



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE CUENCA
CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

**IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO GENERADOR DE FALLOS PARA UN
BANCO DIDÁCTICO CON MOTOR HYUNDAI SONATA G4CM**

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

AUTORES: EDISON JULIÁN PEREIRA GONZÁLEZ
JOSÉ GABRIEL PICHASACA GUAMÁN
TUTOR: ING. CHRISTIAN OMAR PULLA MOROCHO, MSc.

Cuenca - Ecuador
2024

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Nosotros, Edison Julián Pereira González con documento de identificación N° 0707061487 y José Gabriel Pichasaca Guamán con documento de identificación N° 0302901863; manifestamos que:

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

Cuenca, 05 de enero del 2024

Atentamente,



Edison Julián Pereira González

0707061487



José Gabriel Pichasaca Guamán

0302901863

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

Nosotros, Edison Julián Pereira González con documento de identificación N° 0707061487 y José Gabriel Pichasaca Guamán con documento de identificación N° 0302901863, expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del Proyecto técnico: “Implementación de un módulo generador de fallos para un banco didáctico con motor Hyundai Sonata G4CM”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero Automotriz, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

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

Cuenca, 05 de enero del 2024

Atentamente,



Edison Julián Pereira González

0707061487



José Gabriel Pichasaca Guamán

0302901863

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 MÓDULO GENERADOR DE FALLOS PARA UN BANCO DIDÁCTICO CON MOTOR HYUNDAI SONATA G4CM, realizado por Edison Julián Pereira González con documento de identificación N° 0707061487 y por José Gabriel Pichasaca Guamán con documento de identificación N° 0302901863, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción Proyecto técnico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, 05 de enero del 2024

Atentamente,



Ing. Christian Omar Pulla Morocho, MSc.

0103570602

DEDICATORIA

Dedico este proyecto de titulación a mi mamá que siempre ha demostrado su apoyo incondicional, más allá de la distancia siempre está presente cada día conmigo motivándome a seguir adelante.

A mi papá que a pesar de todo también me ha aconsejado a nunca rendirme y todos sus consejos que siempre me ayudan a dar lo mejor de mí.

A mis hermanos que siempre han estado ahí conmigo ayudándome en todo lo que necesite y en especial a toda mi familia y profesores que día a día me supieron guiar para lograr cumplir esta meta de ser ingeniero.

Edison Julián Pereira González

DEDICATORIA

Este proyecto de titulación como ingeniero automotriz, quisiera dedicar de manera muy especial a mis padres, Ramón Pichasaca y Francisca Guamán, gracias por su inmenso apoyo moral y sobre todo económico a lo largo de todo el proceso académico, quienes han creído en mi capacidad, y han dado tiempo, paciencia y parte de sus vidas con el sacrificio y esfuerzo para que pueda cumplir mi meta de titularme como ingeniero, el proceso ha sido de muchos altos y bajos a pesar de todas las circunstancias mi familia me ha dado su apoyo incondicional en los momentos más duros en mi proceso académico.

Es por ello por lo que este proyecto en honor a ellos mis padres, mis hermanos y mi cuñada, por su amor, sacrificio y esfuerzo y sobre todo paciencia.

José Gabriel Pichasaca Guamán

AGRADECIMIENTO

Agradezco a todas las personas que me motivaron y ayudaron a cumplir mi meta, a dios por darme fuerzas ya que hubo momentos en los que quise abandonar mi carrera, pero día a día me motivé a seguir adelante

Agradezco a mi familia que siempre estuvieron ahí apoyándome cuando más los necesite espero algún día pagarles todo lo que me pudieron dar.

Agradezco a mi tutor por ser el guía en este proyecto técnico, es una gran persona y más allá de todo le deseo muchas bendiciones para él y su familia.

Edison Julián Pereira González

AGRADECIMIENTO

Primeramente, agradezco a Dios por darnos salud, fortaleza y sabiduría para lograr concluir uno de mis deseos más grandes que es ser un Ingeniero Automotriz.

Damos gracias a la Universidad Politécnica Salesiana sede Cuenca, a la carrera de Ingeniería Automotriz, que desde un inicio nos han forjado el respeto, la humildad y como ser unos profesionales éticos, para poder demostrar en nuestro trayecto de la vida.

Mil gracias al Ing. Christian Pulla, por demostrar sus conocimientos con nosotros, por ser un excelente líder en este proyecto.

José Gabriel Pichasaca Guamán

RESUMEN

El presente proyecto de titulación el cual enfoca en la implementación de un generador de fallos para un motor de Hyundai Sonata G4CM, por lo tanto, sirve como una herramienta de medición de varios parámetros de funcionamiento, a su vez se puede realizar diagnósticos y verificaciones como temperatura y revolución del motor, presión de aceite y nivel del combustible.

Para la implementación de un generador de fallos se utilizará una programación para el sistema electrónico, que será fundamental para el diagnóstico verificaciones de los actuadores y los sensores, así tener un control de todos los sistemas. El diseño de este sistema está basado principalmente de dos lenguajes de programación de microcontroladores, Arduino y el otro es programación por bloques.

Palabras claves: Generador de fallos, Lenguaje de programación, Actuadores, Sensores, Microcontroladores, Arduino.

ABSTRACT

The present degree project which focuses on the implementation of a fault generator for a Hyundai Sonata G4CM engine, therefore, serves as a measurement tool for various operating parameters, in turn diagnostics and verifications can be carried out such as engine temperature and revolution, oil pressure and fuel level.

For the implementation of a fault generator, programming will be used for the electronic system, which will be essential for diagnostic verifications of the actuators and sensors, thus having control of all systems. The design of this system is mainly based on two microcontroller programming languages, Arduino and the other is block programming.

Keywords: Fault generator, Programming language, Actuators, Sensors, Microcontrollers, Arduino.

ÍNDICE GENERAL

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	II
CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA	III
CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	IV
DEDICATORIA.....	V
DEDICATORIA.....	VI
AGRADECIMIENTO.....	VII
AGRADECIMIENTO.....	VIII
RESUMEN.....	IX
ABSTRACT	IX
INTRODUCCIÓN	XVI
PROBLEMA	XVII
ANTECEDENTES.....	XVII
IMPORTANCIA Y ALCANCES	XVII
DELIMITACIONES	XVIII
DELIMITACIÓN TEMPORAL	XVIII
DELIMITACIÓN ACADÉMICA.....	XVIII
DELIMITACIÓN GEOGRÁFICA.....	XVIII
OBJETIVOS.....	XIX
OBJETIVO GENERAL.....	XIX
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	XIX
1. CAPÍTULO I.....	20
MARCO TEÓRICO REFERENCIAL DEL MOTOR HYUNDAI SONATA G4CM	20
1.1 MOTOR HYUNDAI SONATA G4CM.....	20
1.2 CARACTERÍSTICAS.....	21
1.3 RESEÑA HISTÓRICA	21
1.3.1 Primera Generación (1985-1988)	21
1.3.2 Segunda Generación (1988-1993)	22
1.3.3 Tercera generación (1993-1998)	22
1.3.4 Cuarta generación (1998-2004).....	23
1.3.5 Quinta generación (2004-2009).....	23
1.3.6 Sexta generación (2009-2015).....	24
1.3.7 Séptima generación (2015).....	25
1.3.8 Octava generación (Presente)	25
1.4 ARDUINO.....	26
1.4.1 Características	26
1.5 TECNOLOGÍA BLUETOOTH	27
1.6 SENSORES.....	27
1.6.1 Sensor de oxígeno (O2).....	28
1.6.2 Válvula IAC (Idle air control)	28
1.6.3 Sensor TPS (posición de la mariposa de aceleración)	29
1.6.4 Sensor ECT (Temperatura de refrigerante)	30
1.6.5 Sensor CKP (Posición del cigüeñal).....	31

1.7	ACTUADORES	32
1.7.1	<i>Inyectores</i>	33
1.7.2	<i>Bobina de encendido</i>	33
1.7.3	<i>Electrobomba de combustible</i>	35
1.7.4	<i>Electroventilador</i>	35
2.	CAPÍTULO II.....	37
	REACONDICIONAMIENTO DEL MOTOR HYUNDAI SONATA G4CM, PREVIO A LA IMPLEMENTACIÓN DE GENERADOR DE FALLAS.....	37
	FUNCIONAMIENTO.....	37
2.1.	INSPECCIÓN VISUAL DEL MOTOR.....	37
2.1.1.	INSPECCIÓN VISUAL DE LOS COMPONENTES DEL MOTOR	38
2.2.	ESTRUCTURA DEL BANCO Y BASE DEL MOTOR	39
2.3.	SISTEMA DE ALIMENTACIÓN.....	39
2.3.1.	<i>Tanque de combustible</i>	39
2.3.2.	<i>Bomba de combustible</i>	40
2.3.3.	<i>Filtro de combustible</i>	40
2.3.4.	<i>Inyectores</i>	41
2.3.5.	<i>Riel de inyectores</i>	42
2.3.6.	<i>Regulador de presión</i>	42
2.3.7.	<i>Cañerías de combustible</i>	43
2.4.	SISTEMA DE LUBRICACIÓN	43
2.4.1.	<i>Carter</i>	44
2.4.2.	<i>Bomba de aceite</i>	44
2.4.3.	<i>Regulador de presión</i>	44
2.4.4.	<i>Filtro de aceite</i>	45
2.4.5.	<i> tubo de recogida</i>	45
2.4.6.	<i>Luz o indicador de presión de aceite</i>	45
2.4.7.	<i>Enfriador de aceite</i>	46
2.5.	SISTEMA DE REFRIGERACIÓN	46
2.5.1.	<i>Radiador</i>	46
2.5.2.	<i>Bomba de agua</i>	47
2.5.3.	<i>Termostato</i>	47
2.5.4.	<i>Electroventilador</i>	48
2.5.5.	<i>Depósito de expansión</i>	49
2.5.6.	<i>Mangueras</i>	50
2.6.	SISTEMA DE ENCENDIDO Y ELÉCTRICO	50
2.6.1.	<i>Sistema de Encendido:</i>	50
2.6.2.	<i>Sistema Eléctrico:</i>	53
2.7.	RESULTADOS DE REACONDICIONAMIENTO DEL MOTOR	55
2.7.1.	<i>Sistema de alimentación</i>	55
2.8.	COMPRESIÓN DEL MOTOR HYUNDAI SONATA 1.8 G4CM	57
2.9.	RESULTADO DE REACONDICIONAMIENTO DEL MOTOR HYUNDAI SONATA G4CM	58
2.10.	DISEÑO DE PANEL DE INSTRUMENTOS EN UN SOFTWARE.	60
2.11.	<i>Dimensiones y materiales para el tablero del Panel de Instrumentos</i>	60
2.12.	CONSTRUCCIÓN DE BASE DE INSTRUMENTOS.....	61
2.13.	IMPLEMENTACIÓN DE INSTRUMENTOS PARA EL TABLERO DE CONTROL DEL BANCO DIDÁCTICO.	62
2.13.1.	<i>Diseño del tablero</i>	62
2.14.	COMPONENTES DE LAS MEDICIONES DEL MOTOR	63
3	CAPÍTULO III.....	65

IMPLEMENTACIÓN DEL GENERADOR DE FALLOS MEDIANTE PROGRAMACIÓN EN ARDUINO MEGA.....	65
3.1 REACONDICIONAMIENTO DEL MOTOR.....	65
3.2 DIAGRAMA DE SISTEMA DE ENCENDIDO DEL MOTOR HYUNDAI SONATA G4CM.....	65
3.3 COMPONENTES ÚTILES PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN GENERADOR DE FALLOS.....	66
3.4 SIMULACIÓN DE SENSORES Y ACTUADORES	67
3.4.1 <i>Sensores</i>	67
3.4.2 <i>Tabla Componentes eléctricos y conexión a los sensores</i>	68
3.4.3 <i>Actuadores</i>	69
3.4.4 <i>Tabla Componentes eléctricos y conexión a los actuadores</i>	70
3.5 DIAGRAMA ESQUEMÁTICO DE SISTEMA DE CONEXIÓN ARDUINO Y BLUETOOTH	71
3.6 CONSTRUCCIÓN DE LA PLACA	71
3.7 CONEXIONES DE LA PLACA CON LOS RELÉS	73
3.8 INSTALACIÓN DE PLACA CON LOS COMPONENTES ELÉCTRICOS DEL MOTOR.....	75
3.9 PROGRAMACIÓN DE LOS COMPONENTES MEDIANTE ARDUINO	77
3.10 DESARROLLO Y PROCESO DE INSTALACIÓN DEL APK DEL SOFTWARE PARA GENERAR LOS FALLOS.	80
3.11 DESARROLLO DE APK CONTROL MOTOR	80
3.12 PROCESO DE INSTALACIÓN.....	80
3.13 FUNCIONAMIENTO DEL GENERADOR DE FALLOS	83
3.14 GENERACIÓN DE FALLA Y ACTIVACIÓN DE COMANDOS	84
3.15 CONEXIÓN ADL	85
4 CONCLUSIONES	87
5 RECOMENDACIONES	88
6 ANEXOS	89
6.1 ANEXO A GUÍA DE PRÁCTICA 1	89
6.2 ANEXO B GUÍA DE PRACTICA 2.....	101
6.3 ANEXO C PLACA PCB	107
6.4 ANEXO D PCB EN 3D	108
6.5 ANEXO E MATERIALES	109
7 BIBLIOGRAFÍA	110

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 0.1 (MAPA GEOGRÁFICO)	XVIII
FIGURA 1.1 MOTOR HYUNDAI SONATA G4CM	20
FIGURA 1.2 HYUNDAI SONATA PRIMERA GENERACIÓN (1985-1988)	22
FIGURA 1.3 HYUNDAI SONATA SEGUNDA GENERACIÓN (1988-1993).....	22
FIGURA 1.4 HYUNDAI SONATA TERCERA GENERACIÓN (1993-1998).....	23
FIGURA 1.5 HYUNDAI SONATA CUARTA GENERACIÓN (1998-2004).....	23
FIGURA 1.6 HYUNDAI SONATA QUINTA GENERACIÓN (2004-2009).....	24
FIGURA 1.7 HYUNDAI SONATA SEXTA GENERACIÓN (2009-2015).....	25
FIGURA 1.8 HYUNDAI SONATA SÉPTIMA GENERACIÓN (2015)	25
FIGURA 1.9 HYUNDAI SONATA OCTAVA GENERACIÓN (2019).....	26
FIGURA 1.10 ARDUINO MEGA	27
FIGURA 1.11 CONECTIVIDAD BLUETOOTH	27
FIGURA 1.12 SENSOR DE OXÍGENO Y SEÑAL ELÉCTRICA	28

FIGURA 1.13 VÁLVULA IAC (VÁLVULA PARA EL CONTROL DEL AIRE)	29
FIGURA 1.14 SENSOR TPS (POSICIÓN DE ACELERADOR)	30
FIGURA 1.15 SENSOR ECT	31
FIGURA 1.16 SENSOR CKP (POSICIÓN DEL CIGÜEÑAL)	32
FIGURA 1.17 INYECTORES	33
FIGURA 1.18 BOBINAS DE ENCENDIDO CLÁSICOS	34
FIGURA 1.19 BOBINA DE ENCENDIDO MODERNO	34
FIGURA 1.20 BUJÍAS DE ENCENDIDO	35
FIGURA 1.21 ELECTROBOMBA DE COMBUSTIBLE	35
FIGURA 1.22 CONSTITUCIÓN DE UN ELECTROVENTILADOR	36
FIGURA 2.1 MOTOR SONATA G4CM.....	37
FIGURA 2.2 ESTRUCTURA DEL MOTOR	39
FIGURA 2.3 TANQUE DE COMBUSTIBLE	40
FIGURA 2.4 BOMBA DE COMBUSTIBLE	40
FIGURA 2.5 FILTRO DE COMBUSTIBLE.....	41
FIGURA 2.6 INYECTORES DEL MOTOR HYUNDAI SONATA G4CM.....	41
FIGURA 2.7 RIEL DE INYECTORES	42
FIGURA 2.8 REGULADOR DE PRESIÓN	43
FIGURA 2.9 CAÑERÍAS	43
FIGURA 2.10 CARTER DE MOTOR HYUNDAI SONATA G4CM	44
FIGURA 2.11 RADIADOR	47
FIGURA 2.12 BOMBA DE AGUA.....	47
FIGURA 2.13 TERMOSTATO DEL MOTOR HYUNDAI SONATA G4CM.....	48
FIGURA 2.14 ELECTROVENTILADOR.....	49
FIGURA 2.15 DEPÓSITO DE REFRIGERANTE.....	49
FIGURA 2.16 MANGUERAS DE REFRIGERACIÓN.....	50
FIGURA 2.17 BUJÍAS DE ENCENDIDO	51
FIGURA 2.18 BOBINA DE ENCENDIDO	52
FIGURA 2.19 DISTRIBUIDOR	52
FIGURA 2.20 BATERÍA	53
FIGURA 2.21 ALTERNADOR	54
FIGURA 2.22 MOTOR DE ARRANQUE DEL MOTOR HYUNDAI SONATA G4CM.....	54
FIGURA 2.23 CAJA DE FUSIBLES DEL MOTOR HYUNDAI G4CM	55
FIGURA 2.24 BOMBA DE COMBUSTIBLE NUEVA	56
FIGURA 2.25 PRUEBA DE FUGA DE LOS INYECTORES EN EL BANCO	56
FIGURA 2.26 VOLUMEN DE COMBUSTIBLE INYECTADO POR CADA INYECTOR.....	57
FIGURA 2.27 LIMPIEZA DE LOS INYECTORES	57
FIGURA 2.28 DISEÑO DEL BANCO DIDÁCTICO EN INVENTOR 2020.....	60

FIGURA 2.29 DIMENSIONES Y MATERIALES DEL TABLERO DEL INSTRUMENTO	61
FIGURA 2.30 CONSTRUCCIÓN DEL TABLERO	61
FIGURA 2.31 PANEL DE INSTRUMENTO.....	62
FIGURA 2.32 PANEL DE INSTRUMENTOS	63
FIGURA 3.1 DIAGRAMA ELÉCTRICO DE ENCENDIDO DE HYUNDAI SONATA	65
FIGURA 3.2 DIAGRAMA ELECTRÓNICO DE LOS SENSORES	68
FIGURA 3.3 DIAGRAMA ELECTRÓNICO DE LOS ACTUADORES	69
FIGURA 3.4 DIAGRAMA ESQUEMÁTICO.....	71
FIGURA 3.5 CONEXIÓN CON RELÉS	74
FIGURA 3.6 CONEXIÓN DE ENCENDIDO Y APAGADO DEL MOTOR.....	74
FIGURA 3.7 PANTALLA DISEÑADOR DE MIT APP INVENTOR	80
FIGURA 3.8 CONTROL DEL MOTOR PARA GENERAR FALLOS	80
FIGURA 3.9 INSTALACIÓN DE LA APLICACIÓN PARA EL CONTROL DE FALLOS.	81
FIGURA 3.10 NOMBRE DEL BLUETOOTH DEL APK	81
FIGURA 3.11 PERMISOS DEL USO PARA EL APK.....	82
FIGURA 3.12 PERMISOS NECESARIOS DEL APK.....	82
FIGURA 3.13 APLICACIÓN PARA EL CONTROL DE FALLOS.....	83
FIGURA 3.14 ACTIVACIÓN DEL BLUETOOTH DE LA APK	83
FIGURA 3.15 APK CONTROL VÍA BLUETOOTH DEL GENERADOR DE FALLOS	84
FIGURA 3.16 APLICACIÓN PARA GENERAR FALLOS.....	85

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1.1 CARACTERÍSTICAS DEL MOTOR.....	21
TABLA 1.2 CARACTERÍSTICAS DEL ARDUINO	26
TABLA 1.3 IDENTIFICACIÓN DE PINES SENSOR DE OXÍGENO.	28
TABLA 1.4 IDENTIFICACIÓN DE PINES DE LA VÁLVULA IAC.	29
TABLA 1.5 IDENTIFICACIÓN DE PINES SENSOR DE TPS.	30
TABLA 1.6 IDENTIFICACIÓN DE PINES SENSOR DE ECT.....	31
TABLA 2.1 ESTADO DE LOS COMPONENTES DEL MOTOR	38
TABLA 2.2 RESISTENCIA DE LOS INYECTORES	42
TABLA 2.3 PRUEBA DE COMPRESIÓN DEL MOTOR HYUNDAI SONATA G4CM	58
TABLA 2.4 RESULTADO DE REACONDICIONAMIENTO DE MOTOR	58
TABLA 2.5 VALIDACIÓN CUANTITATIVA DEL MOTOR	59
TABLA 2.6 COMPONENTES DE MEDICIÓN.....	63
TABLA 3.1 ELEMENTOS DEL GENERADOR DE FALLOS	66
TABLA 3.2 CONEXIÓN DEL CIRCUITO INTEGRADO.....	68
TABLA 3.3 CONEXIÓN DE LOS COMPONENTES ELÉCTRICOS (SENSORES).....	69
TABLA 3.4 CONEXIÓN DE CIRCUITO INTEGRADO	70

TABLA 3.5 CONEXIÓN COMPONENTES ELÉCTRICOS (ACTUADORES).....	70
TABLA 3.6 PROCESOS DE CONSTRUCCIÓN DE LA PLACA	71
TABLA 3.7 INSTALACIÓN EN EL MOTOR.....	75
TABLA 3.8 CONEXIÓN PARA EL ESCÁNER.....	86

INTRODUCCIÓN

La ingeniería automotriz se encuentra en constante evolución, impulsada por avances tecnológicos y la creciente demanda de vehículos más eficientes, seguros y respetuosos con el medio ambiente. Como resultado, la formación y la capacitación en este campo deben mantenerse a la vanguardia de las tendencias y desafíos que enfrenta la industria. En este contexto, la implementación de herramientas didácticas avanzadas se vuelve esencial para preparar a los futuros ingenieros en la comprensión profunda y la solución de problemas relacionados con los motores de combustión interna, uno de los componentes más críticos de un vehículo.

