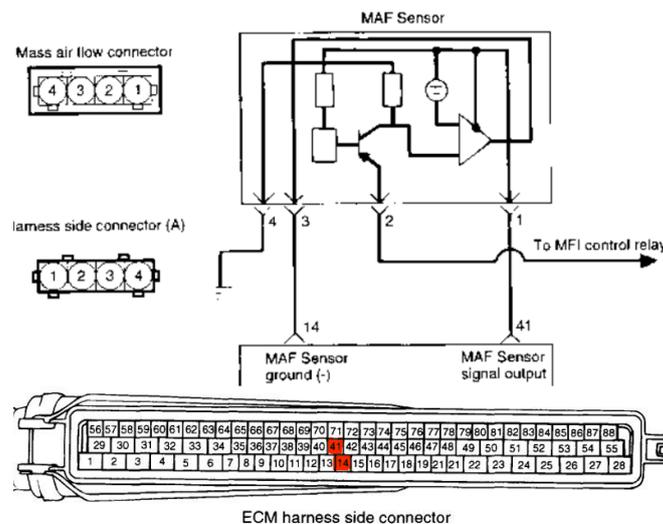
Nota. Identificación de los cables del sensor ECT, Autor. Ayala & Yunga, 2023.

3.4 Sensor MAF

Este sensor por lo general se encuentra ubicado antes del colector de admisión y después del filtro de aire, en el caso de este motor el sensor se encuentra directamente en el conducto de entrada de aire, entre el filtro de aire y el cuerpo de aceleración, además este sensor contiene cuatro pines: Señal – color blanco, Alimentación 12 voltios – color verde masa– color negro Señal de retorno – color verde claro

Figura 72

Diagrama del sensor MAF



Nota: diagrama MAF - B30. Tomado de (Automotrizenvideo, 2011)

3.4.1 Identificación y armado del sistema del sensor MAF

Con la información respectiva del sensor MAF se procedió a identificar el cable de la señal, para realizar las conexiones adecuadas.

Figura 73

Sensor MAF



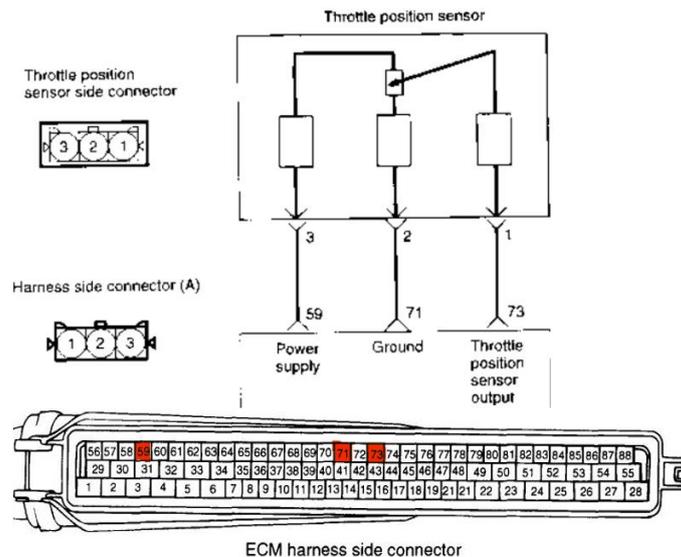
Nota. Identificación de los cables del sensor MAF, Autor. Ayala & Yunga, 2023.

3.5 Sensor TPS

El sensor TPS es de tipo potenciómetro o de resistencia variable, el cual se encuentra ubicado al lado del cuerpo de aceleración y está formado por tres pines: Una referencia de 5 voltios – color verde claro Una referencia baja – color verde claro Una señal – color blanco

Figura 74

Diagrama del sensor TPS



Nota: diagrama TPS. Tomado de (Atancuri, Buncay, & Matute, 2011)

3.5.1 Identificación y armado del sistema del sensor TPS

Con la información obtenida del sensor TPS, se procedió a identificar la señal del sensor para realizar las conexiones correspondientes.

Figura 75

Sensor TPS



Nota. Identificación de los cables del sensor TPS, Autor. Ayala & Yunga, 2023.