El presente trabajo se centra en la implementación de un módulo generador de fallos en un banco didáctico equipado con un motor Hyundai Sonata G4CM. Este motor, conocido por su eficiencia y rendimiento, proporciona una plataforma ideal para la formación y la experimentación en ingeniería automotriz. La adición de un generador de fallos permitirá a los estudiantes de ingeniería mecánica automotriz explorar de manera controlada y segura una variedad de escenarios de fallas, comprendiendo así los aspectos fundamentales de la detección, el diagnóstico y la mitigación de problemas en motores de combustión interna.

Este proyecto busca abordar la necesidad crítica de formar a futuros ingenieros con las habilidades y el conocimiento necesarios para mantener y mejorar la confiabilidad, la eficiencia y la seguridad de los motores de combustión interna en el contexto de la ingeniería automotriz moderna. La implementación de un módulo generador de fallos brinda a los estudiantes la oportunidad de adquirir experiencia práctica en la resolución de problemas y la toma de decisiones en situaciones del mundo real.

A lo largo de este trabajo, exploraremos los desafíos y las oportunidades relacionadas con la implementación de un generador de fallos, los beneficios que aporta a la educación en ingeniería automotriz y su impacto en la formación de ingenieros altamente capacitados y preparados para enfrentar los retos de la industria automotriz del siglo XXI. Este proyecto es un testimonio del compromiso continuo con la excelencia en la educación y la innovación en la ingeniería automotriz.

PROBLEMA

En el laboratorio de motores de combustión interna de la Universidad Politécnica Salesiana sede Cuenca, se encuentra disponible un banco didáctico con motor Hyundai Sonata G4CM, el mismo que tiene una funcionalidad limitada, debido a la carencia de componentes, como: el tablero de instrumentos, radiador, cañerías de líquido refrigerante, entre otras, razón por la que no se lo podía mantener mucho tiempo en funcionamiento con el riesgo de poder sobrecalentarse, generando así varios inconvenientes en las prácticas a realizar.

Con los avances tecnológicos en el área automotriz, los bancos deben ser renovados en función a las exigencias de la educación moderna, para así aumentar las destrezas de los estudiantes en el diagnóstico de fallos que suelen presentar estos motores a inyección.

ANTECEDENTES

En la actualidad con el avance tecnológicos a gran escala, hay amplia gama de aplicaciones las cuales permiten realizar diagnósticos y verificaciones mecánicas; sin embargo hay gran número de sistemas electrónicos la cuales son de gran ayuda a los estudiantes y a los docentes en el proceso de aprendizaje y también en su vida profesional, con el estudio y la implementación del presente trabajo se ha integrado un generador de fallos, la cual facilite diagnósticos de varios sensores y actuadores que posee un motor de combustión interna a inyección, por lo tanto está enfocado en crear un espacio de aprendizaje.

IMPORTANCIA Y ALCANCES

Este proyecto va dirigido para docentes y estudiantes, mediante el método bibliográfico se analizará conceptos de los diferentes componentes para así poder diseñar un módulo generador de fallos para mejorar y facilitar el diagnóstico de los sensores y actuadores del motor Hyundai Sonata G4CM, de esta manera generar mejores destrezas en los estudiantes.

DELIMITACIONES

Delimitación temporal

El proyecto para desarrollar comienza a partir del mes octubre de 2023, se inicia planteando como objetivo en el desarrollo un sistema como herramienta didáctica para obtener información a través de un generador de fallos en un motor Hyundai Sonata G4CM, el mismo que se realizará en el periodo académico 63.

Delimitación académica

El siguiente trabajo planteado cumplirá con los exigido por la Universidad Politécnica Salesiana entorno a una investigación bibliografía que proporcionaran conceptos y teorías sobre el reacondicionamiento del banco didáctico de motor Hyundai sonata, además se implementara un generador de fallos para la verificación de los sensores y actuadores.

Delimitación geográfica

El proyecto de titulación antecede al estudio de estudiantes de la carrera de Ingeniería Automotriz de la Universidad Politécnica Salesiana sede Cuenca. Ubicada en las calles Av. Turuhuayco 3-69 y Calle Vieja 12-30 y, Cuenca 010105.

Figura 0.1 (Mapa geográfico)



Fuente: Google mapa (Universidad Politécnica Salesiana)

OBJETIVOS

Objetivo General

Implementar un módulo generador de fallos para un banco didáctico con motor Hyundai Sonata G4CM.

Objetivos Específicos

- Investigar el marco teórico referencial mediante el análisis y revisión bibliográfica de los sistemas y las diferentes variables que intervienen para el diagnóstico de un motor de inyección Hyundai Sonata G4CM.
- Establecer las prioridades del mantenimiento en un motor mediante un diagnóstico para determinar su funcionalidad.
- Implementar el generador de fallos en un motor Hyundai Sonata G4CM para el diagnóstico de sus diferentes sensores y actuadores.

1. CAPÍTULO I.

MARCO TEÓRICO REFERENCIAL DEL MOTOR HYUNDAI SONATA G4CM

1.1 Motor Hyundai Sonata G4CM

El motor en la cual se desarrollará el presente trabajo de titulación corresponde a la figura 1.1, las especificaciones de este banco se presentan en la tala 1.1, donde se puede verificar todas las características; El mismo cuenta con los principales componentes para el funcionamiento, sin embargo, en el capítulo 2 se procede a realizar un reacondicionamiento del motor.

Figura 1.1 Motor Hyundai Sonata G4CM



Fuente: Los Autores (Motor Hyundai Sonata G4CM)

1.2 Características

Tabla 1.1 Características del motor

MOTOR HYUNDAI SONATA G4CM			
Características generales		Motor	
Modelo	HYUNDAI SONATA	Potencia máxima	98 CV @5500 rpm
Fabricante	Hyundai Motor Company	Potencia por litro	54.6 CV/L
Modificación (Motor)	1.8	Par máximo	141 Nm @ 4400 rpm
Arquitectura de la unidad de potencia	Motor de combustión interna	Posición del motor	Frontal, transversal
		Cilindrada real	1796 cm ³
		Número de los cilindros	4
		Disposición de cilindros	En línea
		Diámetro del cilindro	80.6 mm
		Recorrido del cilindro	88 mm
		Ratio de compresión	8.9

Fuente: Los Autores (Características del Motor Hyundai Sonata G4CM)

1.3 Reseña histórica

El Hyundai Sonata es un auto creado específicamente como un vehículo de lujo, fabricado por Hyundai Motor Company en 1985, se lanzó el primer sedan con motor de tracción delantera, la cual viene con dos tipos, puede ser manual o automática. (hmong, 2023)

1.3.1 Primera Generación (1985-1988)

El Hyundai Sonata Y1 se presentó como un vehículo de lujo para competir con el Daewoo Royale. Se implementaron asientos eléctricos, lavafaros, espejos laterales ajustables, entre otros. Implementaron dos versiones equipadas en Corea: Luxury y Super, siendo esta última la versión con motor 2.0. (Hernandez, 2015)

Se ofertaron dos esquemas de color de tonos y un operador de a bordo. En el mismo año se produjo una baja en las ventas lo que ocasionó que se suspenda en diciembre del mismo año. (Hernandez, 2015)

Figura 1.2 Hyundai Sonata Primera generación (1985-1988)



Nota: Esta Imagen representa el Hyundai sonata Primera Generación.

Tomada de (Hernandez, 2015)

1.3.2 Segunda Generación (1988-1993)

Esta generación se incorporó la tracción delantera, se adoptó la aerodinámica en curvas como complemento para el vehículo. EL primer modelo revisado con el logo de Hyundai motor. (hmong, 2023)

Figura 1.3 Hyundai Sonata Segunda Generación (1988-1993)



Nota: Esta Imagen representa el Hyundai Sonata Segunda Generación (1988-1993).

Tomada de (Hernandez, 2015)

1.3.3 Tercera generación (1993-1998)

Este modelo se lanzó en 1994 presentando un diseño completamente diferente, se desarrolló todo el vehículo en Asan donde se implementó motores más actualizados. (hmong, 2023)

Uno de los motores que se ocuparon fue el 2.0 de 128 CV y otro de 3.0 litros de 144 CV. Luego en el año 1996 a 1998 se introdujo al mercado una nueva actualización del vehículo de la tercera generación, el cual presenta mejoras en las luces de la parte

trasera y delantera, con un motor de 4 cilindros 92 kW de potencia. Siendo este último fabricado en Ulsan. (hmong, 2023)

Figura 1.4 Hyundai Sonata Tercera generación (1993-1998)



Nota: Esta Imagen representa el Hyundai Sonata Tercera generación (1993-1998).

Tomada de (Hernandez, 2015)

1.3.4 Cuarta generación (1998-2004)

La cuarta generación del Hyundai sonata se incorporó al mercado alrededor del año 1998, se presentó con varios motores para este modelo, el primero un motor 2.0 con potencia máxima 135 HP, otro motor 2.4 ofreciendo una potencia máxima de 138 HP y un último motor 2.5 con potencia máxima de 168 hp. (hmong, 2023)

Figura 1.5 Hyundai Sonata Cuarta generación (1998-2004)



Nota: Esta Imagen representa el Hyundai Sonata Cuarta generación (1998-2004).

Tomada de (Hernandez, 2015)

1.3.5 Quinta generación (2004-2009)

En el año 2004 se empezó a vender una nueva generación más actualizada, con una misma plataforma que el Hyundai santa fe y Mengetis segunda generación.

Se ofertó en Europa la versión GL 2.0 GRDI 4 cilindros con una potencia de 140 CV, y una versión 2.4 con 165 hp y 5800 rpm. Luego se implementó una caja automática

con un convertidos de par de 4 velocidades, incluyendo velocidad crucero. Con la nueva actualización se logró implementar motores de hasta 3.0 ofreciendo una mayor potencia de hasta 237 HP, con velocidad crucero y sun roof, siendo esta la versión mejor equipada del mercado. (hmong, 2023)

Figura 1.6 Hyundai Sonata Quinta generación (2004-2009)



Nota: Esta Imagen representa el Hyundai Sonata Quinta generación (2004-2009).

Tomada de (Hernandez, 2015)

1.3.6 Sexta generación (2009-2015)

A finales del año 2009 se presentó un diseño más actualizado, teniendo un costo de alrededor de 372 millones de dólares, aunque en algunos países se presentó con el nombre de Hyundai i45, y en Europa como i40, en el resto del Latino América y Corea del sur se vendió bajo el nombre de Hyundai sonata. Se finalizó su fabricación en el año 2014 para así pasar a una nueva generación. (hmong, 2023)

Figura 1.7 Hyundai Sonata Sexta generación (2009-2015)



Nota: Esta Imagen representa el Hyundai Sonata Hyundai Sonata Sexta generación (2009-2015).

Tomada de (Hernandez, 2015)

1.3.7 Séptima generación (2015)

En estados unidos se dio a conocer en el año 2015 el nuevo modelo del Hyundai sonada en el evento New York internacional auto show. Se incorporó un cambio más estético del vehículo, logrando que se vendiera con éxito en Estados unidos, mientras que las ventas en Corea del sur fueron bajas en el mismo año. (hmong, 2023)

Figura 1.8 Hyundai Sonata Séptima generación (2015)



Nota: Esta Imagen representa el Hyundai Sonata Séptima generación (2015).

Tomada de (Hernandez, 2015)

1.3.8 Octava generación (Presente)

Hyundai se renueva completamente con diseños novedosos en la octava generación, con una carrocería de nuevas proporciones y un modelo que representa con un estilo coupé, a su vez tiene un aspecto más deportivo. (Días, 2019)

Figura 1.9 Hyundai Sonata Octava generación (2019)



Nota: Esta Imagen representa el Hyundai Sonata Octava generación (2019).

Tomada de (Días, 2019)

1.4 Arduino

El Arduino Mega 2560 es una placa controladora basada en el microcontrolador ATmega2560. Tiene un total de 54 pines de entrada y salida digitales (15 de los cuales pueden generar pulsos PWM), 16 entradas analógicas, 4 puertos UART de hardware, un conector USB para programación y alimentación, una entrada Jack para alimentación externa, patas ICSP y un botón Restart. (Gonzalez, 2023)

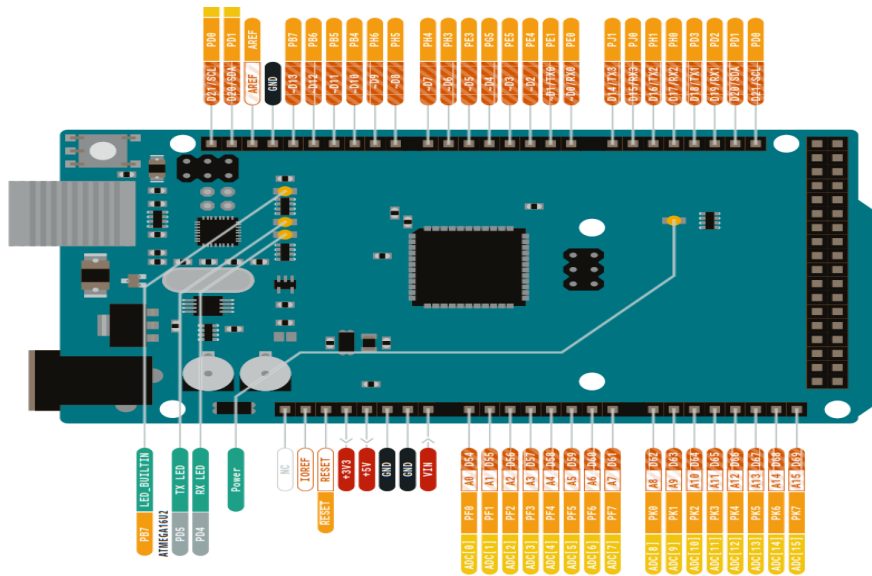
Tiene todo lo que necesita para funcionar. Se conecta a un puerto USB como otros modelos de Arduino y es compatible de forma nativa con Arduino IDE. Es compatible con casi la mayoría de las placas de expansión diseñadas para Arduino UNO.

1.4.1 Características

Tabla 1.1 Características del Arduino

• Microcontrolador: ATmega2560	• Corriente máxima para el pin 3.3V: 50 mA
• Tensión de alimentación: 5V	• Memoria flash: 256 KB
• Tensión de entrada recomendada: 7-12V	• SRAM: 8 KB
• Límite de entrada: 6-20V	• EEPROM: 4 KB
• Pines digitales: 54 (14 con PWM)	• Velocidad de reloj: 16 MHz
• Entradas analógicas: 16	• Dimensiones: 101.52 mm x 53.3 mm
• Corriente máxima por pin: 40 mA	• Peso: 37 gramos

Figura: 1.10 Arduino mega



Esquema de Arduino mega

Tomada de (Automotriz, 2019)

1.5 Tecnología bluetooth

Es una tecnología de transmisión inalámbrica de corto alcance que facilite la comunicación de datos entre dispositivos digitales, el alcance efectivo de esta tecnología es de aproximadamente de 10 m, actualmente suele utilizar para conectar ordenadores, aunque algunos dispositivos se pueden conectar a varios dispositivos al mismo tiempo, esta conexión no requiere cables y no es necesario que los dispositivos estén al frente del otro, como si ocurre con la tecnología de infrarrojos.

Figura: 1.11 Conectividad Bluetooth



Tomada de (Automotriz, 2019)

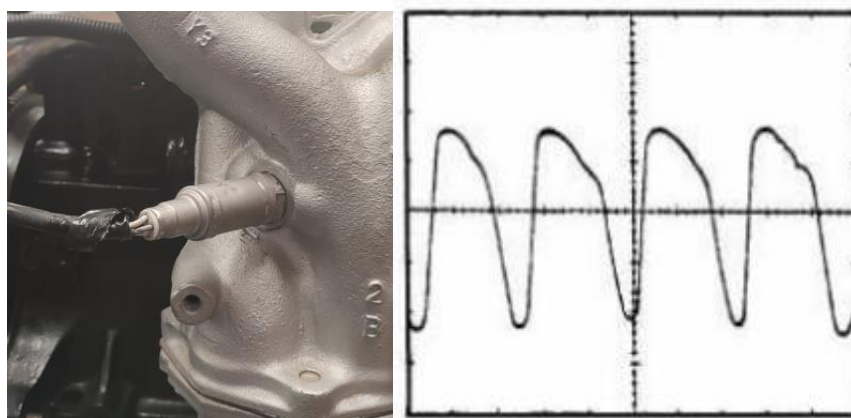
1.6 Sensores

También conocidas como sondas, son unidades o componentes eléctricos que forman parte del vehículo y cuya función principal es monitorear todas las condiciones de funcionamiento del vehículo y transmitir esta información a la unidad de control.

1.6.1 Sensor de oxígeno (O2)

El sensor de oxígeno es un dispositivo más importante y sensible de un vehículo la cual determina si la combustión de la mezcla es rica o pobre; cuando el oxígeno es bajo el voltaje es de 0,90 V o una mezcla rica de combustible, En cambio, si el oxígeno es alto da un voltaje bajo de 0,10 V o una mezcla pobre. **Fuente especificada no válida.**

Figura 1.12 Sensor de oxígeno y señal eléctrica.



Nota: Esta Imagen representa el sensor de oxígeno del Motor Hyundai G4CM

Fuente: Los Autores (Pereira, Pichasaca, 2024)

Tabla 1.3 Identificación de pines Sensor de Oxígeno.

<i>Identificación de pines Sensor de Oxígeno.</i>			
<i>N° de pin</i>	<i>Color</i>	<i>Voltaje</i>	<i>Identificación</i>
1	Negro	0.175 V	Señal
2	Blanco	0.055 V	Calefacción
3	Blanco	14.07 V	Calefacción
4	Gris	4,3 mv	Masa

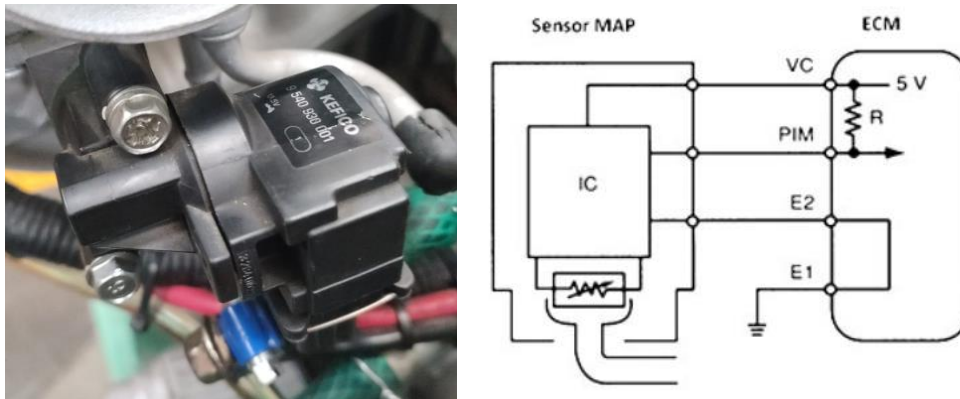
Fuente: Los Autores (Pereira, Pichasaca, 2024)

1.6.2 Válvula IAC (Idle air control)

Un componente electromecánico situado en la parte superior del cuerpo de aceleración, la válvula encargada de controlar el flujo de aire hacia el motor desempeña la función de ajustar la entrada de aire durante el arranque en frío de nuestro vehículo. (Crabi.com, 2021)

La válvula IAC posibilita el ajuste de las RPM (revoluciones por minuto) del motor durante el ralentí, es decir, en situaciones en las que ni el acelerador ni ninguna velocidad están activados. Al gestionar el flujo de aire, optimiza la eficiencia del combustible al utilizar únicamente la cantidad necesaria para iniciar el vehículo. (Crabi.com, 2021)

Figura 1.13 Válvula IAC (Válvula para el control del aire)



Nota: Esta Imagen representa la válvula IAC.

Fuente: Los Autores (Pereira, Pichasaca, 2024)

Tabla 1.4 Identificación de pines de la válvula IAC.

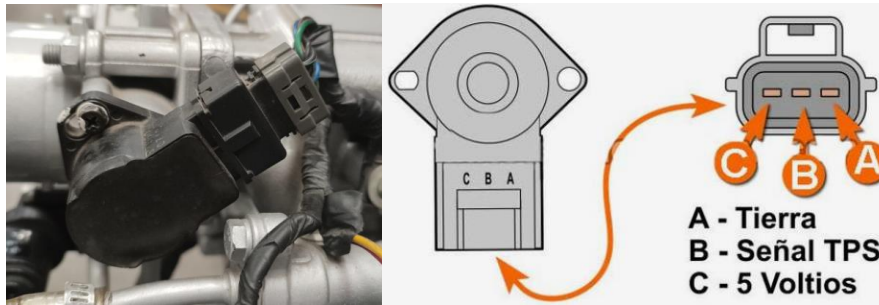
Identificación de pines la válvula IAC.			
N° de pin	Color	Voltaje	Identificación
1	Amarillo	4.75 V	Señal
2	Rojo	1.5 m V	Masa
3	Verde	12.5 V	Alimentación

Fuente: Los Autores (Pereira, Pichasaca, 2024)

1.6.3 Sensor TPS (posición de la mariposa de aceleración)

La función principal del TPS es detectar la posición de la mariposa de aceleración para así transformar esta magnitud física en un voltaje, el cual será recibido por la ECU para que así pueda inyectar la cantidad de combustible necesaria. (Automotriz, 2019)

Figura 1.14 Sensor TPS (posición de acelerador)



Nota: Esta Imagen representa el sensor de TPS.

Fuente: Los Autores (Pereira, Pichasaca, 2024)

Tabla 1.5 Identificación de pines Sensor de TPS.

<i>Identificación de pines Sensor de TPS.</i>			
<i>N° de pin</i>	<i>Color</i>	<i>Voltaje</i>	<i>Identificación</i>
1	Negro	50.5 mV	Masa
2	Negro con azul	1.5 mV	Interruptor de ralenti
3	Azul con amarillo	0.75 V	Señal TPS
4	Verde con marrón	5 V	Alimentación

Fuente: Los Autores (Pereira, Pichasaca, 2024)

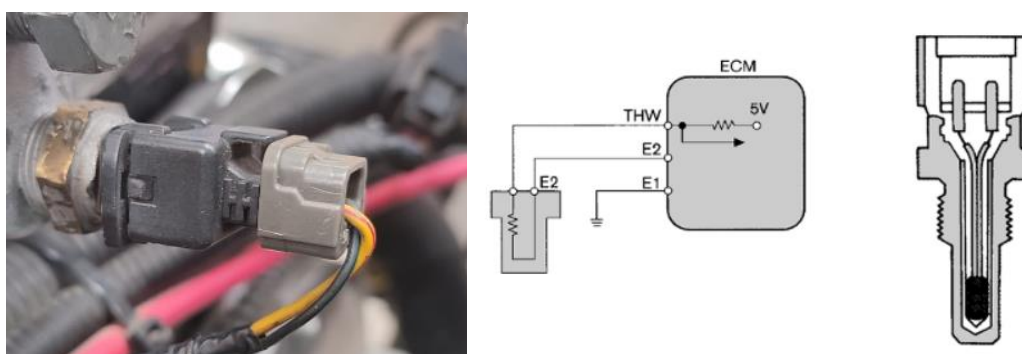
Comprobaciones:

- 1) Primero se realiza la desconexión del sensor TPS
- 2) Comprobar la resistencia entre los pines 1 – 4 dando como resultado 3.5 a 6.5 V
- 3) Luego medir entre los pines 2 – 4, mientras se realiza un movimiento de la mariposa del acelerador para comprobar si la resistencia cambia de ser así se debe reemplazar el sensor por uno nuevo.

1.6.4 Sensor ECT (Temperatura de refrigerante)

Mide la temperatura del refrigerante del motor. Los sensores envían información a la computadora del automóvil para ajustar la mezcla de combustible y controlar los pulsos del inyector. Además, también puede hacer funcionar un ventilador eléctrico. (Automotriz S. , 2018)

Figura 1.15 Sensor ECT



Nota: Esta imagen representa al sensor ECT

Fuente: Los Autores (Pereira, Pichasaca, 2024)

La función es informar a la ECU de la temperatura del refrigerante del motor para calcular el suministro de combustible, la sincronización y el control de la válvula EGR y la activación y desactivación del ventilador del radiador. (Chávez, 2014)

Tabla 1.6 Identificación de pines Sensor de ECT.

Identificación de pines Sensor de ECT.			
N° de pin	Color	Voltaje	Identificación
1	Amarillo con rojo	1.7 V	Señal
2	Negro	50.5 mV	Masa

Fuente: Los Autores (Pereira, Pichasaca, 2024)

Comprobaciones:

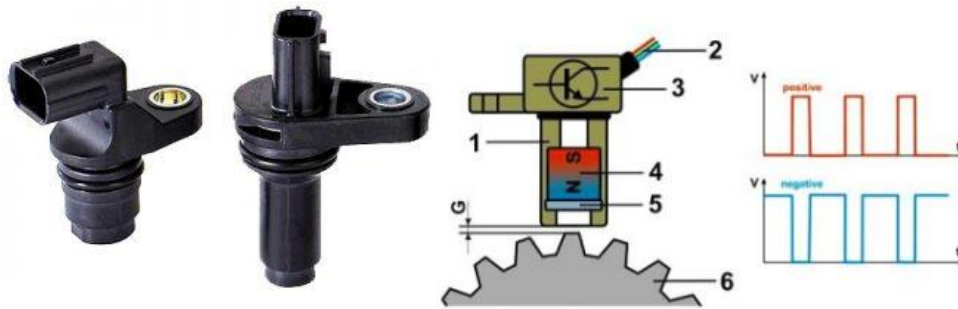
- 1) Se debe retirar el sensor para poder realizar las comprobaciones
- 2) Se sumerge la sonda en un recipiente con agua, mientras se procede a hervir el agua alcanzando una temperatura máxima
- 3) Se miden la resistencia del sensor, tomando en cuenta que los valores obtenidos deben ser los que dicta el fabricante de dicho sensor.

1.6.5 Sensor CKP (Posición del cigüeñal)

Es responsable de detectar la velocidad del motor y la posición del cigüeñal. Se utiliza junto con información del sensor del árbol de levas y otros sensores que envían señales a la computadora. (Tribo, 2022)

A través de esta información la ECU establece los pulsos de los inyectores y a su vez sincroniza la chispa del encendido.

Figura 1.16 Sensor CKP (Posición del cigüeñal)



Nota: Esta Imagen representa el Sensor CKP.

Fuente: (Avance, 2019)

Este sensor genera dos tipos de señales analógicas y digitales; las señales analógicas son generada del tipo inducción electromagnéticas, mientras que las señales digitales es del tipo efecto hall.

1. Carcasa
2. Cable
3. Circuito Electrónico
4. Imán
5. Componentes de efecto hall
6. Rueda dentada
- G. Espacio

Comprobaciones:

- 1) Para realizar la debida comprobación del sensor CKP, se debe realizar una medición del voltaje del sensor el cual debe presentar una señal de 5 V.
- 2) Se verifica si los valores están correctos mediante un osciloscopio, luego de realizar la conexión se procede a medir los valores de la señal estando en un rango de 4 a 5 V.

1.7 Actuadores

Un actuador es básicamente un dispositivo mecánico cuya función es proporcionar fuerza para mover o "accionar" otro dispositivo mecánico. La potencia que acciona un actuador proviene de tres fuentes posibles: neumática, hidráulica y eléctrica (motor eléctrico o solenoide). Dependiendo de la fuente de energía, los actuadores se denominan "neumáticos", "hidráulicos" o "eléctricos". (Cesvi, 2015)

1.7.1 Inyectores

Un elemento clave para mantener al motor funcionando correctamente. Estos componentes se encargan de entregar la cantidad exacta de combustible a cada cilindro en el momento adecuado. (Granell, 2022)

Un inyector está conformado por:

1. porta tobera
2. tobera
3. el vástago
4. conexión de retorno
5. la tuerca de tobera
6. la tuerca de tapa
7. el resorte
8. la tuerca de ajuste de retorno
9. la entrada de combustible

Figura 1.17 Inyectores



Nota: Esta Imagen representa los inyectores del Motor Hyundai G4CM.

Fuente: Los Autores (Pereira, Pichasaca, 2024)

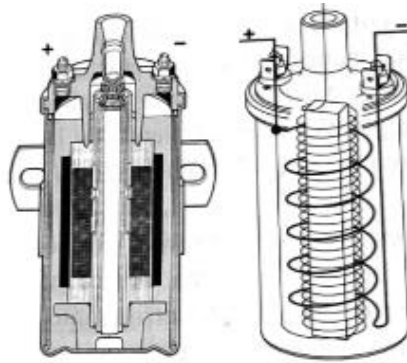
1.7.2 Bobina de encendido

La bobina de encendido genera el alto voltaje necesario para encender la mezcla de aire y combustible en el motor. (Payri, 2011)

1.7.2.1 Bobina de núcleo abierto

Es una bobina cilíndrica con un núcleo magnético rectilíneo en su eje, el bobinado secundario está en el eje, mientras que el primario en el exterior, estos elementos están recubierto por un aislamiento eléctrico dentro de la carcasa. (Payri, 2011)

Figura 1.18 Bobinas de encendido clásicos



Nota: Esta imagen representa a bobina clásica de encendido

Fuente: (Payri, 2011)

1.7.2.2 Bobina de encendido modernas

Con la incorporación de la electrónica de potencia, ha permitido desarrollar las bobinas más pequeñas incorporadas en el mismo conector de las bujías, presentando muchas ventajas con respecto a las bobinas clásicas. (Payri, 2011)

Figura 1.19 Bobina de encendido moderno



Nota: esta imagen representa bobina de encendido moderna

Fuente: (Payri, 2011)

1.7.2.3 Bujía de encendido

Para que produzca la combustión de la mezcla aire-combustible, se precisa aportar con una cantidad suficiente de energía en el momento oportuno, para que el proceso de combustión sea óptimo. (Payri, 2011)

El elemento encargado para aportar esta energía es la bujía mediante un salto de chispa entre sus electrodos.

Figura 1.20 Bujías de encendido



Nota: Esta imagen representa las Bujías del Motor Hyundai Sonata G4CM

Fuente: Los Autores (Pereira, Pichasaca, 2024)

1.7.3 Electrobomba de combustible

La bomba de combustible es una parte importante del funcionamiento normal del motor, ya que es la encargada de garantizar que el sistema de inyección siga recibiendo combustible a través del riel de inyección y el fluido de succión del tanque de combustible. (Granell, 2022)

Las bombas eléctricas suelen instalarse dentro o alrededor del tanque de combustible. Normalmente, el voltaje de funcionamiento de la bomba de combustible de un automóvil es de 12 V y se opera a través del relé de la bomba. (Granell, 2022)

Figura 1.21 Electrobomba de combustible



Nota: Esta imagen representa una electrobomba de combustible

Fuente: Los Autores (Pereira, Pichasaca, 2024)

1.7.4 Electroventilador

El ventilador eléctrico es una de las piezas encargadas de enfriar el motor, por lo que cualquier problema puede provocar que se sobrecaliente. El calor es uno de los

principales enemigos del motor. Tanto es así que existen componentes específicos que se encargan de reducir el grado durante el funcionamiento. (Martínez, 2018)

Hoy en día, muchos vehículos están equipados con ventiladores eléctricos para enfriar los radiadores, estos ventiladores son accionados por motores eléctricos, que se controlan de diferentes formas:

- A través del interruptor térmico se ubica en el depósito de refrigerante, culata.
- Consta de un conjunto de componentes que incluyen un interruptor térmico y un circuito de control de relé.
- Controlado por módulo de control del electroventilador y computadora.
- La computadora controla directamente el circuito de relé.

Figura 1.22 Constitución de un electroventilador



Nota: Esta imagen representa un electroventilador

Fuente: Los Autores (Pereira, Pichasaca, 2024)

2. CAPÍTULO II.

REACONDICIONAMIENTO DEL MOTOR HYUNDAI SONATA G4CM, PREVIO A LA IMPLEMENTACIÓN DE GENERADOR DE FALLAS.

FUNCIONAMIENTO.

Previo a la implementación se procede a realizar el diagnóstico y mantenimiento de motor Hyundai Sonata G4CM de combustión interna, que permite obtener datos e informaciones, para ello primeramente se inspecciona todos los sistemas del motor y los componentes de cada uno de ellos, además se considera el color de humo del escape y las fugas de los fluidos, también se verifica la compresión del motor para ver el estado de este.

2.1. Inspección visual del motor

En la siguiente tabla 2.1 se detalla cada uno de los componentes de los sistemas que conforma el motor Hyundai Sonata G4CM, donde se verifica el estado actual de los mismos, luego de una revisión visual se procede a realizar pruebas y mediciones utilizando herramientas y equipos de laboratorio de la Universidad, con los datos e información obtenida, se iniciará a dar mantenimiento y en algunos casos donde los componentes que se encuentren en mal estado se proceden a sustituir.

Figura 2.1 Motor Sonata G4CM



Fuente: Los Autores (Pereira, Pichasaca, 2024)

2.1.1. Inspección visual de los componentes del motor

Tabla 2.1 Estado de los componentes del motor

VALIDACIÓN CUALITATIVA MOTOR HYUNDAI G4CM					
Sistemas del motor	Componentes	Estado			Observaciones
		Bueno	Regular	Malo	
Sistema de alimentación	Tanque de combustible	X			En excelente estado
	Bomba de combustible			X	Mal estado (no funciona)
	Filtro de combustible		X		Buen estado
	Inyectores		X		Buen estado
	Cañerías		X		Buen estado
	Riel de inyector	X			Excelente estado
	Regulador de presión	X			Excelente estado
Sistema de lubricación	Carter	X			Excelente estado
	Filtro de aceite		X		Buen estado
	Tapa de cárter		X		Buen estado
	Varilla de medidor de aceite	X			Excelente estado
	Radiador		X		Esta de baquetear
Sistema de refrigeración	Electroventilador			X	Mal estado (Trizado)
	Manguera de entrada		X		Buen estado
	Manguera de retorno		X		Buen estado
	Bujías		X		Buen estado
	Sistema de encendido y eléctrico	Distribuidor	X		
Bobina		X			Excelente estado
Cables de bujías			X		Buen estado
ECU		X			Excelente estado

Nota: Tabla cualitativa de los elementos del motor y su estado actual

Fuente: Los Autores (Pereira, Pichasaca, 2024)

2.2. Estructura del banco y base del motor

Es un soporte metálico donde está montado el motor mediante cuatro soportes que van atornillado a la estructura por un extremo y por el otro en la base del motor, además otros elementos auxiliares, la estructura tiene cuatro ruedas las cuales facilitan para su movimiento.

Figura 2.2 Estructura del motor



Fuente: Los Autores (Pereira, Pichasaca, 2024)

2.3. Sistema de alimentación

2.3.1. Tanque de combustible

Es un depósito metálico, básicamente su función es almacenar combustible en si interior, su estructura permite un cierre hermético para evitar fugas, el componente se encuentra en las mejores condiciones por lo cual se procede a realizar una limpieza del parte exterior.

Figura 2.3 Tanque de combustible



Fuente: Los Autores (Pereira, Pichasaca, 2024)

2.3.2. Bomba de combustible

Es un componente eléctrico la cual suministra combustible desde el tanque hacia los inyectores, se pudo verificar el estado actual del componente ya que se encontró muy deteriorado y presentaba oxido en su parte exterior como se puede ver en la figura 2.3.