3.6 Sensor IAT

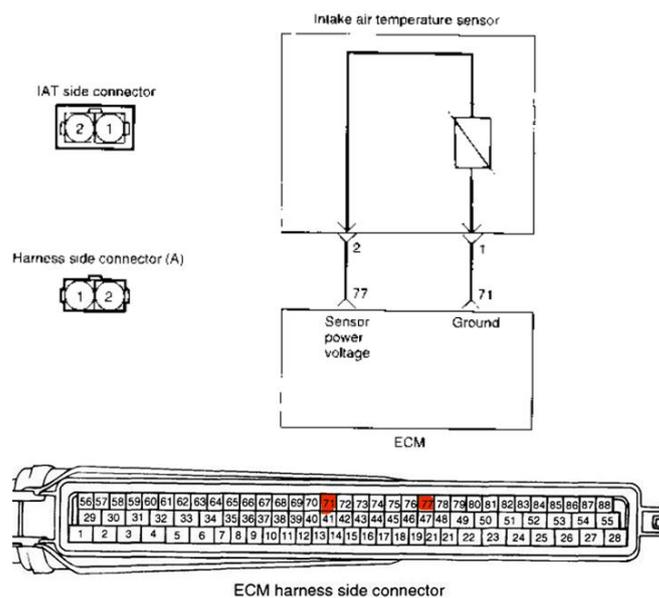
El sensor IAT es una resistencia variable que mide la temperatura del aire entrante al motor y se encuentra generalmente ubicado en el colector de admisión, este sensor posee dos circuitos que son:

Circuito de Señal – color amarillo

Circuito de referencia baja – color negro

Figura 76

Diagrama del sensor IAT



Nota: sensor IAT. Tomado de (Automotrizenvideo, 2011)

3.7 Diseño del sistema

Su diseño se basa en la interpretación de fallas generadas por la ECU, por lo cual dispondremos de una pantalla donde podremos visualizar el código de error, en el anexo 1-17 podremos observar el diagrama de conexión de los sensores al Arduino.

3.8 Funcionamiento del software

Las señales de los sensores del motor Hyundai Accent son interpretadas por el Arduino donde luego de pasar por la misma, es enviada al programa el cual se encargará de procesar el tipo de error que nos genera al desconectar o inhabilitar el sensor, en el anexo se visualizará su funcionamiento.

A continuación, se indicará la programación usada para el generador de fallos.

```
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
LiquidCrystal_I2C lcd(0x38, 2, 1, 0, 4, 5, 6, 7, 3, NEGATIVE);
int puls1 = 2; int puls2 = 3; int puls3 = 4;
int puls4 = 5; int puls5 = 6; int puls6 = 7;
int led1 = 8; int led2 = 9; int led3 = 10;
int led4 = 11; int led5 = 12; int led6 = 13;
void setup()
{
  pinMode(puls1,INPUT); pinMode(puls2,INPUT); pinMode(puls3,INPUT);
  pinMode(puls4,INPUT); pinMode(puls5,INPUT); pinMode(puls6,INPUT);

  pinMode(led1,OUTPUT); pinMode(led2,OUTPUT); pinMode(led3,OUTPUT);
  pinMode(led4,OUTPUT); pinMode(led5,OUTPUT); pinMode(led6,OUTPUT);

  Serial.begin(9600);
  lcd.begin(16,2);
  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print("BIENVENIDO");
  delay(1000);
  lcd.clear();
}
void loop()
{
  if(digitalRead(puls1))
  {
    digitalWrite(led1,HIGH); digitalWrite(led2,LOW); digitalWrite(led3,LOW);
    digitalWrite(led4,LOW); digitalWrite(led5,LOW); digitalWrite(led6,LOW);
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print("SENSOR A");
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print("ERROR 123x456");
    Serial.println("a");
    delay(1000);
  }
}
```

```

}

if(digitalRead(puls2))
{
  digitalWrite(led1,LOW); digitalWrite(led2,HIGH); digitalWrite(led3,LOW);
  digitalWrite(led4,LOW); digitalWrite(led5,LOW); digitalWrite(led6,LOW);
  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print("SENSOR B");
  lcd.setCursor(0,1);
  lcd.print("ERROR 123x456");
  Serial.println("b");
  delay(1000);
}

if(digitalRead(puls3))
{
  digitalWrite(led1,LOW); digitalWrite(led2,LOW); digitalWrite(led3,HIGH);
  digitalWrite(led4,LOW); digitalWrite(led5,LOW); digitalWrite(led6,LOW);
  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print("SENSOR C");
  lcd.setCursor(0,1);
  lcd.print("ERROR 123x456");
  Serial.println("c");
  delay(1000);
}

if(digitalRead(puls4))
{
  digitalWrite(led1,LOW); digitalWrite(led2,LOW); digitalWrite(led3,LOW);
  digitalWrite(led4,HIGH); digitalWrite(led5,LOW); digitalWrite(led6,LOW);
  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print("SENSOR D");
  lcd.setCursor(0,1);
  lcd.print("ERROR 123x456");
  Serial.println("d");
  delay(1000);
}

```

```

}

if(digitalRead(puls5))
{
  digitalWrite(led1,LOW); digitalWrite(led2,LOW); digitalWrite(led3,LOW);
  digitalWrite(led4,LOW); digitalWrite(led5,HIGH); digitalWrite(led6,LOW);
  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print("SENSOR E");
  lcd.setCursor(0,1);
  lcd.print("ERROR 123x456");
  Serial.println("e");
  delay(1000);
}

if(digitalRead(puls6))
{
  digitalWrite(led1,LOW); digitalWrite(led2,LOW); digitalWrite(led3,LOW);
  digitalWrite(led4,LOW); digitalWrite(led5,LOW); digitalWrite(led6,HIGH);
  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print("SENSOR F");
  lcd.setCursor(0,1);
  lcd.print("ERROR 123x456");
  Serial.println("f");
  delay(1000);
}

if(!digitalRead(puls1) and !digitalRead(puls2) and !digitalRead(puls3) and !digitalRead(puls4) and
!digitalRead(puls5) and !digitalRead(puls6))
{
  digitalWrite(led1,LOW); digitalWrite(led2,LOW); digitalWrite(led3,LOW);
  digitalWrite(led4,LOW); digitalWrite(led5,LOW); digitalWrite(led6,LOW);
  lcd.clear();
  delay(1000);
}
}

```

CONCLUSIONES

- Al haber realizado una investigación bibliografía, se obtuvo la información necesaria para desarrollar este proyecto con respecto a los sensores del motor Hyundai Accent L 1.5 SOCH
- A partir de la información recolectada mediante una inspección visual y diagnóstico del motor Hyundai Accent L 1.5 SOCH, se desarrolló un mantenimiento correctivo del mismo, así también se elaboró un diseño para el banco didáctico que sirve como soporte para el motor.
- Para finalizar se logró la implementación del sistema de monitoreo digital de los sensores, de tal manera que se pueda identificar los respectivos códigos de fallos que presentan cada sensor al mostrar una pérdida de señal.
- Finalmente, se ha proporcionado una visión profunda y enriquecedora sobre el proceso de adquisición de destrezas y conocimientos. A lo largo de esta investigación, se ha destacado la importancia de un enfoque integral que combine la teoría y la práctica, permitiendo a los individuos no solo acumular información, sino también aplicarla de manera efectiva en situaciones reales.

RECOMENDACIONES

- En el caso de existir fallas en el motor principalmente en los sensores, se recomienda identificar la ubicación del mismo, para su respectiva evaluación y en caso de requerir información de los pines y de sus conexiones analizar los respectivos diagramas que se encuentran en el capítulo tres.
- Se recomienda verificar el manual de taller en caso de realizar un mantenimiento correctivo o preventivo, de esta forma los estudiantes podrán realizar con éxito y sin complicaciones el mantenimiento en el motor.
- Para garantizar el funcionamiento adecuado se recomienda que el estudiante verifique previamente ciertos aspectos del motor; como: estado de la batería (12,6 a 13V), nivel de fluidos, entre otros, a si también, disponer de la guía de practica respectiva
- Para identificar los códigos de fallos que se genera cuando se corta la señal del sensor, se recomienda que el estudiante disponga de una tabla de códigos con su respectiva función.
- Se recomienda realizar una programación del mantenimiento preventivo y/o correctivo para garantizar la vida útil del motor y su sistema de fallos.

REFERENCIAS

- Atancuri, J., Buncay, L., & Matute, J. (2011). *Elaboracion de un banco didactico con simulacion de fallas y visualizacion digital de datos de funcionamiento del sistema de inyeccion MPFI de un motor Hyundai Accent.*
- AutoData. (2010). *Auto-Data.Net*. Obtenido de <https://www.auto-data.net/es/hyundai-accent-i-1.5-i-12v-92hp-13703>
- Automotrizenvideo. (2011). *Automotrizenvideo(Fotografia)*. Obtenido de <https://automotrizenvideo.com/wp-content/uploads/2011/11/manual-de-despiece-hyundai-accent-98-1.5-SOHC.pdf>
- Calderón Orellana, M. F. (2022). *Identificación del fallo de los inyectores de un MEC mediante el análisis de las señales de los sensores CKP y CMP utilizando RNA (Bachelor's thesis).*
- Chancahuaña, S. (2023). *Sistema de refrigeración de los vehículos.*
- Chavez, A. (2013). *Diseño y construcción de un banco de pruebas para el análisis de señales de los sensores y actuadores del automóvil por medio de un osciloscopio (Bachelor's thesis, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo).*
- Concepcion, M. (2011). *Sensores Automotrices y Analisis de Ondas .*
- Crespo Sotamba, K., & Pulla, M. (2023). *Construcción de un panel de pruebas para el diagnóstico del sistema de inyección de un motor Mazda 2.6 lts año 2004 (Bachelor's thesis, Universidad del Azuay).*
- Del Valle, L. (2022). *Texto en movimiento en un LCD con Arduino*. Obtenido de Programarfacil.com: <https://programarfacil.com/blog/arduino-blog/texto-en-movimiento-en-un-lcd-con-arduino/>
- Díaz, R., Moreno, L., Sanjuan, M., Prada, C., & Torres, L. (2021). Desarrollo de un exoesqueleto para la rehabilitación del movimiento flexo-extensor del codo. *Iteckne*, 46-51.