Figura 2.4 Bomba de combustible



Fuente: Los Autores (Pereira, Pichasaca, 2024)

2.3.3. Filtro de combustible

En un componente que evita que ingrese las impurezas que contiene la gasolina hacia el sistema de combustión, en caso de presentar fallas el motor puede tener dificultades en el arranque y perder potencia, el filtro instalado corresponde a la marca TIGGO T3 QQ308 (DERCO, 2022)

Figura 2.5 Filtro de combustible



Fuente: Los Autores (Pereira, Pichasaca, 2024)

2.3.4. Inyectores

Es un elemento de sistema de inyección tiene la función de proporcionar combustible a alta presión hacia la cámara o precámara dependiendo del sistema, de forma pulverizada y sin goteo para un correcto funcionamiento. (Auto, 2021)

Figura 2.6 Inyectores del motor Hyundai Sonata G4CM



Fuente: Los Autores (Pereira, Pichasaca, 2024)

En la tabla 2.2 muestra el valor de resistencia actual de cada uno de los inyectores, esta medida se obtiene con la ayuda de un multímetro, se mide colocando en los ambos conectores como se muestra en las figuras de la tabla 2.2; el valor normal de resistencia varías entre los 12 a 17 ohmios, dando como resultado que se encuentro dentro de los rangos permitidos

Tabla 2.2 Resistencia de los inyectores

Resistencia de los Inyectores		Rango
INYECTOR 1	14.9 Ohm	12 a 17 ohms
INYECTOR 2	14.8 Ohm	
INYECTOR 3	14.8 Ohm	
INYECTOR 4	14.8 Ohm	

Nota: Tabla de resistencia de los inyectores

Fuente: Los Autores (Pereira, Pichasaca, 2024)

2.3.5. Riel de inyectores

Es un acumulador de presión que abastece a los inyectores mediante los acoples y adaptadores, normalmente va ubicado después de la bomba de alta presión. (Cornejo, 2015)

Figura 2.7 Riel de inyectores



Fuente: Los Autores (Pereira, Pichasaca, 2024)

2.3.6. Regulador de presión

Es un elemento que ajusta la presión en toda la línea de sistema de alimentación, desde la bomba hasta los picos de los inyectores, manteniendo la presión constante de funcionamiento a pesar por razones externas pueden subir o bajar. (Gasogenio, 2022)

Figura 2.8 Regulador de presión



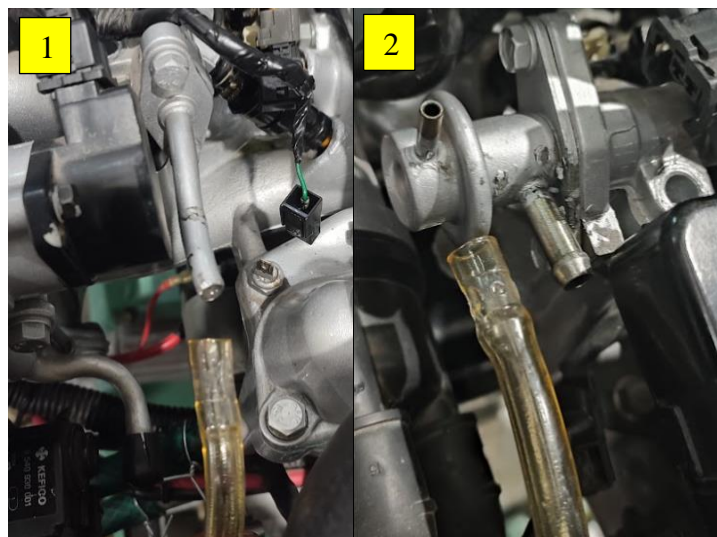
Fuente: Los Autores (Pereira, Pichasaca, 2024)

2.3.7. Cañerías de combustible

Son conductos que permite la circulación de combustible desde el tanque hasta la entrada de riel de inyectores, así mismo permite el retorno desde el regulador de presión hacia el tanque.

Figura 2.9 Cañerías

Representa a: 1 cañería de alimentación; 2 Cañería de retorno.



Fuente: Los Autores (Pereira, Pichasaca, 2024)

2.4. Sistema de lubricación

El sistema de lubricación es muy importante ya que es el encargado de suministrar aceite a todos los elementos que se encuentran en constante movimiento en el motor, para reducir la fricción entre rozamientos de piezas.**Fuente especificada no válida.**

Consta de componentes importantes para su funcionamiento:

2.4.1. Carter

Este componente no solo brinda resguardo y solidez al motor, sino que también tiene la función de contener el lubricante que mantiene engrasado el motor. (Plaza, 2020)

La concavidad de su diseño posibilita albergar la cantidad precisa de lubricante requerida por cada motor, y podemos verificar dicho nivel en cualquier instante mediante una varilla que extraemos desde la parte superior del bloque. Esta varilla atraviesa internamente el motor hasta alcanzar el cárter, donde la gravedad facilita su descenso una vez más. (Plaza, 2020)

Figura 2.10 Carter de motor Hyundai Sonata G4CM



Fuente: (Pereira, Pichasaca, 2024)

2.4.2. Bomba de aceite

La bomba de aceite se encarga de suministrar la cantidad ideal de aceite, La bomba se activa mediante el cigüeñal, el árbol de levas, el distribuidor o la correa de distribución. **Fuente especificada no válida.**

la función principal de la bomba de aceite consiste en extraer el aceite del cárter y dirigirlo a través del filtro de aceite y los conductos hacia los cojinetes del cigüeñal y del árbol de levas. Este proceso contribuye a prevenir fricciones no deseadas y a evitar posibles daños o bloqueos en las piezas estructurales del motor, previniendo así el indeseado fenómeno conocido como gripaje. **Fuente especificada no válida.**

2.4.3. Regulador de presión

La válvula reguladora de presión se compone de un cuerpo metálico que posibilita su conexión ya sea a la bomba de alta presión o al raíl de inyección, dependiendo del sistema de control empleado. (S.A, 2020)

En su interior, alberga un inducido que ejerce presión sobre una bola contra el asiento de estanqueidad (paso de carburante). La presión de la bola contra dicho asiento determina si se permite o no la comunicación entre el circuito de alta y baja presión. (S.A, 2020)

2.4.4. Filtro de aceite

El componente esencial para el adecuado desempeño del motor es el filtro de aceite, y su costo es tan asequible que se recomienda cambiarlo cada vez que sea necesario reemplazar el aceite lubricante. (Ro-des, 2015)

Estos filtros suelen fabricarse con materiales como papel de celulosa, algodón y sintéticos, mediante un método sencillo: el papel se dispone sobre un armazón metálico para evitar que la presión del aceite lo distorsione, y luego se enrosca sobre la pieza de soporte dentro del circuito de lubricación. (Ro-des, 2015)

2.4.5. Tubo de recogida

El tubo de recogida de aceite está conectado al cárter y suele estar ubicado en una posición que le permite recoger el aceite que ha sido rociado o dispersado en diversas partes del motor durante su funcionamiento. Su diseño está pensado para recoger eficientemente el aceite y redirigirlo hacia el cárter para asegurar un suministro continuo y adecuado de lubricación. **Fuente especificada no válida.**

2.4.6. Luz o indicador de presión de aceite

El indicador en el tablero que alerta sobre el nivel de aceite correcto o insuficiente se activa gracias a la señal emitida por el sensor de presión de aceite, el cual evalúa la presión del aceite en el motor. (Collado, 2022)

El sensor de presión de aceite se sitúa junto al bloque del motor, siendo asegurado en uno de sus extremos, ya sea en proximidad al sistema de arranque o debajo de los cables de las bujías. Su montaje mediante tornillos se debe a su función como interruptor de señal dependiente de la presión. Cuando la presión es adecuada, el sensor no emite ninguna señal, manteniendo apagada la luz de advertencia en el tablero. Sin embargo, en caso de presión incorrecta, el interruptor se activa, encendiendo la luz de advertencia. (Collado, 2022)

Este sensor de presión de aceite incorpora un orificio por el cual el aceite entra, actuando como un barómetro que le permite medir la presión en función del nivel de aceite. (Collado, 2022)

2.4.7. Enfriador de aceite

El enfriador de aceite es esencialmente un radiador de dimensiones reducidas que se activa al iniciar el motor, teniendo como objetivo principal enfriar el aceite a medida que fluye en su proximidad. Para lograr esto, el componente incorpora aletas de refrigeración impulsadas por el flujo de aire externo. (CLUB, 2020)

Estos elementos emplean diversos sistemas de refrigeración, como el uso de agua. Sin importar el tipo, la meta es mantener una temperatura equilibrada en el motor y garantizar la lubricación adecuada de sus piezas, preservando el aceite en condiciones óptimas de temperatura y viscosidad. (CLUB, 2020)

En cuanto a la ubicación del enfriador de aceite, generalmente se encuentra instalado justo delante del radiador del motor. No obstante, en algunos motores, su posición puede variar, pudiendo estar ubicado en un tubo frente al motor o incluso integrado en el bloque del motor. (CLUB, 2020)

2.5. Sistema de refrigeración

El sistema de refrigeración de un Hyundai Sonata 1.8 suele constar de los siguientes componentes:

2.5.1. Radiador

El radiador desempeña un papel fundamental en el sistema de refrigeración de un vehículo. En resumen, su función principal es dispersar el calor extraído del motor por el líquido refrigerante, previniendo así problemas de sobrecalentamiento. Para comprender su operación de manera concisa. (Alabajos, I. , 2023)

Los conductos o "haces" reciben el refrigerante caliente proveniente del motor a través del tanque ubicado en la parte superior del radiador. El líquido refrigerante se enfría gracias al aire que fluye a través de las aletas y, posteriormente, es impulsado por el ventilador. Una vez enfriado, el fluido regresa a su posición original a través del tanque interior del radiador. (Alabajos, I. , 2023)

Figura 2.11 Radiador



Nota: Esta imagen representa un Radiador

Fuente: (Pereira & Pichasaca, 2024)

2.5.2. Bomba de agua

Impulsa el líquido refrigerante a través del sistema. La tarea principal de la bomba hidráulica es garantizar un flujo constante del refrigerante, permitiendo que el sistema de enfriamiento mantenga la estabilidad térmica del motor. **Fuente especificada no válida.**

Figura 2.12 Bomba de agua



Nota: Esta imagen representa una bomba de agua

Fuente: Los Autores (Pereira, Pichasaca, 2024)

2.5.3. Termostato

El termostato desempeña un papel esencial dentro del circuito de refrigeración al regular la temperatura en dicho sistema. Su función principal consiste en ajustar el suministro de refrigerante necesario a través de una válvula que se abre o cierra en respuesta a la temperatura operativa del motor. (Ro-des, 2019)

Generalmente, los termostatos se ubican en un conducto que conecta el motor con el radiador. Sin embargo, en motores refrigerados por aire y algunos sistemas de refrigeración por agua, su acción implica interrumpir el flujo de aire que llega a las aletas del bloque motor. (Ro-des, 2019)

Figura 2.13 Termostato del motor Hyundai Sonata G4CM



Nota: Esta imagen representa una bomba de agua

Fuente: Los Autores (Pereira, Pichasaca, 2024)

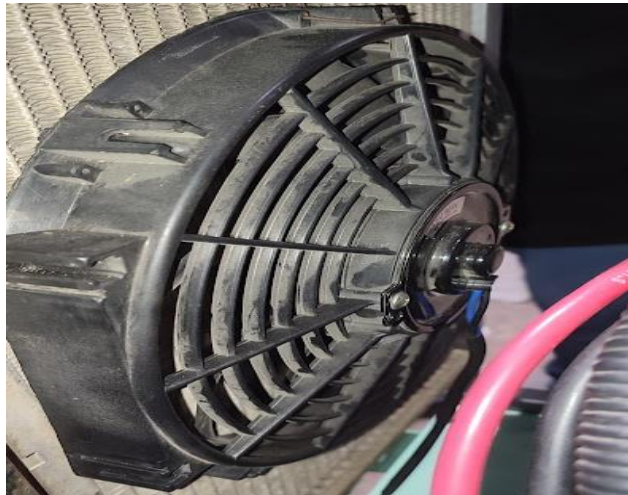
2.5.4. Electroventilador

El electroventilador, también conocido como moto ventilador, desempeña un papel crucial en el funcionamiento del motor. La función del electroventilador es igualmente significativa que la del termostato. Según se muestra en la figura 2.14, el flujo de aire se considera parte integral del sistema de refrigeración. (Pruebaderuta, 2015)

La ventilación natural contribuye a la transferencia de calor a través de las tuberías del radiador mientras estamos en movimiento. La corriente de aire que ingresa por la persiana disipa el calor del refrigerante que atraviesa el radiador. Cuando el vehículo se detiene, el sistema activa un relé que envía una señal eléctrica al electroventilador.

En operación, el radiador disipa el calor mediante ventilación forzada proporcionada por el ventilador. (Pruebaderuta, 2015)

Figura 2.14 Electroventilador



Nota: Esta imagen representa un electroventilador

Fuente: Los Autores (Pereira, Pichasaca, 2024)

2.5.5. Depósito de expansión

La función esencial del depósito de expansión radica en capturar el vapor del líquido refrigerante, condensándolo al alcanzar una presión específica y luego evaporándolo. Además, el depósito de expansión proporciona la capacidad de monitorear constantemente el nivel de anticongelante presente en el sistema de refrigeración del vehículo. En consecuencia, su contenido se limita exclusivamente a líquido y aire, siendo este último crucial para permitir la expansión del anticongelante sin causar daño al recipiente o las tuberías. (Ro-des, 2020)

Figura 2.15 Depósito de refrigerante



Nota: Esta imagen representa un electroventilador

Fuente: Los Autores (Pereira, Pichasaca, 2024)

2.5.6. Mangueras

La manguera del radiador, comúnmente fabricada en goma, desempeña la función de transportar el refrigerante hacia diversos componentes del sistema de refrigeración y el motor. Su propósito es garantizar la refrigeración del motor mediante la circulación de un circuito de líquido. Es importante tener en cuenta que las mangueras de goma pueden sufrir daños debido al uso de anticongelante, el cual tiende a ser más ácido. (Flash Cooling, 2020)

Figura 2.16 Mangueras de refrigeración



Nota: Esta imagen representa las mangueras de refrigeración

Fuente: Los Autores (Pereira, Pichasaca, 2024)

2.6. Sistema de encendido y eléctrico

El Hyundai Sonata 1.8 fabricado en 1998 cuenta con un sistema de encendido y eléctrico más convencional en comparación con las versiones más recientes. A continuación, se presenta una visión general del sistema de encendido y eléctrico de este modelo:

2.6.1. Sistema de Encendido:

2.6.1.1. Bujías

Las bujías constituyen componentes esenciales en el sistema de encendido de un automóvil, desempeñando la función crucial de proporcionar la chispa necesaria para encender el combustible dentro de la cámara de combustión. (Alabajos, 2023)

Además, en cuanto a sus funciones, es importante señalar que las bujías también tienen la tarea de disipar el calor generado en la cámara de combustión hacia el sistema de refrigeración. (Alabajos, I. , 2023)

Figura 2.17 Bujías de encendido



Nota: Esta imagen representa las Bujías del Motor Hyundai Sonata G4CM

Fuente: Los Autores (Pereira, Pichasaca, 2024)

2.6.1.2. Bobina de Encendido

La función primordial de la bobina de encendido consiste en convertir corriente de baja tensión en una de alta para facilitar el arranque del vehículo. En caso de un fallo en la bobina de encendido, el automóvil no podrá iniciar su funcionamiento. (Cid, 2020)

La bobina de encendido se encarga de suministrar a la bujía la corriente eléctrica necesaria para generar la chispa que provoca la combustión interna, es decir, transforma un voltaje estándar en uno de mayor intensidad. La bujía, situada en la cámara de combustión, desempeña el papel de generar la chispa en conjunto con la mezcla de aire, lo que permite poner en marcha el vehículo. (Cid, 2020)

Figura 2.18 Bobina de Encendido



Nota: Esta imagen representa la Bobina de Encendido del Motor Hyundai Sonata G4CM

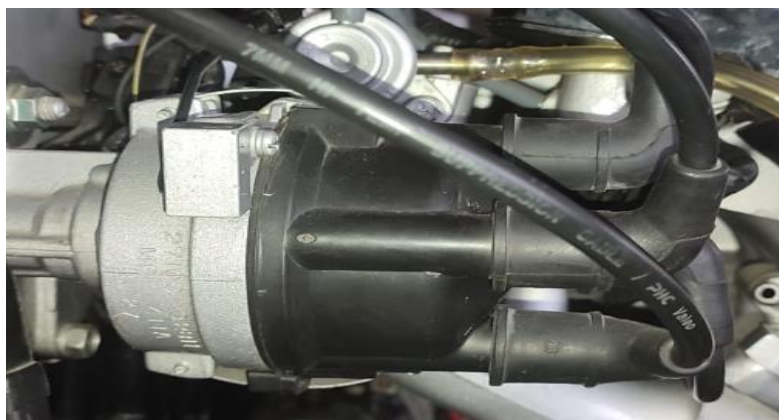
Fuente: Los Autores (Pereira, Pichasaca, 2024)

2.6.1.3. Distribuidor

Básicamente, el distribuidor constituye una parte esencial del sistema de encendido automotriz, cuya misión es coordinar y distribuir la corriente de manera precisa y en el lugar adecuado. Esto permite que los cilindros y las bujías desempeñen sus funciones de manera efectiva. (Mendoza, 2022)

El distribuidor, también conocido como delco, desempeña un papel crucial en el correcto desarrollo del ciclo Otto en los motores de gasolina, ya sean de dos o cuatro tiempos, especialmente en vehículos más antiguos. Su tarea principal consiste en direccionar la corriente eléctrica proveniente de la bobina de encendido del motor en el orden adecuado, utilizando un rotor para llevar a cabo este proceso. (Mendoza, 2022)

Figura 2.19 Distribuidor



Nota: Esta imagen representa el distribuidor del Motor Hyundai Sonata G4CM

Fuente: Los Autores (Pereira, Pichasaca, 2024)

2.6.2. Sistema Eléctrico:

2.6.2.1. Batería

Su objetivo principal es suministrar la energía requerida para iniciar el motor; no obstante, también se encarga de proveer la corriente necesaria para el funcionamiento de otros dispositivos eléctricos en el vehículo, como los vidrios, la iluminación de los faros, la consola y el tablero, entre otros. (Com.mx, 2022)

Este componente resulta crucial para el funcionamiento del automóvil. Por ello, si la batería se descarga, el vehículo dejará de arrancar, convirtiéndose así en el elemento central que impulsa el funcionamiento de tu coche. (Com.mx, 2022)

Figura 2.20 Batería



Nota: Esta imagen representa el alternador del Motor Hyundai Sonata G4CM

Fuente: Los Autores (Pereira, Pichasaca, 2024)

2.6.2.2. Alternador

Convierte la energía mecánica del motor en energía eléctrica para recargar la batería y alimentar los componentes eléctricos mientras el motor está en marcha. (Automotriz S. , 2018)

Figura 2.21 Alternador



Nota: Esta imagen representa el alternador del Motor Hyundai Sonata G4CM

Fuente: Los Autores (Pereira, Pichasaca, 2024)