- Duarte, J., Orozco, W., Gonzales, J., Buelvas, E., & Corredor, L. (2016). Thermodynamic Analysis of Self-Ignition in Spark-Ignited Engines Operated with Alternative Gaseous Fuels. *Tecciencia*, 57-65.
- Garcia, A., & Poma, Y. (2023). *Implementación de un generador de fallos digital para el diagnóstico digital automotriz en sensores del motor Hyundai EF Sonata a gasolina del año 1998*. Cuenca.
- Garcia, A., Cendales, E., & Eslava, A. (2016). MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA (MCI) OPERANDO CON MEZCLAS DE ETANOL GASOLINA. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, 75-96.
- García, J. (6 de junio de 2023). *Motor SOHC, ¿qué es? Ventajas y desventajas*. Obtenido de MOTOCICLISMO: https://www.motociclismo.es/consejos/motor-sohc-que-es-ventajas-desventajas-ecn_277504_102.html
- Garcia, O. (2016). *Análisis comparativo de una línea de producción de sensores automotrices, al introducir un nuevo modelo de sensor en la línea*.
- Guaman, G., & Beltran, R. (2013). *Control del funcionamiento de sensores actuadores y verificación de la ECU mediante la implementación de un motor virtual para la Escuela de Ingeniería Automotriz (Bachelor's thesis, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo)*.
- Guerra, J. (2020). *Arduino Mega 2560 el hermano mayor de Arduino UNO*. Obtenido de Programarfacil.com: <https://programarfacil.com/blog/arduino-blog/arduino-mega-2560/>
- Lira, G. (29 de agosto de 2023). *Autofact*. Obtenido de <https://www.autofact.cl>
- Llivicura, J., & Lupercio, E. (2014). *Diseño y Construcción de un equipo para diagnóstico de sensores, actuadores y ECU's automotrices para vehículos KIA y HYUNDAI (Bachelor's thesis, Universidad del Azuay)*.
- Marques, J., Gueta, W., Pazelli, T., & Aroca, R. (2023). PROGRAMAÇÃO DE DISPOSITIVOS ELETRÔNICOS EM BLOCOS PARA ATIVIDADES EDUCACIONAIS MÃO NA MASSA. *Cadernos CEDES*, 98-107.
- Neira, Q., Arias, Sarmiento, & León. (2019). *Diagnostico de sensores TPS y MAF en un motor Hyunai sonata 2.0 mediante el uso de scanner automotriz y osciloscopio*.

Rovira, A., & Muñoz, M. (2015). *Motores de Combustión Interna*. Madrid: UNED.