2.6.2.3. Motor de Arranque

El dispositivo de arranque tiene la responsabilidad de superar la resistencia inicial de los componentes cinemáticos del motor durante el proceso de arranque. Inicia los primeros movimientos del cigüeñal, dando inicio al ciclo de admisión, compresión, explosión y escape, donde los pistones comienzan a desplazarse. Por consiguiente, su función principal radica en convertir la energía eléctrica proveniente de la batería del automóvil en energía cinética. De esta manera, con un solo giro de la llave, el motor de combustión interna puede operar de forma autónoma hasta que se apague. (Blázquez, 2019)

Figura 2.22 Motor de Arranque del motor Hyundai Sonata G4CM



Nota: Esta imagen representa el motor de Arranque

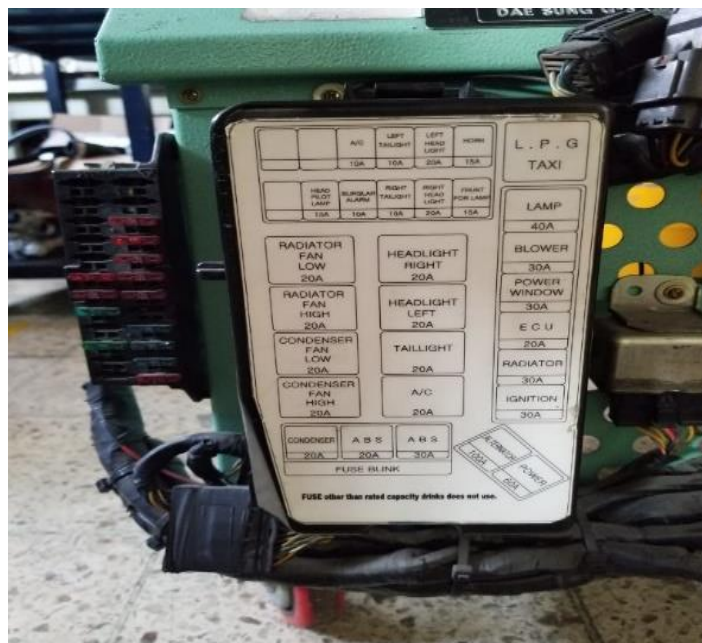
Fuente: Los Autores (Pereira, Pichasaca, 2024)

2.6.2.4. Fusibles y Relés

El panel de fusibles constituye un conjunto de elementos esenciales dentro del sistema de seguridad eléctrica del automóvil. Los vehículos modernos cuentan con diversos componentes eléctricos que requieren energía eléctrica para su activación y funcionamiento. (zonadelmotor, 2019)

La fuente de energía eléctrica principal de nuestros vehículos, representada por la batería, no solo desempeña la función de iniciar el motor mediante el encendido por chispa, sino que también suministra energía a otros elementos como las luces, el panel de instrumentos, el limpiaparabrisas, entre otros. (zonadelmotor, 2019)

Figura 2.23 Caja de fusibles del motor Hyundai G4CM



Nota: Esta imagen representa la Caja de fusibles

Fuente: Los Autores (Pereira, Pichasaca, 2024)

2.7. Resultados de reacondicionamiento del Motor

2.7.1. Sistema de alimentación

2.7.1.1. Bomba de combustible

La bomba de combustible del motor se encontró dañada, por lo que se procede a sustituir el mismo, desmontando el tanque de combustible del banco que permite extraer la bomba en mal estado que presentaba oxidación en la carcasa, posterior de las comprobaciones se procede a cambiar por una bomba nueva, de esta manera permite encender el motor.

Figura 2.24 Bomba de combustible nueva



Fuente: Los Autores (Pereira, Pichasaca, 2024)

2.7.1.2. Inyectores

Los inyectores del motor Hyundai Sonata G4CM, posterior a su respectivo diagnostico se procede a realizar la limpieza y sus diferentes pruebas de funcionamiento, para este proceso se utiliza el equipo de prueba de los inyectores en el laboratorio de la Universidad, el laborista nos proporcionó con la información necesaria en cuanto a limpieza y lavado de los inyectores.

- **Prueba de fugas.** - Este proceso permite visualizar si los inyectores presentan fugas cuando el banco proporciona presión de fluido como se puede observar en las figuras, donde los inyectores del motor Hyundai Sonata se encontró en las mejores condiciones, la cual permite utilizar los mismo para la implementación.

Figura 2.25 Prueba de fuga de los inyectores en el banco



Fuente: Los Autores (Pereira, Pichasaca, 2024)

- **Prueba de volumen de combustible.** – mediante esta prueba se verifica si los inyectores proporcionen la misma cantidad de fluido en un tiempo de 60 segundos, donde se puede observar que los inyectores presentan una variación mínima de 1 ml, por lo cual se procede a realizar limpieza por ultrasonido.

Figura 2.26 Volumen de combustible inyectado por cada inyector



Fuente: Los Autores (Pereira, Pichasaca, 2024)

- **Limpieza de inyectores por ultrasónica.** - Por último, se realizó limpieza ultrasónica de los inyectores como se puede ver en la figura, con este proceso se logra eliminar todas las partículas y garantizar que realmente queden limpios los inyectores, para que retornen a su condición original de funcionamiento.

Figura 2.27 Limpieza de los inyectores







Fuente: Los Autores (Pereira, Pichasaca, 2024)

2.8. Compresión del motor Hyundai Sonata 1.8 G4CM

De acuerdo con los fabricantes estable que la medida mínima de presión funcionamiento es de 120 psi y máxima de 160 psi, en el motor Hyundai Sonata G4CM los valores registrados es superior a 150 psi, como se puede observar en la siguiente tabla, dando como resultado que el motor se encuentra dentro de los valores permitidos por lo que no requiere reparación.

Tabla 2.3 Prueba de compresión del motor Hyundai Sonata G4CM

Número de cilindro	1ra.	2da.	fotografía
	Medición (PSI)	Medición (PSI)	
Cilindro 1	160	160	
Cilindro 2	158	160	
Cilindro 3	160	160	
Cilindro 4	158	160	

Fuente: Los Autores (Pereira, Pichasaca, 2024)

2.9. Resultado de reacondicionamiento del motor Hyundai Sonata G4CM

Tabla 2.4 Resultado de reacondicionamiento de motor

Motor Hyundai G4CM					
Sistemas del motor	Componentes	Estado			Observaciones
		Bueno	Regular	Malo	
Sistema de alimentación	Tanque de combustible	X			Correcto
	Bomba de combustible	X			Correcto

	Filtro de combustible	X	Correcto
	Inyectores	X	Correcto
	Cañerías	X	Correcto
	Riel de inyector	X	Correcto
	Regulador de presión	X	Correcto
	Carter	X	Correcto
Sistema de lubricación	Filtro de aceite	X	Correcto
	Tapa de cárter	X	Correcto
	Varilla de medidor de aceite	X	Correcto
	Radiador	X	Correcto
Sistema de refrigeración	Electroventilador	X	Correcto
	Manguera de entrada	X	Correcto
	Manguera de retorno	X	Correcto
Sistema de encendido y eléctrico	Bujías	X	Correcto
	Distribuidor	X	Correcto
	Bobina	X	Correcto
	Cables de bujías	X	Correcto
	ECU	X	Correcto

Tabla 2.5 Validación cuantitativa del motor

VALIDACIÓN CUANTITATIVA DEL MOTOR					
	Inspección			Mediciones	Datos establecidos por el fabricante
	Buen estado	Mal estado	No dispone		
Bobinas	X			Primario 1,5 Ω Secundario 14 k Ω	Primario 0,2 – 3,0 Ω Secundario 5 – 20 k Ω
Inyectores	X			15 Ω a 20°C	13 Ω – 16 Ω a 20°C
Sensor MAP	X			1,8 V a 85 - 90°C	1,5 – 2,1 V a 85 - 90°C
Sensor CKP	X			4,8 V	ON 5 V
Sensor TPS	X			5,2 k Ω	3,5 – 6,5 k Ω

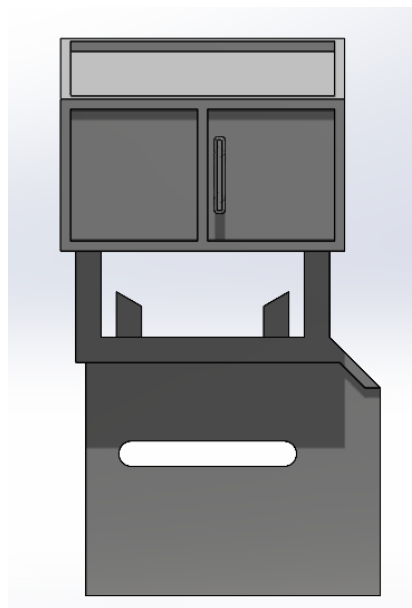
Sensor CMP	X			4,76 V	ON 5 V
Sensor ECT	X			0,2 kΩ a 85 - 90°C	0,3 kΩ a 80°C
Sensor de Oxígeno	X			11,66 V	ON 12 V
Bomba de combustible	X			11,86 V	ON 12 V
Cilindro 1	X			140psi	120 a 175 psi
Cilindro 2	X			139psi	
Cilindro 3	X			141psi	
Cilindro 4	X			138psi	

Fuente: Los Autores (Pereira, Pichasaca, 2023)

2.10. Diseño de panel de instrumentos en un Software.

Para diseñar el panel de instrumentos se utilizó el software Autodesk Inventor, herramienta que nos facilitó visualizar de mejor manera la implementación del generador de fallos, así teniendo una referencia de la ubicación y las medidas correspondientes.

Figura 2.28 Diseño del Banco didáctico en inventor 2020

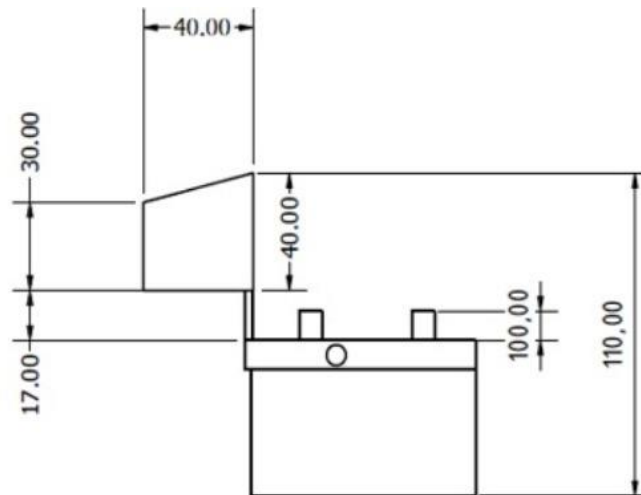


Fuente: Los Autores (Pereira, Pichasaca, 2024)

2.11. Dimensiones y materiales para el tablero del Panel de Instrumentos

Para realizar la estructura en la cual incorpora los instrumentos, las dimensiones son la que se visualiza en la figura 2.29, donde también se observa el banco del motor, los materiales utilizados son plancha de acero, tubo cuadrado de 20 mm, Angulo de 20 mm, finalmente se utiliza pintura sintética para fondo.

Figura 2.29 Dimensiones y materiales del tablero del instrumento



Fuente: Los Autores (Pereira, Pichasaca, 2024)

2.12. Construcción de base de instrumentos

El panel del instrumento fue elaborado según las medidas del diseño y con los materiales antes mencionados, en las siguientes figuras 2.30, se puede visualizar los avances de su construcción, donde la unión entre las partes es realizada mediante la soldadura eléctrica, para su respectivo acabado se utiliza una pintura sintética para fondo, posteriormente para su acabado final se utiliza el mismo color de la base del motor.

Figura 2.30 Construcción del tablero



Fuente: Los Autores (Pereira, Pichasaca, 2024)

En las figuras 2.31, muestra el acabado final con su pintura característico de color verde del panel de instrumentos, que posteriormente se montara en el banco didáctico del motor, en la cual va ubicado los componentes del generador de fallos.

Figura 2.31 Panel de instrumento



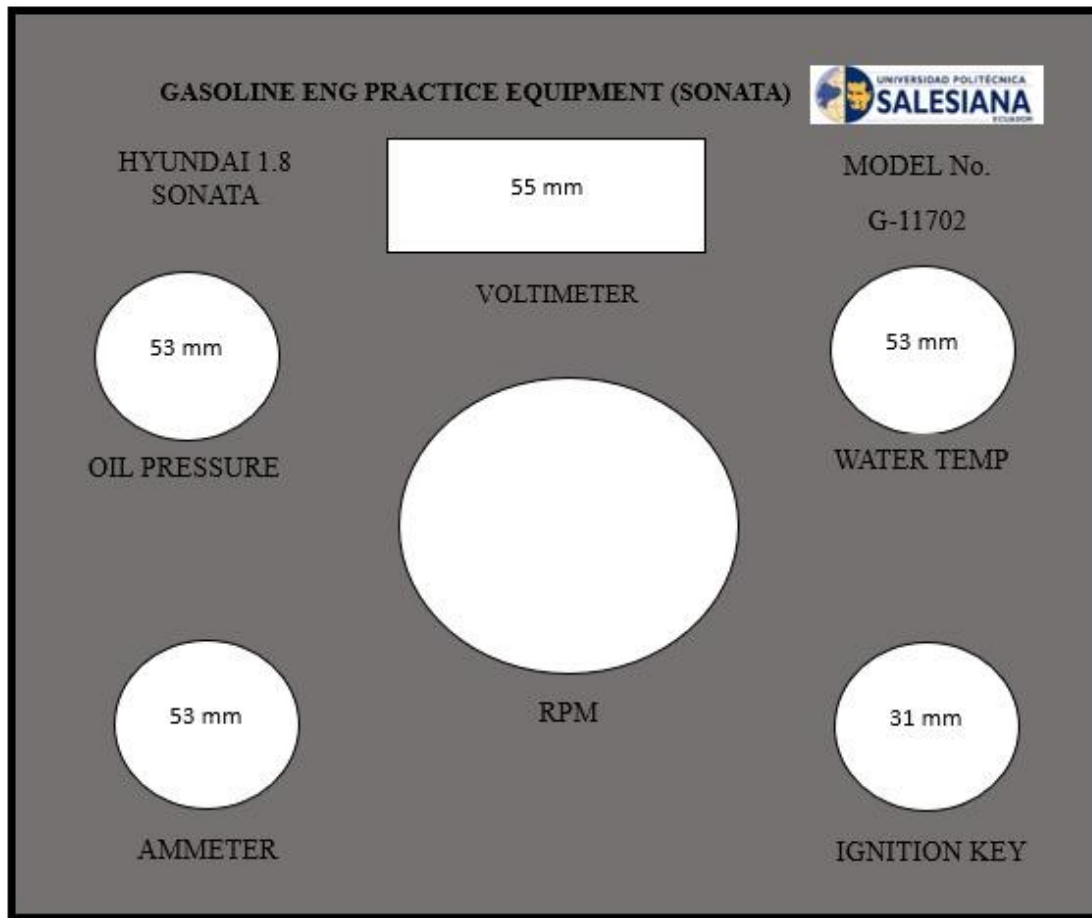
Fuente: Los Autores (Pereira, Pichasaca, 2024)

2.13. Implementación de instrumentos para el tablero de control del banco didáctico.

2.13.1. Diseño del tablero

Para la implementación de los instrumentos se diseñó un modelo de tablero, donde va a ir ubicados los diferentes componentes con sus respectivos nombres, el modelo del banco, la marca, modelo y la cilindrada del motor, acompañada del logotipo de la Universidad.

Figura 2.32 Panel de Instrumentos



Fuente: Los Autores (Pereira, Pichasaca, 2024)

2.14. Componentes de las mediciones del motor

Tabla 2.6 Componentes de medición

Manómetros e indicadores	Descripción	Imagen
Presión de aceite	Mediante este medidor, verificamos la presión de aceite en su funcionamiento normal.	

Temperatura del refrigerante

Para ver la temperatura del motor utilizamos este medidor del refrigerante las cuales van instalados en el panel de instrumentos.



RPM

Utilizamos este componente para verificar el rpm del motor.



Fuente: Los Autores (Pereira, Pichasaca, 2024)

3.3 Componentes útiles para la implementación de un generador de fallos

En la tabla se visualiza todos los elementos utilizados para la implementación del generador de fallos:

Tabla 3.1 Elementos del generador de fallos

Elementos para la implementación del generador de fallos en un motor Hyundai Sonata G4CM	
Nombre	Imagen
Arduino Mega 2560	
Tacómetro digital	
Cables de colores	
Medidor digital de voltaje	
Relé	

Diodos de colores	
Resistencia eléctricas	
Conectores	
Estaño	

Fuente: Los Autores (Pereira, Pichasaca, 2024)

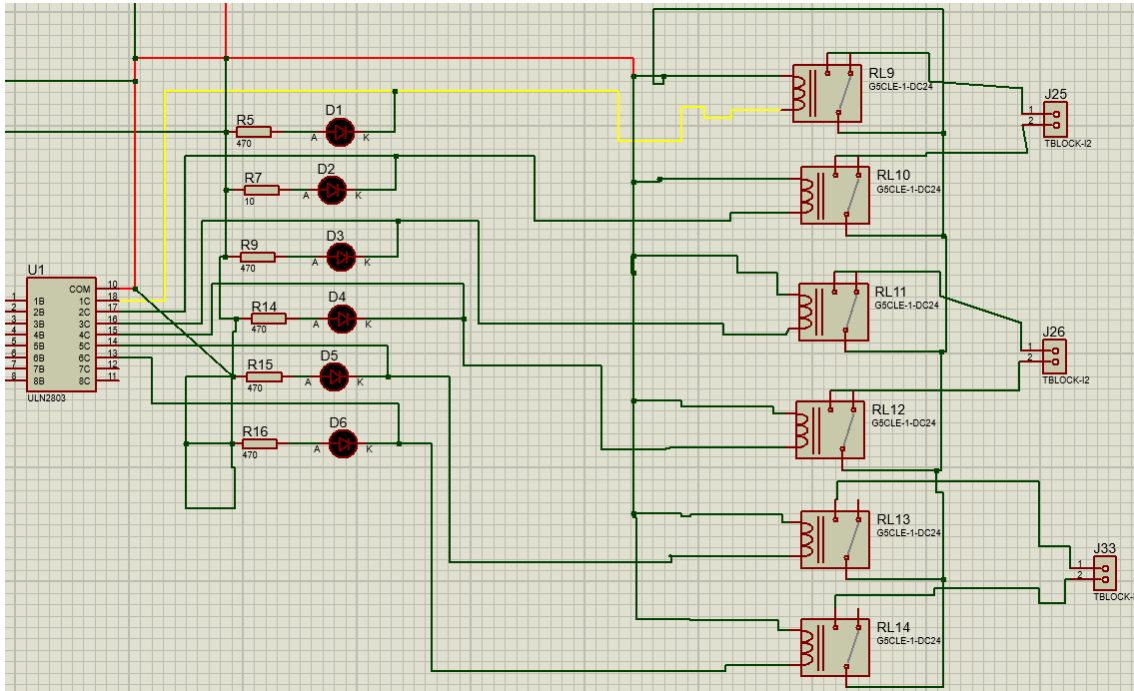
3.4 Simulación de sensores y actuadores

Se representa el diagrama eléctrico de los sensores y actuadores que conforma los componentes del motor Hyundai Sonata G4CM, mediante este se basa para realizar sus respectivas conexiones e instalaciones del generador de fallos.

3.4.1 Sensores

En la figura 3.2 se visualiza el diagrama electrónico y las conexiones que se debe realizar en los diferentes sensores, a su vez va conectado con sus respectivos diodos que nos indican la activación y desactivación de estos, de esta manera verificar su funcionamiento.

Figura 3.2 Diagrama electrónico de los sensores



Fuente: Los Autores (Pereira, Pichasaca, 2024)

3.4.2 Tabla Componentes eléctricos y conexión a los sensores

En los diagramas se utilizó componentes eléctricos, para los sensores se utilizó el circuito integrado U1 ULN2803, en la siguiente tabla 3.2 se puede visualizar la conexión de los pines a los respectivos relés que activan y desactivan los respectivos sensores.

Tabla 3.2 conexión del circuito integrado

Componentes eléctricos	Pines	Relés	Actuadores
<p>U1 ULN2803</p>	10	RL 9	Sensor de oxígeno
	18	RL 10	
	16	RL 11	Sensor TPS
	15	RL 12	
	14	RL 13	Sensor ECT
	13	RL 14	

Fuente: Los Autores (Pereira, Pichasaca, 2024)

Tabla 3.3 Conexión de los componentes eléctricos (sensores)

Componentes eléctricos valor y conexión a los sensores

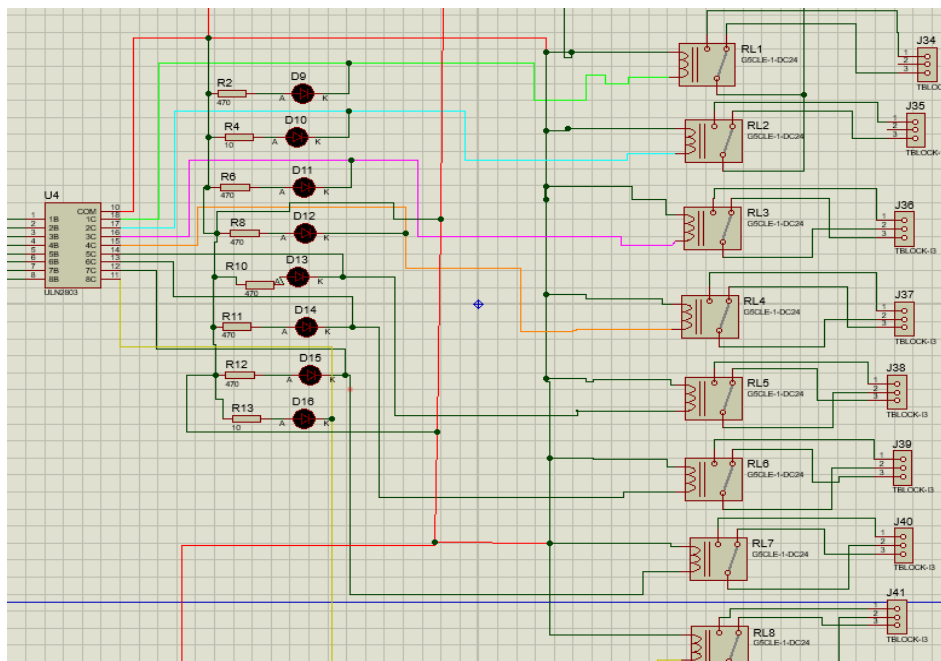
Relés	Diodos	(mA)	Voltios	Resistencias	(Ohmios)	Conexión al sensor
RL 9	D 1	10		R 5	470	Sensor de oxígeno
RL 10	D 2	10		R 7	10	
RL 11	D 3	10	2.2 v	R 9	470	Sensor TPS
RL 12	D 4	10		R 14	470	
RL 13	D 5	10		R 15	470	Sensor ECT
RL 14	D 6	10		R 16	470	

Fuente: Los Autores (Pereira, Pichasaca, 2024)

3.4.3 Actuadores

En la siguiente figura 3.3 tenemos la representación con los actuadores que contiene el motor G4CM Sonata, de la misma manera que los sensores van conectados diodos para cada uno de los actuadores, también para proteger el sistema y los componentes tiene sus respectivas resistencias.

Figura 3.3 Diagrama electrónico de los actuadores



Fuente: Los Autores (Pereira, Pichasaca, 2024)

3.4.4 Tabla Componentes eléctricos y conexión a los actuadores

En el desarrollo del diagrama eléctrico se utilizó circuitos integrados U4 ULN2803, donde la conexión a los respectivos relés, las cuales activaran y desactivaran a los actuadores, se procedes de los siguientes pines.

Tabla 3.4 Conexión de Circuito Integrado

Componentes eléctricos	Pines	Relés	Actuadores
	18	RL 1	Inyector 1
	17	RL 2	ON
	16	RL 3	Inyector 2
	15	RL 4	Inyector 3
	14	RL 5	Inyector 4
	13	RL 6	Bobina
	12	RL 7	Válvula IAC
	11	RL 8	OFF

Fuente: Los Autores (Pereira, Pichasaca, 2024)

Tabla 3.5 Conexión componentes eléctricos (Actuadores)

Componentes eléctricos valor y conexión a los actuadores

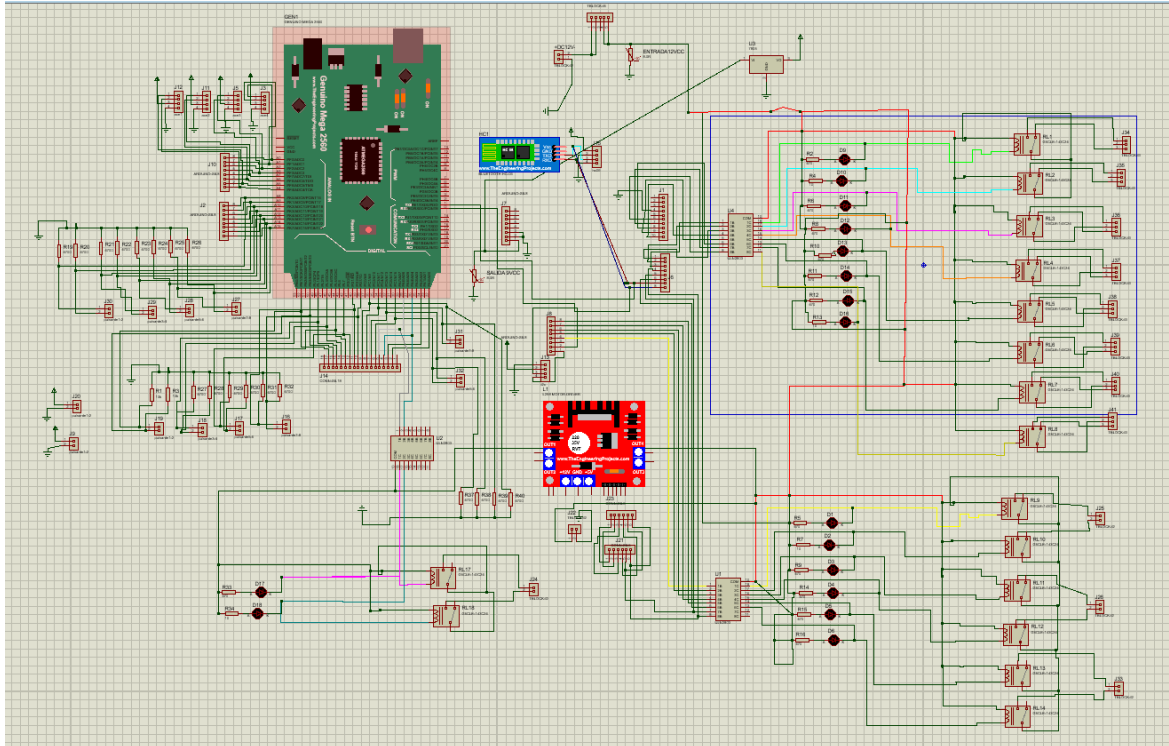
Relés	Diodos	(mA)	Voltios	Resistencias	(Ohmios)	Conexión al actuador
RL 1	D 9	10		R 2	470	Inyector 1
RL 2	D 10	10		R 4	10	Encendido del motor
RL 3	D 11	10	2.2 v	R 6	470	Inyector 2
RL 4	D 12	10		R 8	470	Inyector 3
RL 5	D 13	10		R 10	470	Inyector 4
RL 6	D 14	10		R 11	470	Bobina
RL 7	D 15	10		R 12	470	Válvula IAC
RL 8	D 16	10		R 13	470	Apagado del motor

Fuente: Los Autores (Pereira, Pichasaca, 2024)

3.5 Diagrama esquemático de sistema de conexión Arduino y bluetooth

En la figura 3.4 se representa el diagrama esquemático de las conexiones con los elementos electrónicos, se puede visualizar la conexión completa de Arduino con otros componentes electrónicos así mismo con los sensores y actuadores, mediante el mismo diagrama se utilizará para la construcción de la placa.

Figura 3.4 Diagrama esquemático

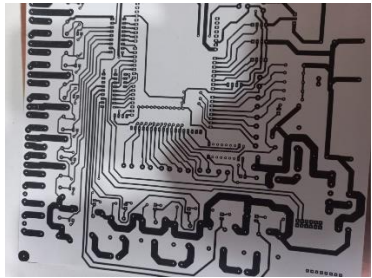


Fuente: Los Autores (Pereira, Pichasaca, 2024)


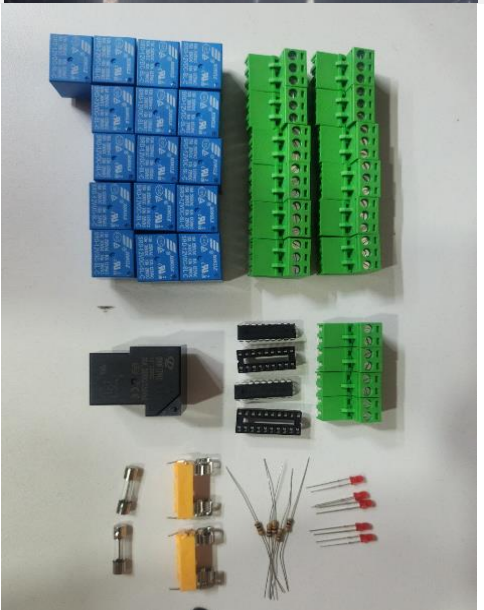
3.6 Construcción de la placa

Tabla 3.6 Procesos de construcción de la placa

PROCESOS DE CONSTRUCCIÓN DE LA PLACA

PROCESO	Descripción	Imagen
IMPRESIÓN EN PAPEL	El diagrama esquemático se imprime en un papel, posteriormente realizar la impresión en la placa de cobre.	

<p>PLACA DE BRONCE</p>	<p>Se utiliza una placa de cobre, donde se imprime el diagrama esquemático de conexiones con el Arduino y otros componentes</p>	
<p>IMPRESIÓN DEL DIAGRAMA EN LA PLACA</p>	<p>En este proceso se puede visualizar la impresión en la placa de cobre</p>	
<p>QUEMADO DE LA PLACA EN ACIDO</p>	<p>Se procede a quemar la placa con ácido de Cloruro férrico</p>	
<p>PROCESO TERMINADO DE CONSTRUCCIÓN</p>	<p>Se puede visualizar el proceso de limpieza de la placa mediante liquido</p>	

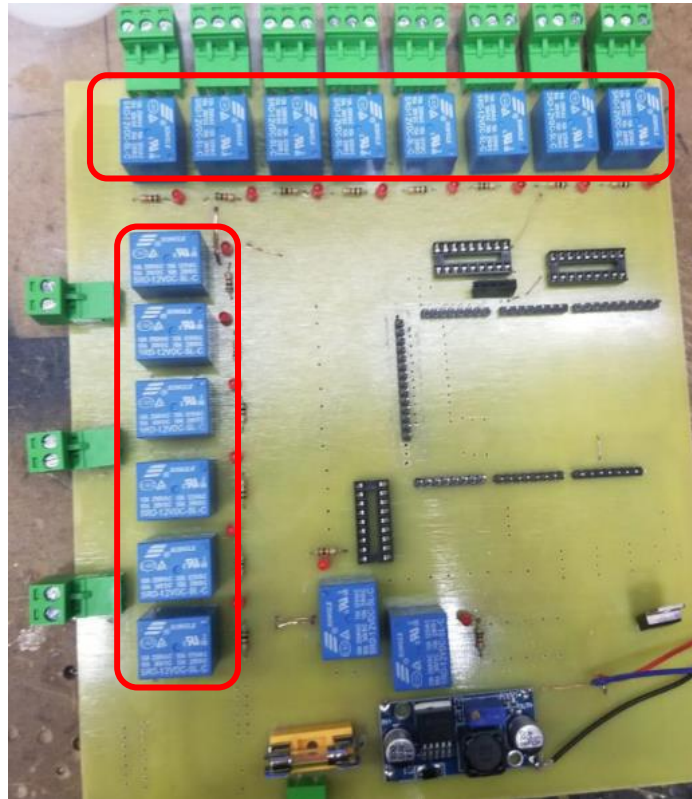
<p>PROCESO FINAL</p>	<p>Al finalizar el proceso de construcción se puede visualizar la placa terminada y su respectiva limpieza.</p>	
<p>MATERIALES</p>	<p>Los materiales para instalar en la placa son los siguientes: relés las cuales se conectarán a diferentes sensores y actuadores. Diodos, fusibles, resistencias y los conectores.</p>	

Fuente: Los Autores (Pereira, Pichasaca, 2024)

3.7 Conexiones de la placa con los relés

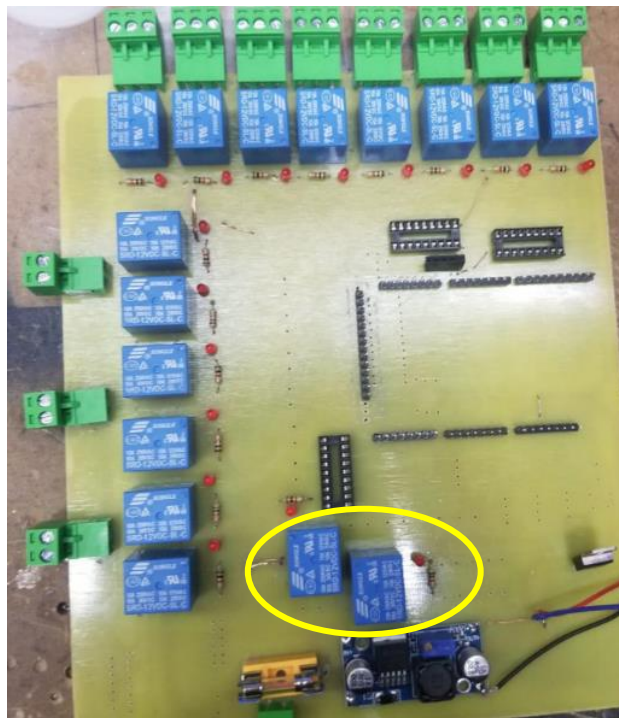
En la placa se procede a las conexiones de los relés que posteriormente se conecta a diferentes sensores y actuadores las cuales simulan los fallos respectivos además posee diodos que indican cuando esté en funcionamiento como se muestra en la figura 3.5, de la misma manera en placa se encuentra además dos relés las cuales son del encendido y apagado del motor mediante vía bluetooth las cual se puede apreciar en la figura 3.6.

Figura 3.5 Conexión con relés



Fuente: Los Autores (Pereira, Pichasaca, 2024)




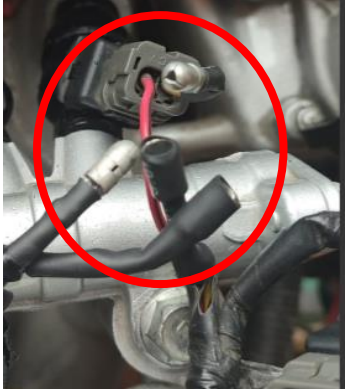
Figura 3.6 Conexión de encendido y apagado del motor

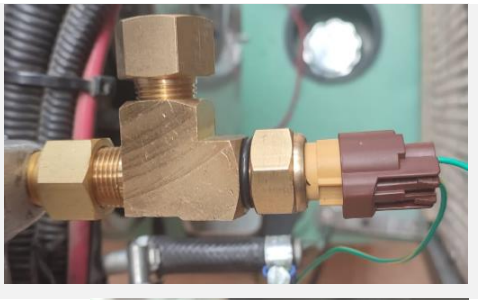

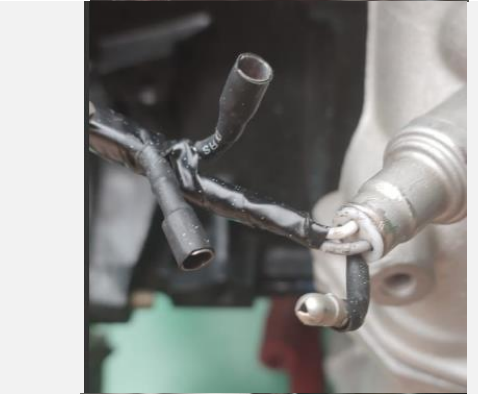



Fuente: Los Autores (Pereira, Pichasaca, 2024)

3.8 Instalación de placa con los componentes eléctricos del motor

Tabla 3.7 Instalación en el motor

COMPONENTES	DESCRIPCIÓN	IMAGEN
INYECTORES	Instalación a inyector 1	
	Instalación a inyector 2	
	Instalación a inyector 3	
	Instalación a inyector 4	

<p>SENSOR ECT</p>	<p>Para la instalación se utilizó un acople, por un lado, se instala al ventilador mediante el sensor ECT, y por el otro al medidor de presión de refrigerante</p>	
<p>VÁLVULA IAC</p>	<p>Para su respectiva conexión a esta válvula se instaló de la alimentación así generar falla desconectando mediante un relé.</p>	
<p>SENSOR DE OXÍGENO</p>	<p>De la misma forma se corta la alimentación a este sensor para generar falla.</p>	
<p>SENSOR TPS</p>	<p>Para generar fallas en TPS, se corta la alimentación a este sensor.</p>	

BOBINA DE ENCENDIDO

Para la Bobina de encendido, como los otros sensores se corta la alimentación, con la diferencia que en este caso sirve para el apagado del motor mediante la aplicación.