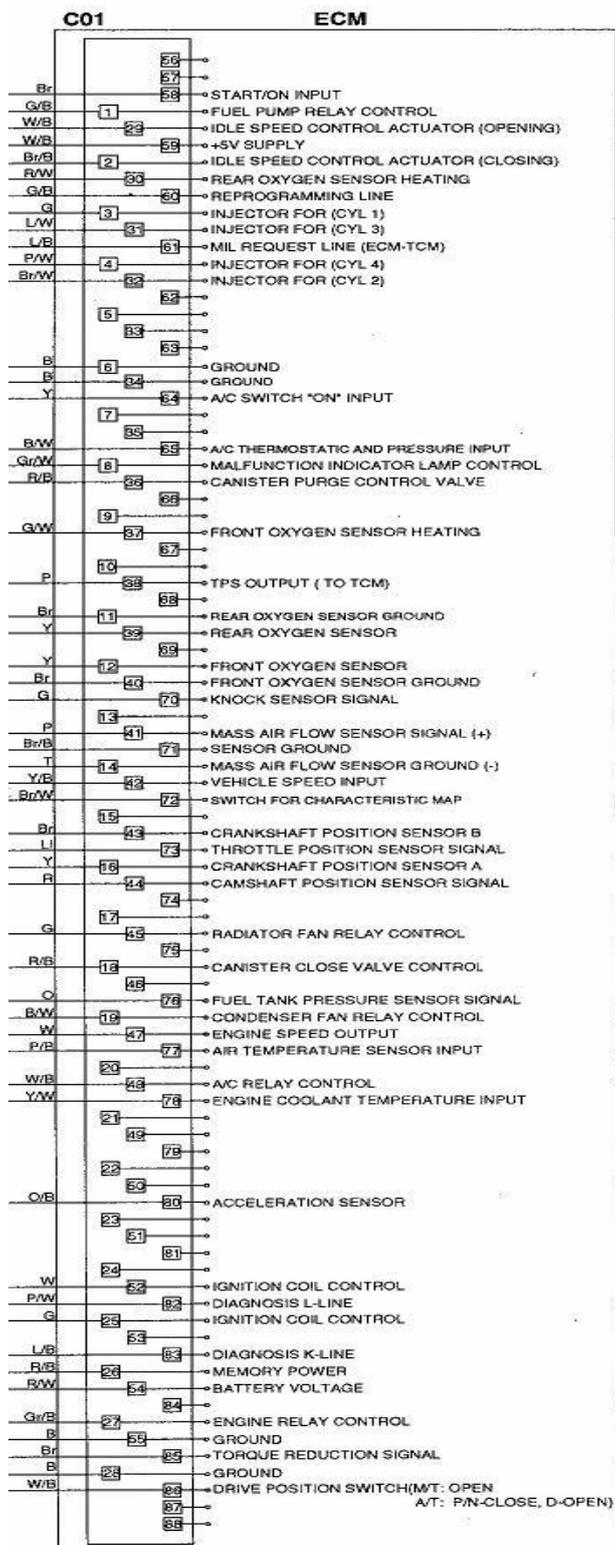
Sanchez, R. (septiembre de 2019). *ACADEMIC*. Obtenido de <https://es-academic.com/>

Velez, A. (2012). *Diseño e implementación de un simulador para determinar fallas en un sensor CKP*.

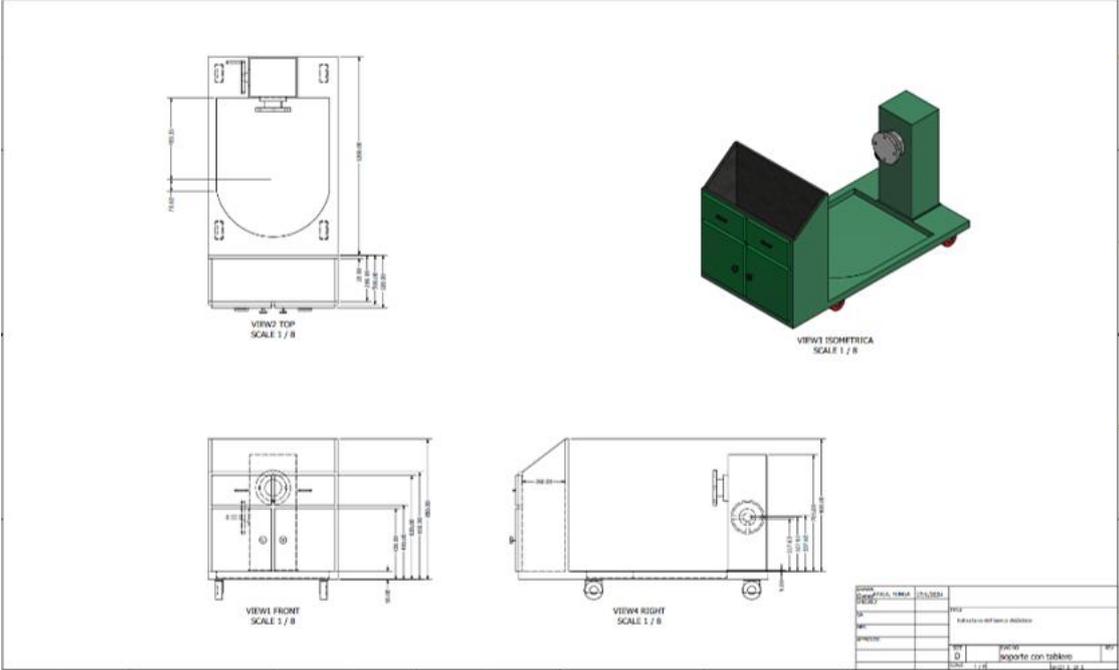
Villavicencio, P. (2012). *Diseño y construcción de un banco electrónico de pruebas y limpieza de inyectores a gasolina (Bachelor's thesis, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo)*.