Fuente: Los Autores (Pereira, Pichasaca, 2024)

3.9 Programación de los componentes mediante Arduino

Esta programación desarrollada se basa en parámetros para activar y desactivar los sensores y actuadores, de esta manera provocar fallas en el motor, también se desarrolló unos comandos para el apagado y encendido, posteriormente con los fallos generados se puede verificar mediante el escáner.

```
int inyector1 =5.  
int inyector2 =6.  
int inyector3 =7.  
int inyector4 =8.  
int bobina1 =9.  
int bobina2 =10.  
int bobina3 =11.  
int bobina4 =12.  
int sensor1 =18.  
int sensor2 =17.  
int sensor3 =16.  
int sensor4 =15.  
int sensor5 =14.  
int encendido =46.  
int apagado =48.
```

```
int estado='z'.
```

```
void setup ()
```

```
{
```

```
  Serial.begin(9600).
```

```
  pinMode (inyector1, OUTPUT).
```

```
  pinMode (inyector2, OUTPUT).
```

```
  pinMode (inyector3, OUTPUT).
```

```
  pinMode (inyector4, OUTPUT).
```

```
  pinMode (bobina1, OUTPUT).
```

```

pinMode (bobina2, OUTPUT).
pinMode (bobina3, OUTPUT).
pinMode (bobina4, OUTPUT).
pinMode (sensor1, OUTPUT).
pinMode (sensor2, OUTPUT).
pinMode (sensor3, OUTPUT).
pinMode (sensor4, OUTPUT).
pinMode (sensor5, OUTPUT).
pinMode (encendido, OUTPUT).
pinMode (apagado, OUTPUT).
}

void loop ()
{
    if (Serial.available()>0)
    {
        estado= Serial.read().
    }

    if(estado=='a')
    {
        digitalWrite (inyector1, HIGH).
    }
    if(estado=='b')

    {
        digitalWrite (inyector2, HIGH).
    }
    if(estado=='c')
    {
        digitalWrite (inyector3, HIGH).
    }
    if(estado=='d')
    {
        digitalWrite (inyector4, HIGH).
    }
    if(estado=='e')
    {
        digitalWrite (bobina1, HIGH).
    }
    if(estado=='f')
    {
        digitalWrite (bobina2, HIGH);
    }
    if(estado=='g')
    {
        digitalWrite (bobina3, HIGH);
    }
}

```

```

if(estado=='h')
{
    digitalWrite (bobina4, HIGH);
}
if(estado=='i')
{
    digitalWrite (sensor1, HIGH);
}
if(estado=='j')
{
    digitalWrite (sensor2, HIGH);
}
if(estado=='k')
{
    digitalWrite (sensor3, HIGH);
}
if(estado=='l')
{
    digitalWrite (sensor4, HIGH);
}
if(estado=='m')
{
    digitalWrite (sensor5, HIGH);
}
if(estado=='n')
{
    digitalWrite (encendido, HIGH);
}
if(estado=='o')
{
    digitalWrite (apagado, HIGH);
}

if(estado=='z')
{
    digitalWrite (inyector1, LOW);
    digitalWrite (inyector2, LOW);
    digitalWrite (inyector3, LOW);
    digitalWrite (inyector4, LOW);
    digitalWrite (bobina1, LOW);
    digitalWrite (bobina2, LOW);
    digitalWrite (bobina3, LOW);
    digitalWrite (bobina4, LOW);
    digitalWrite (sensor1, LOW);
    digitalWrite (sensor2, LOW);
    digitalWrite (sensor3, LOW);
    digitalWrite (sensor4, LOW);
    digitalWrite (sensor5, LOW);
    digitalWrite (encendido, LOW);
}

```

```
digitalWrite (apagado, LOW);  
}  
}
```

3.10 Desarrollo y proceso de instalación del APK del software para generar los fallos.

3.11 Desarrollo de APK Control motor

La aplicación para controlar se denomina Control_Motor y fue desarrollado en un programa en línea App Inventor, esta plataforma es gratuita en línea y permite crear aplicación es muy simples o también muy elaboradas.

Figura 3.7 Pantalla diseñador de MIT APP Inventor

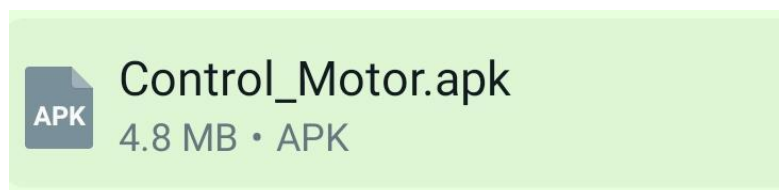


Fuente: Los Autores (Pereira, Pichasaca, 2024)

3.12 Proceso de instalación

- 1) Se debe descargar el APK.

Figura 3.8 Control del motor para generar fallos



Fuente: Los Autores (Pereira, Pichasaca, 2024)

- 2) Instalar en el móvil el APK.

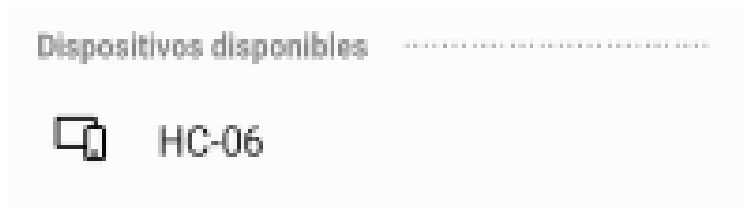
Figura 3.9 Instalación de la aplicación para el control de fallos.



Fuente: Los Autores (Pereira, Pichasaca, 2024)

- 3) Luego que se haya instalado el APK su nombre es HC-06 como se muestra en la figura 3.9, se realiza un emparejamiento con el bluetooth del móvil

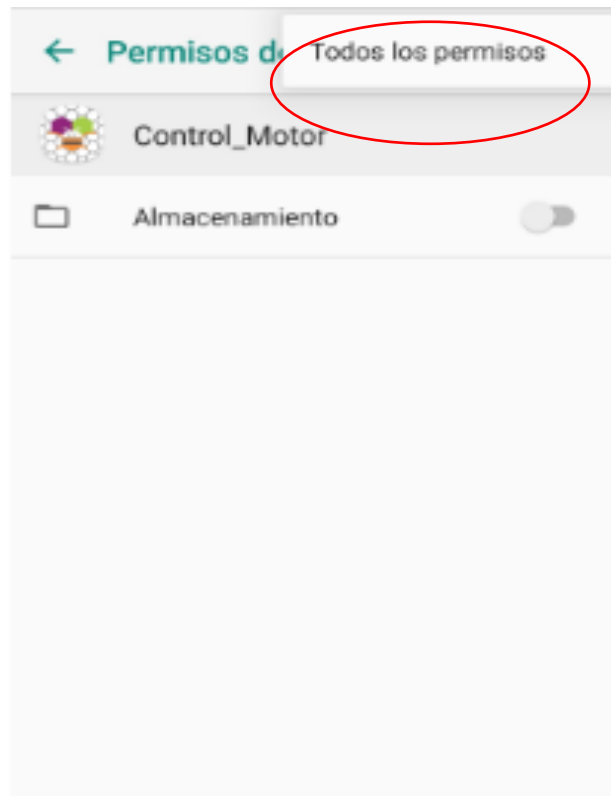
Figura 3.10 Nombre del Bluetooth del APK



Fuente: Los Autores (Pereira, Pichasaca, 2024)

- 4) Una vez emparejado con el móvil, clic en el comando Todos los permisos para proceder a dar los permisos necesarios.

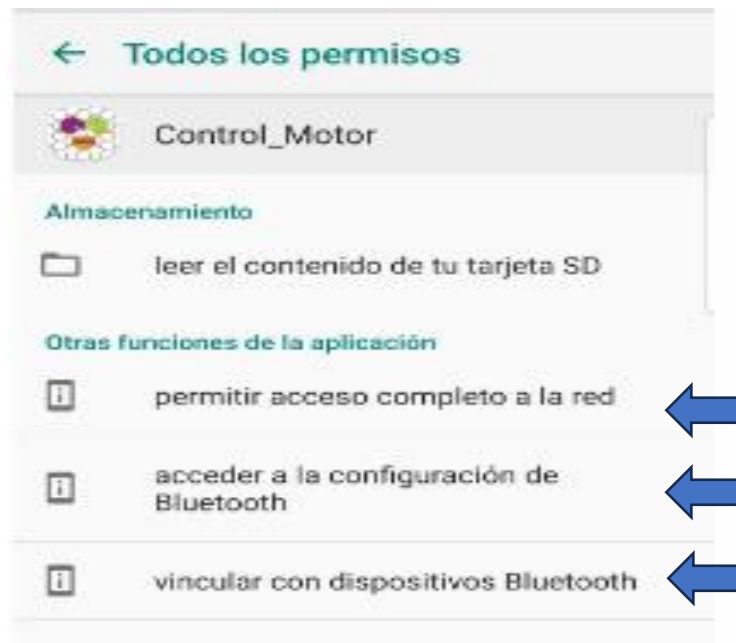
Figura 3.11 Permisos del uso para el APK



Fuente: Los Autores (Pereira, Pichasaca, 2024)

- 5) Se otorga 3 permisos para poder utilizar correctamente el APK

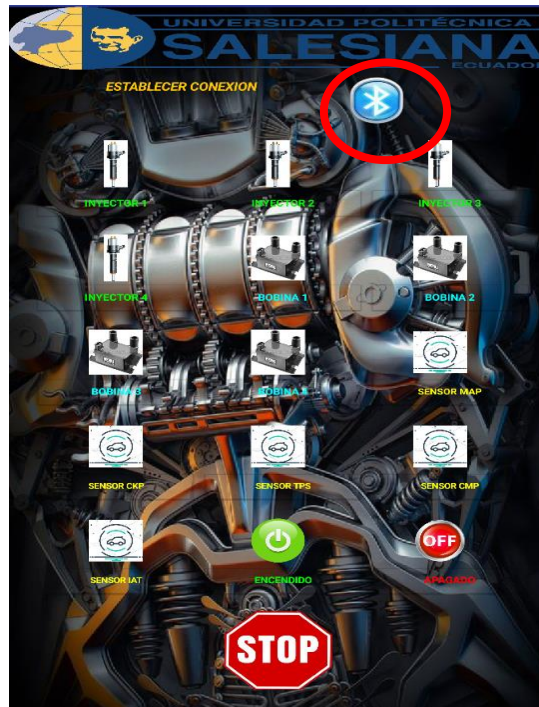
Figura 3.12 Permisos necesarios del APK



Fuente: Los Autores (Pereira, Pichasaca, 2024)

- 6) Con los permisos otorgados, se abre la aplicación en la cual se presiona en el comando de bluetooth para la activación.

Figura 3.13 Aplicación para el control de fallos.



Fuente: Los Autores (Pereira, Pichasaca, 2024)

- 7) Una vez ahí se debe buscar el nombre del bluetooth se debe presionar una sola vez, luego que se encuentre correctamente activado el APK con el móvil, se procede a generar los fallos.

Figura 3.14 Activación del bluetooth de la APK

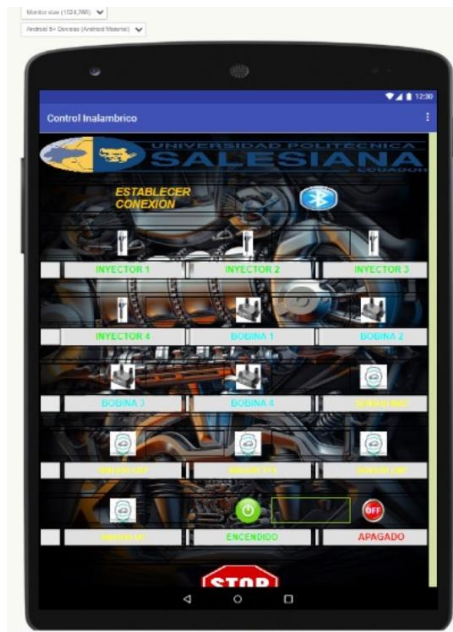


Fuente: Los Autores (Pereira, Pichasaca, 2024)

3.13 Funcionamiento del generador de fallos

Mediante un APK se puede controlar fácilmente el encendido y apagado del motor mediante una conexión vía Bluetooth, de la misma manera se puede visualizar los comandos de los diferentes sensores y actuadores en la siguiente figura 3.14.

Figura 3.15 APK control vía bluetooth del generador de fallos



Fuente: Los Autores (Pereira, Pichasaca, 2024)

3.14 Generación de falla y activación de comandos

Para generar fallas en el motor mediante la aplicación, es simplemente pulsar sobre el nombre del sensor o actuador, de esta manera el motor presentará inconvenientes en su funcionamiento, para ello mediante un escáner automotriz, se puede diagnosticar y verificar el fallo presentado.

Para activar los fallos, es pulsar nuevamente en los comandos de los sensores y actuadores, de esta forma el motor regresa a su correcto funcionamiento.

Figura 3.16 Aplicación para generar fallos



Fuente: Los Autores (Pereira, Pichasaca, 2024)

3.15 Conexión ADL

En motor Hyundai Sonata G4CM de 1.8 CC, posee una conexión ADL para conectar al escáner para su respectiva verificación de los errores generado mediante la aplicación es necesario tener un acople como se muestra en la siguiente tabla.

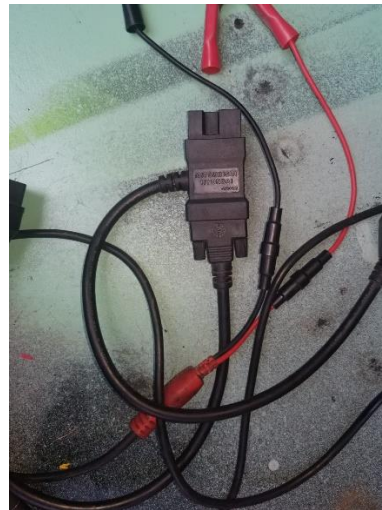
Tabla 3.8 conexión para el escáner

Conexión al escáner

Conexión ADL



Adaptador para la conexión



Fuente: Los Autores (Pereira, Pichasaca, 2024)

4 CONCLUSIONES


- Tras realizar un exhaustivo análisis y revisión bibliográfica, se ha logrado establecer un marco teórico sólido y completo que abarca los sistemas y variables clave para el diagnóstico de un motor de inyección Hyundai Sonata G4CM. Este fundamento teórico proporciona una base sólida para comprender las complejidades involucradas en el diagnóstico de este tipo de motor, permitiendo una evaluación más precisa de su estado operativo.
- Para restaurar un motor G4CM Sonata 1.8 CC, es necesario realizar diagnósticos preliminares para asegurar que no existan piezas y otros elementos que interfieran con su normal funcionamiento, grietas o condiciones en mal estado.
- Mediante la aplicación de un diagnóstico detallado, se han identificado y establecido las prioridades del mantenimiento en un motor de inyección Hyundai Sonata G4CM. Este enfoque sistemático ha permitido determinar con precisión la funcionalidad de cada componente, facilitando la toma de decisiones informadas sobre las áreas que requieren atención inmediata. Estas prioridades de mantenimiento son esenciales para garantizar un rendimiento óptimo y prolongar la vida útil del motor.
- El panel de instrumentos fue diseñado con el software Inventor, posteriormente con los planos obtenidos se procede a la construcción. De esta manera, el tablero se puede utilizar para controlar y monitorear el motor. Los principales instrumentos implementados en el tablero son: revoluciones por minuto, presión de aceite, voltímetro de batería, temperatura de refrigerante del motor y el switch de encendido.
- Fue necesario verificar cada cable de los sensores, actuadores y encendido con su respectiva señal, para así poder enlazarlas a nuestra aplicación. La programación realizada en Arduino, requiere de una aplicación que facilitará al docente encargado previo a las prácticas en el motor, funcionará en nuestros teléfonos móviles o tablets mediante una conexión vía Bluetooth. De esta manera se ha podido cumplir con nuestro propósito, el elaborar un generador de fallos que nos permita fortalecer nuestras destrezas en el diagnóstico de los motores a inyección, y permitirá crear una base de referencia para futuros proyectos tecnológicos.

5 RECOMENDACIONES

- Para poder utilizar el motor G4CM Sonata y su implementación de errores en sensores y actuadores, se requiere un conocimiento básico de Arduino para que cualquier error pueda ser solucionado en algún momento en el futuro, por favor contacte previamente al profesor a cargo o con los laboratoristas de la Universidad.
- Antes de iniciar los diagnósticos en el banco, los estudiantes deben verificar el nivel de los fluidos del motor, estado de la batería (voltaje de 12,6 a 13 V), contar con los instrumentos necesarios para una verificación correcto de las fallas generadas mediante la aplicación.
- Antes de utilizar el motor, los estudiantes deben descargar una aplicación proporcionada por el profesor, apta para teléfonos móviles y tabletas con sistema operativo Android, el APK se denominado Control Motor, que debe ser instalado siguiendo el proceso antes mencionado.
- Para restablecer el sistema de error del motor, presione una vez sobre el nombre del comando ingresado que causó el error. Al ejecutar el programa se restablecerá el programa y el motor funcionará normalmente.
- Para la verificación de los errores en el escáner se recomienda contar con los equipos adecuados, ya que este motor tiene una conexión ADL o normalmente conocido como ODB I.
- Se recomienda a los estudiantes que, al momento de enlazar la aplicación con el generador de fallos mediante Bluetooth, mantenerse cerca del banco didáctico para sus respectivas pruebas de diagnóstico, ya que esta conexión abarca una cobertura de un radio menor a 6 metros, caso contrario se puede generar errores con un retraso de aproximadamente 2 segundos.

6 ANEXOS

6.1 Anexo A Guía de práctica 1

		FORMATO DE GUÍA DE PRÁCTICA DE LABORATORIO / TALLERES / CENTROS DE SIMULACIÓN – PARA DOCENTES
CARRERA: Ingeniería Automotriz		ASIGNATURA: Motores de Combustión Interna II
NRO. PRÁCTICA:	1	TÍTULO PRÁCTICA: Diagnóstico del Motor Hyundai Sonata G4CM
OBJETIVO GENERAL <ul style="list-style-type: none"> Generar fallas mediante una APK, y aplicando procedimientos técnicos para mejorar las destrezas de los estudiantes. 		
OBJETIVOS ESPECÍFICOS <ul style="list-style-type: none"> Describir las características del motor y las diferentes herramientas utilizadas para la medición. Conocer el proceso para utilizar el APK para generar fallos. Especificar los valores según el fabricante que deben ser obtenidos en las mediciones. 		
INSTRUCCIONES		1. Estudiar la guía de práctica y aplicar estrictamente los procedimientos.
		2. Utilizar equipo de protección personal (mandil, mascarilla, gafas, guantes).
ACTIVIDADES POR DESARROLLAR		
1. Características del motor Hyundai Sonata. El motor Hyundai Sonata G4CM 1.8 de 1998, posee 4 cilindros alcanzando una potencia máxima de 98 CV y un par máximo de 141 Nm, alcanzando una potencia por litro de 54,6 CV/L.		

Motor Hyundai Sonata G4CM	
Potencia máxima	98 CV @5500 rpm
Potencia por litro	54.6 CV/L
Par máximo	141 Nm @ 4400 rpm
Posición del motor	Frontal, transversal
Cilindrada real	1796 cm ³
Número de los cilindros	4
Disposición de cilindros	En línea
Diámetro del cilindro	80.6 mm
Recorrido del cilindro	88 mm
Ratio de compresión	8.9

Figura 1: Características del motor

2. Instrumento utilizado para el diagnóstico del motor

Uno de los principales instrumentos que se utilizarán para el diagnóstico del motor es el scanner automotriz, este dispositivo es indispensable para diagnosticar fallas en un automóvil. Esta herramienta tiene la capacidad de leer los códigos de diagnóstico (DTC) generados por la computadora del automóvil, los cuales señalan posibles problemas que podrían afectar su funcionamiento adecuado. (Igardi, 2023)



Figura 2: Scanner Automotriz. (Igardi, 2023)

Una característica esencial para obtener información sobre el estado del automóvil es un programa de visualización de datos en tiempo real. Este programa, que incluye datos como la lectura del sensor de oxígeno, la velocidad del motor, la temperatura del refrigerante, la tensión de la batería, los ajustes de combustible, entre otros, permite la representación gráfica de estos valores. (Igardi, 2023)

3. Instrumento para la obtención de graficas de funcionamiento.

El osciloscopio es la herramienta más utilizada para obtener graficas del motor y de los diferentes sistemas auxiliares Para así identificar problemas eléctricos que se suelen presentar. Al momento de que el motor empieza a fallar genera una señal la cual es captada en tiempo real y mostrada en una honda. (Donado, 2023)



Figura 4: Osciloscopio automotriz (Donado, 2023)

Una vez recibida la onda, un técnico capacitado empieza analizando los errores de esta, para así diagnosticar fallas en el motor o en los sistemas.