ANEXOS

Anexo 1. Componentes de la ECM



Anexo 2. Estructura del banco didáctico



Anexo 3. soporte para la implementación del anaquel



Anexo 4. Estructura del anaquel



Anexo 5. Proceso de construcción de puertas



Anexo 6. Instalación de los respectivos soportes



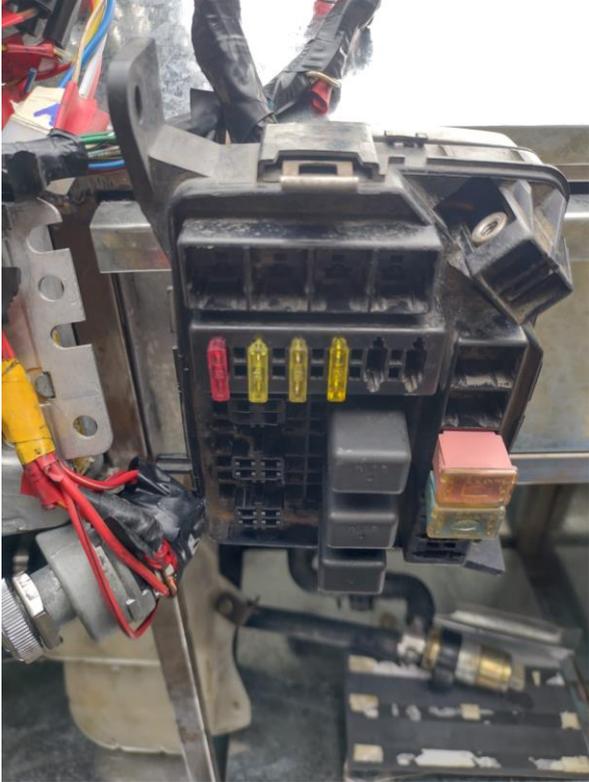
Anexo 7. Montaje del motor en la nueva estructura del banco didáctico



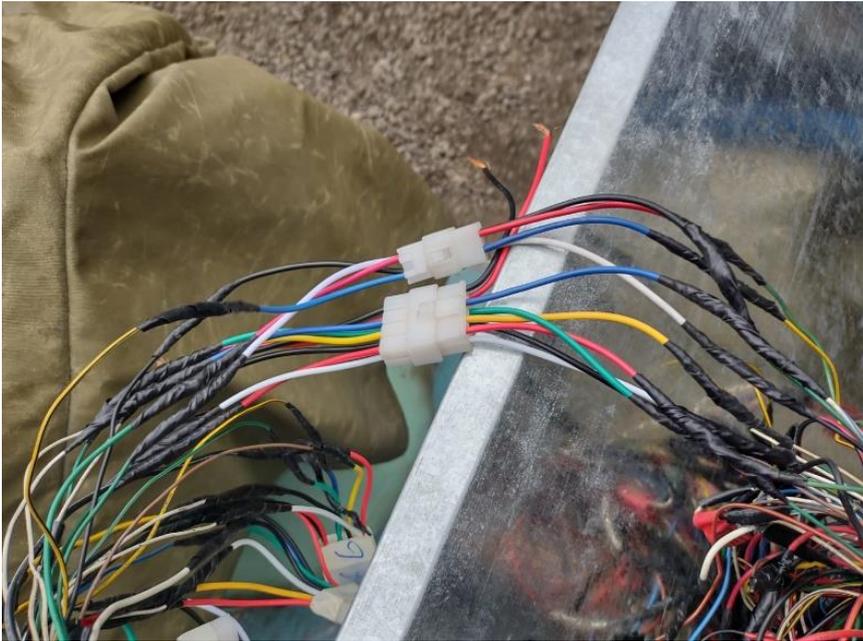
Anexo 8. ECU del motor Hyundai Accent



Anexo 9. Caja de fusibles



Anexo 10. Instalación de sockets en el sistema eléctrico



Anexo 11. Estado de los soportes de la estructura antigua



Anexo 12. Presencia de óxido en la estructura antigua



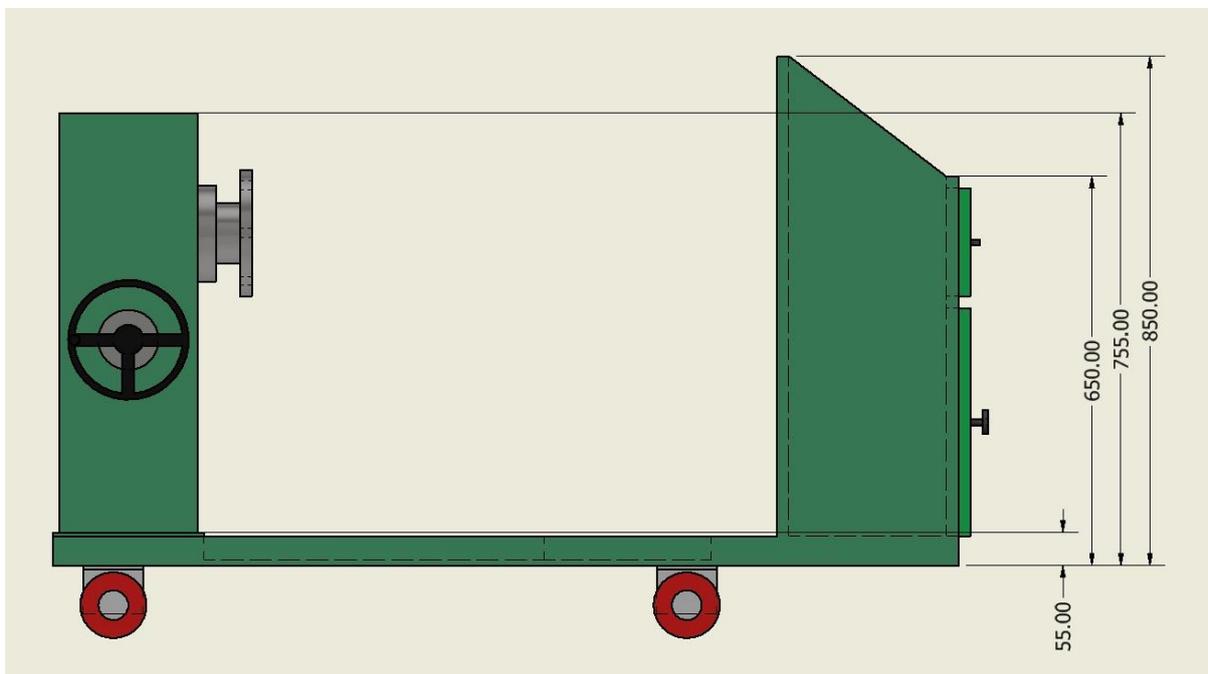
Anexo 13. Estado de las ruedas de la estructura antigua



Anexo 14. Medidas de la parte frontal de la estructura



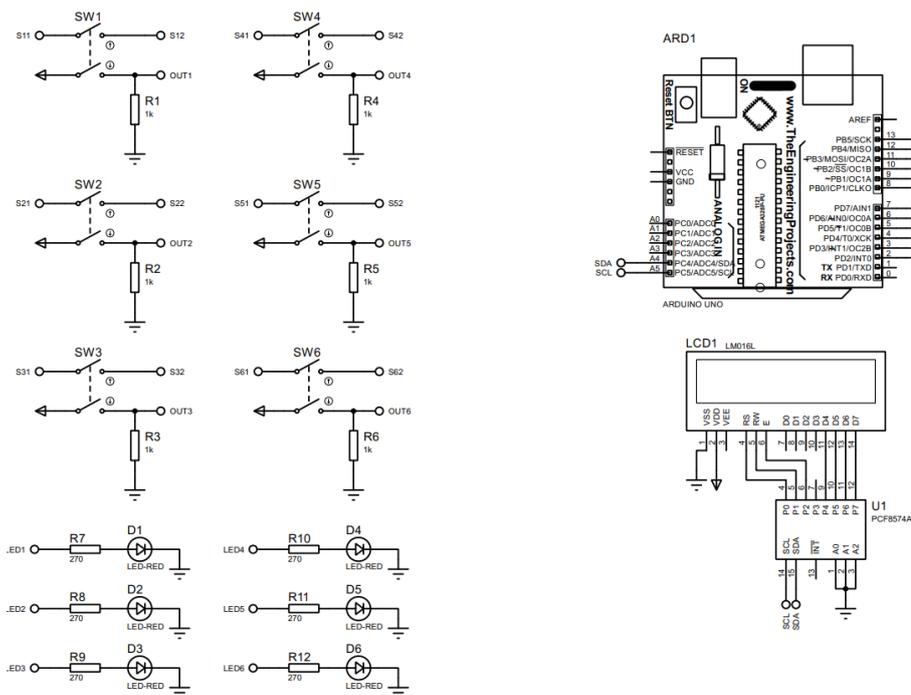
Anexo 15. Medidas de la parte lateral de la estructura



Anexo 16. Número del motor



Anexo 17. Diagrama de conexión de los sensores al Arduino



		VICERRECTORADO DOCENTE	Código: GUIA-PRL-001
		CONSEJO ACADÉMICO	Aprobación: 2016/04/06
Formato: Guía de Práctica de Laboratorio / Talleres / Centros de Simulación			
		FORMATO DE GUÍA DE PRÁCTICA DE LABORATORIO - TALLERES-CENTROS DE SIMULACIÓN-PARA ESTUDIANTES	
CARRERA: Ingeniería Automotriz		ASIGNATURA: Motores de Combustión Interna.	
NRO. PRÁCTICA:	1	TÍTULO PRÁCTICA: Simulación de fallos y verificación de los sensores en el banco didáctico Hyundai Accent L 1.5	
OBJETIVO GENERAL <ul style="list-style-type: none"> Identificar los diferentes fallos generados por los sensores 			
OBJETIVOS ESPECÍFICOS <ul style="list-style-type: none"> Analizar los tipos de fallos de cada sensor. Indicar el proceso de medición de voltaje de la batería y verificación del scanner. Tabular los valores de voltaje obtenidos. 			
INSTRUCCIONES (Detallar las instrucciones que se dará al estudiante):		1. Estudiar la guía de práctica y aplicar estrictamente los procedimientos establecidos. 2. Utilizar equipo de protección personal (mandil, gafas, guantes).	
ACTIVIDADES POR DESARROLLAR.			
Equipos y programas utilizados para desarrollar la práctica.			
1. Scanner.			
El scanner automotriz es un dispositivo electrónico que se conecta a un vehículo utilizando los conectores OBD1 y OBD2 para encontrar e identificar cualquier falla que pueda dañar el vehículo o afectar el funcionamiento de sus componentes electrónicos.			
Toma decisiones rápidas y precisas para corregirlos o eliminarlos sus fallos.			
			

ACTIVIDADES POR DESARROLLAR.

Proceso a desarrollar para su respectiva práctica.

1. Verificar el estado de carga de la batería que debe ser del 100 % correspondiente a un valor de tensión mayor 12.5 V.

2. Verifique el nivel de combustible en el tanque.

3. Revisar nivel de refrigerante debidamente a sus niveles de funcionamiento.

4. Constatar su nivel máximo de aceite.

5. Examinar exhaustivamente el estado de los cables de los diferentes sensores

6. Proceda a comprobar las conexiones de cada sensor presente en el banco didáctico.

7. Encendemos el motor que permita alcanzar su temperatura de funcionamiento.

8. Conectamos el scanner al OBD II.

9. Activar el modo Bluetooth de su dispositivo y entrelazar con el comunicador de programa Arduino.

10. Introduzca el código correspondiente para su funcionamiento, tanto para los sensores como en el encendido y apagado del motor.

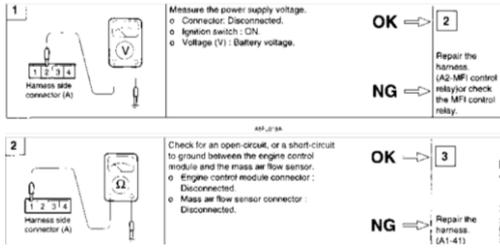
Código	Descripción	Señal
ON	Encendido del motor	Positivo 12 V
OFF	Apagado del motor	Positivo 12 V
COD 9	Sensor MAF	Positivo 5 V
COD 10	Sensor CKP	Positivo 5 V
COD 11	Sensor TPS	Positivo 5 V
COD 12	Sensor CMP	Positivo 5 V
COD 13	Sensor IAT	Positivo 5 V

11. Conectar el scanner y visualizar si presenta un código de avería antes de su práctica.

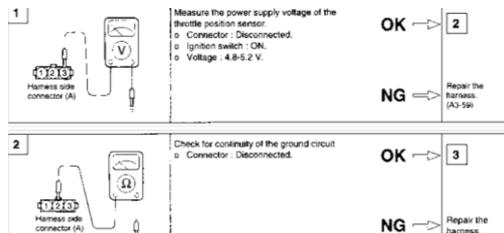
12. Repita la medición en cada sensor y registre los resultados.

13. Repita los mismos pasos para todos los sensores de MAF, TPS, CKP, CMP, ECT.

Nota. – Una vez que se realizaron las respectivas mediciones y se diagnosticó el fallo presente, se procede a desactivar el sistema generador de fallos, y se verifica el correcto funcionamiento del motor.



Medición sensor MAF



Medición del sensor TPS

Datos del motor:

Marca	
Modelo	
Tensión nominal de la batería	

Resultados obtenidos:

Sensor MAF					
CODIGO	CODIGO SANNER	VOLTAJE	RELANTI	1500(rpm)	2500 (rpm)
Sensor TPS					
CODIGO	CODIGO SANNER	VOLTAJE	RELANTI	1500(rpm)	2500 (rpm)
Sensor CKP					
CODIGO	CODIGO SANNER	VOLTAJE	RELANTI	1500(rpm)	2500 (rpm)
Sensor CMP					
CODIGO	CODIGO SANNER	VOLTAJE	RELANTI	1500(rpm)	2500 (rpm)
Sensor ECT					
CODIGO	CODIGO SANNER	VOLTAJE	RELANTI	1500(rpm)	2500 (rpm)