4. Instrumento para medir magnitudes eléctricas en el motor.

El multímetro es el instrumento más indicado para medir magnitudes eléctricas como, Voltajes, Amperios, Ohmios entre otros. Estas evaluaciones son beneficiosas para identificar posibles fallos en elementos eléctricos, tales como baterías, alternadores y otros sistemas. (Institute, 2022)



Figura 5: Multímetro automotriz (Institute, 2022)

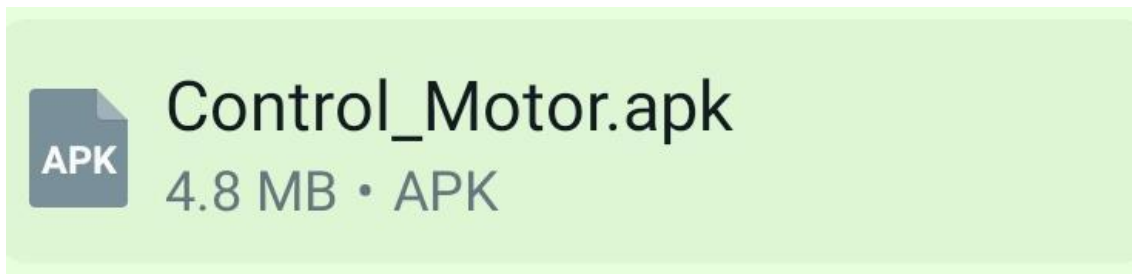
Similar al uso de un escáner automotriz, su aplicación se centra en diagnósticos, pero se enfoca específicamente en pruebas eléctricas. Los multímetros tienen la capacidad de medir voltaje, corriente y resistencia, y se emplean para detectar problemas eléctricos en un automóvil. (Institute, 2022)

Por ejemplo, en el caso de un vehículo que no arranca, se podría emplear un multímetro para verificar el nivel de carga de la batería. (Institute, 2022)

a) Proceso para la instalación del APK para generar fallos

1) Se debe descargar el APK.

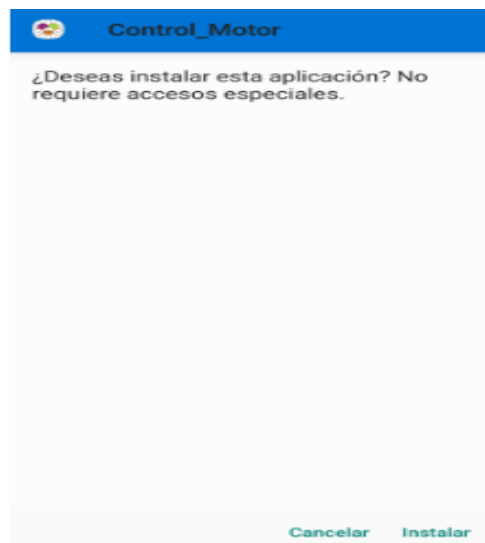
Figura 6: Control del motor para generar fallos



Fuente: Los Autores (Pereira, Pichasaca, 2023)

2) Instalar en el móvil el APK.

Figura 7: Instalación de la aplicación para el control de fallos.



Fuente: Los Autores (Pereira, Pichasaca, 2023)

- 3) **Luego que se haya instalado el APK, se realiza un emparejamiento con el bluetooth del móvil.**

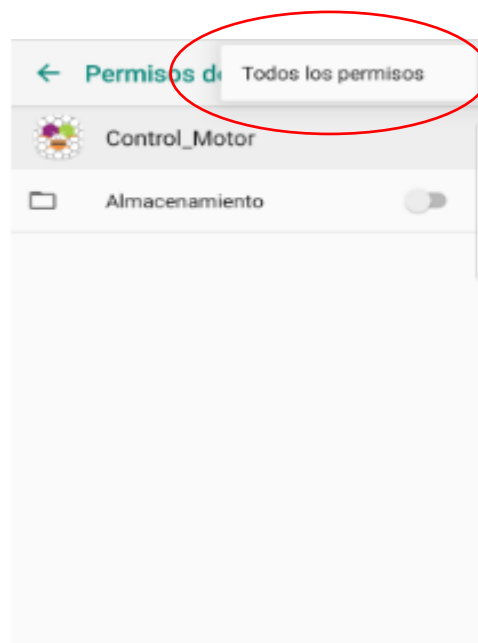
Figura 8: Nombre del Bluetooth del APK



Fuente: Los Autores (Pereira, Pichasaca, 2023)

- 4) **Una vez emparejado con el móvil, se procede a otorgar todos los permisos necesarios.**

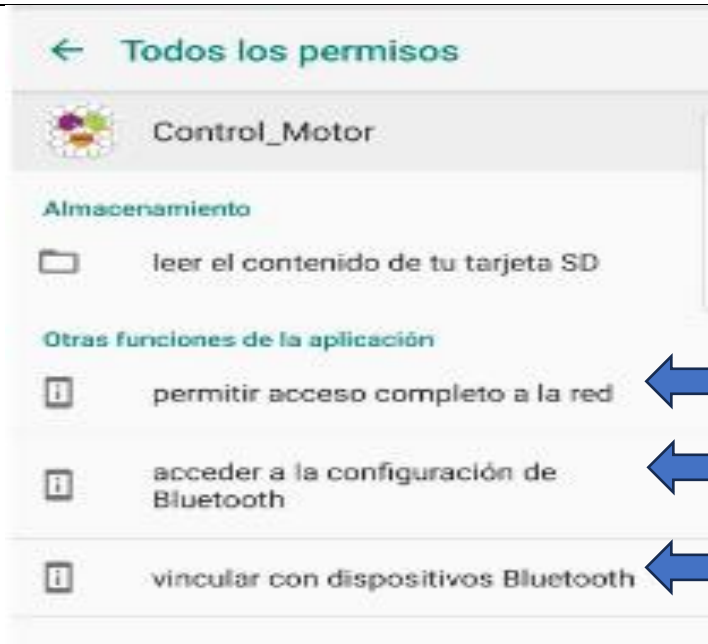
Figura 9: Permisos del uso para el APK



Fuente: Los Autores (Pereira, Pichasaca, 2023)

- 5) **Se otorga 3 permisos para poder utilizar correctamente el APK**

Figura 5: Permisos necesarios del APK



Fuente: Los Autores (Pereira, Pichasaca, 2023)

- 6) Con todos los permisos otorgados, se abre la aplicación.
- 7) Se presiona en la ubicación del bluetooth del APK

Figura 6: Aplicación para el control de fallos.



Fuente: Los Autores (Pereira, Pichasaca, 2023)

- 8) Una vez ahí se debe buscar el nombre del bluetooth

Figura 7: Activación del bluetooth de la APK



Fuente: Los Autores (Pereira, Pichasaca, 2023)

Nota: se debe presionar una sola vez, ya luego que se encuentre correctamente activado el APK con el móvil, se procede a generar los fallos.

b) Proceso para utilizar el APK

1) Se selecciona debajo del elemento que deseamos que falle.

Figura 8: Inyectores en la APK



Fuente: Los Autores (Pereira, Pichasaca, 2023)

Si se presiona en cualquiera de los 4 inyectores el motor empieza a generar gallas como:

- Problemas para arrancar el motor.
- Pérdida de Potencia.
- Se sienten tirones al momento de arrancar o acelerar.

2) **Selecciona la bobina para que se genere fallos:**

Figura 9: Bobina en la APK



Fuente: Los Autores (Pereira, Pichasaca, 2023)

Al momento de seleccionar en la bobina el motor empieza a generar diferentes fallas como:

- El motor no enciende.
- Si el motor se encuentra encendido, tiende a apagarse

3) **Luego pasamos a generar fallos en ciertos sensores y válvulas del motor del motor**

En este caso generamos una falla en la válvula IAC y los sensores que dispone el motor.

Figura 10: Válvula IAC



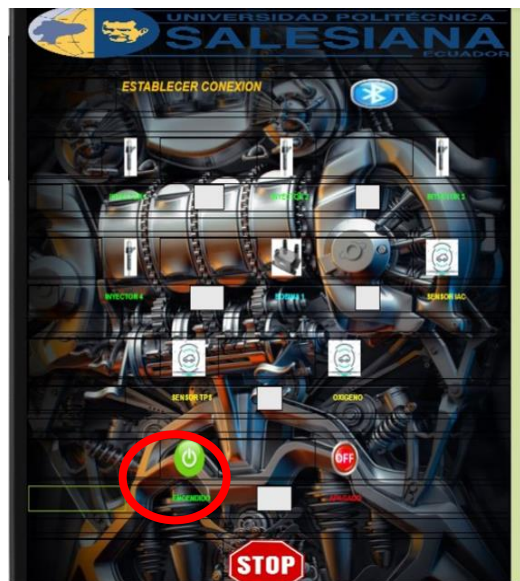
Fuente: Los Autores (Pereira, Pichasaca, 2023)

En caso de generar falla en la Válvula IAC el motor presenta diferentes fallos como:

- El motor tiende a apagarse.
- Presenta RPM inestable.

4) Seleccionamos el sensor que se requiere generar falla.

Figura 11: Sensor TPS



Fuente: Los Autores (Pereira, Pichasaca, 2023)

En este caso se requiere generar fallas en el sensor TPS el cual se presentan diferentes fallas como:

- El ralentí se vuelve inestable.
- Aceleración excesiva.
- El motor se jalonea.

5) Seleccione el siguiente sensor que desea que falle.

En este caso seleccionamos el sensor de oxígeno como se observa en la imagen del APK.

Figura 9: Sensor de oxigeno



Fuente: Los Autores (Pereira, Pichasaca, 2023)

- Pérdida de potencia.
- Motor en ralentí inestable
- Aumento de consumo de combustible.

c) Proceso para conectar el Scanner automotriz.

1) Para conectar el scanner automotriz, se debe identificar la conexión ODB desde el banco de instrumentos.

Esta conexión se encuentra debajo del medidor de la presión de aceite cuenta con 5 terminales

Figura 10: Conector ADL



Fuente: Los Autores (Pereira, Pichasaca, 2023)

- 2) Luego que se ubicó la conexión para el scanner, se procede a conectar y encender el motor.
- 3) Seleccionar en el scanner el tipo de motor en el que se está trabajando, en este caso es un Hyundai Sonata 1998.
- 4) Elegir la función de diagnóstico deseada para leer códigos de errores en el scanner.
- 5) Luego que se hayan obtenido todos los códigos de errores se procede a reparar las fallas presentadas.

d) Proceso para el diagnóstico en los sensores.

Una vez que se obtuvieron las fallas en el motor se procede a medir los voltajes de los diferentes elementos electrónicos para un diagnóstico más acertado.

- 1) Se ubica el pin positivo (+) de cada sensor para ir midiendo voltajes.
- 2) Luego que se conectó en el pin correcto, se procede verificar que el voltaje de cada sensor este en el rango de trabajo.
- 3) Encender el motor y hacerlo acelerar a 1500, 2000,2500 RPM, para así comprobar que los sensores estén funcionando correctamente.
- 4) Para analizar si la señal del sensor es correcta se conecta un osciloscopio, de tal manera que se genere una gráfica de funcionamiento.
- 5) Si el sensor está funcionando correctamente se procede a generar fallos mediante el APK instalada.
- 6) Dentro del APK se presiona debajo de cada sensor que se quiere analizar.
- 7) Una vez generado el fallo se procede a diagnosticar, con un multímetro conectando el pin de alimentación.

- 8) Luego que se verifico la señal de alimentación se procede a realizar el mismo procedimiento en todos los sensores, comprobando así que el generador de fallos se encuentra funcionando correctamente.
- 9) Por último, se apaga el generador de fallos.

e) Proceso para el diagnóstico de los inyectores.



Como es bien sabido los motores cuentan con una serie de actuadores que sirven para el funcionamiento adecuado del motor, entre ellos están los inyectores que se encargan de suministrar una cantidad precisa de combustible para cada cilindro.

- 1) Se identifica los cuatro inyectores del motor, tomando en cuenta que el orden es desde donde se encuentra la banda de distribución.
- 2) Una vez ubicados se identifica los pines del inyector.
- 3) En el pin de alimentación se encuentra un acople para la medición con un multímetro automotriz.
- 4) Se conecta el pin positivo (+) del multímetro en la alimentación del inyector y el pin negativo (-), se ubica en la carcasa del alternador.
- 5) Se observa la medición en el multímetro donde debe de estar en un rango entre 12 V.
- 6) Luego se procede el docente procederá a generar fallos, donde se diagnosticará en que inyector se generó fallos, midiendo la alimentación en el mismo.
- 7) Luego que se haya identificado el inyector se indicará al docente la posible solución de la falla generada.
- 8) Por último, se ubica los valores obtenidos en las tablas propuestas.

f) Proceso para el diagnóstico de la bobina.

- 1) Se ubica la bobina, la cual en este motor se encuentra junto al distribuidor.
- 2) Luego que se haya ubicado, se procede a tomar mediciones con un multímetro automotriz.
- 3) La conexión que se debe realizar para medir la alimentación es conectando el pin positivo (+) del multímetro en la alimentación de la bobina y el pin negativo (-), se ubica en la carcasa del alternador.
- 4) Se observa la medición en el multímetro donde debe tener un rango entre 12 V.
- 5) Continuando con la práctica el docente procederá a generar fallas en la bobina, lo cual los estudiantes deberán identificar qué es lo que se está produciendo en el motor.

6.2 Anexo B Guía de practica 2

		FORMATO DE GUÍA DE PRÁCTICA DE LABORATORIO - TALLERES-CENTROS DE SIMULACIÓN-PARA ESTUDIANTES	
CARRERA: Ingeniería Automotriz		ASIGNATURA: Motores de Combustión Interna.	
NRO. PRÁCTICA:	2	TÍTULO PRÁCTICA: Reconocimiento de los componentes eléctricos del motor y diagnóstico de posibles fallas que presentan los mismos.	
OBJETIVO GENERAL <ul style="list-style-type: none"> Analizar el funcionamiento de los sensores y actuadores mediante fallas producidas desde un APK. 			
OBJETIVOS ESPECÍFICOS <ul style="list-style-type: none"> Generar fallos mediante un APK para un mejor diagnóstico Describir el proceso de medición de los sensores y actuadores mediante instrumentos de medición. Obtener señales desde los sensores y actuadores para diagnosticar su falla. 			
INSTRUCCIONES		1. Estudiar la guía de práctica y aplicar estrictamente los procedimientos establecidos.	
		2. Utilizar equipo de protección personal (mandil, gafas, guantes).	
ACTIVIDADES POR DESARROLLAR. <p>1) Equipos para el diagnóstico automotriz.</p> <p>- Scanner Automotriz</p> <p>Uno de los principales instrumentos que se utilizarán para el diagnóstico del motor es el scanner automotriz, este dispositivo es indispensable para diagnosticar fallas en un automóvil. Esta herramienta tiene la capacidad de leer los códigos de diagnóstico (DTC) generados por la computadora del automóvil, los cuales señalan posibles problemas que podrían afectar su funcionamiento adecuado. (Igardi, 2023)</p>			
			
Figura 2: Scanner Automotriz.			
<p>Una característica esencial para obtener información sobre el estado del automóvil es un programa de visualización de datos en tiempo real. Este programa, que incluye datos como la lectura del sensor de oxígeno, la</p>			

velocidad del motor, la temperatura del refrigerante, la tensión de la batería, los ajustes de combustible, entre otros, permite la representación gráfica de estos valores. (Igardi, 2023)

- **Osciloscopio Automotriz.**

El osciloscopio es la herramienta más utilizada para obtener graficas del motor y de los diferentes sistemas auxiliares Para así identificar problemas eléctricos que se suelen presentar. Al momento de que el motor empieza a fallar genera una señal la cual es captada en tiempo real y mostrada en una honda. (Donado, 2023)



Figura 4: Osciloscopio automotriz

Una vez recibida la onda, un técnico capacitado empieza analizando los errores de esta, para así diagnosticar fallas en el motor o en los sistemas. (Donado, 2023)

- **Multímetro Digital**

El multímetro es el instrumento más indicado para medir magnitudes eléctricas como, Voltajes, Amperios, Ohmios entre otros. Estas evaluaciones son beneficiosas para identificar posibles fallos en elementos eléctricos, tales como baterías, alternadores y otros sistemas. (Institute, 2022)



Figura 5: Multímetro automotriz (Institute, 2022)

Similar al uso de un escáner automotriz, su aplicación se centra en diagnósticos, pero se enfoca específicamente en pruebas eléctricas. Los multímetros tienen la capacidad de medir voltaje, corriente y resistencia, y se emplean para detectar problemas eléctricos en un automóvil. (Institute, 2022)

Por ejemplo, en el caso de un vehículo que no arranca, se podría emplear un multímetro para verificar el nivel de carga de la batería. (Institute, 2022)

a) Proceso para conectar el Scanner automotriz.

1) Para conectar el scanner automotriz, se debe identificar la conexión ODB desde el banco de instrumentos.

Esta conexión se encuentra debajo del medidor de la presión de aceite cuenta con 5 terminales.

Figura 10: Conector ADL



Fuente: Los Autores (Pereira, Pichasaca, 2023)

- 1) Luego que se ubicó la conexión para el scanner, se procede a conectar y encender el motor.
- 2) Seleccionar en el scanner el tipo de motor en el que se está trabajando, en este caso es un Hyundai Sonata 1998.
- 3) Elegir la función de diagnóstico deseada para leer códigos de errores en el scanner.
- 4) Luego que se hayan obtenido todos los códigos de errores se procede a reparar las fallas presentadas.

b) Proceso para el diagnóstico en los sensores.

Una vez que se obtuvieron las fallas en el motor se procede a medir los voltajes de los diferentes elementos electrónicos para un diagnóstico más acertado.

- 1) Se ubica el pin positivo (+) de cada sensor para ir midiendo voltajes.

- 2) Luego que se conectó en el pin correcto, se procede verificar que el voltaje de cada sensor este en el rango de trabajo.
- 3) Encender el motor y hacerlo acelerar a 1500, 2000,2500 RPM, para así comprobar que los sensores estén funcionando correctamente.
- 4) Para analizar si la señal del sensor es correcta se conecta un osciloscopio, de tal manera que se genere una gráfica de funcionamiento.
- 5) Si el sensor está funcionando correctamente se procede a generar fallos mediante el APK instalada.
- 6) Dentro del APK se presiona debajo de cada sensor que se quiere analizar.
- 7) Una vez generado el fallo se procede a diagnosticar, con un multímetro conectando el pin de alimentación.
- 8) Luego que se verifico la señal de alimentación se procede a realizar el mismo procedimiento en todos los sensores, comprobando así que el generador de fallos se encuentra funcionando correctamente.
- 9) Por último, se apaga el generador de fallos.

c) Proceso para el diagnóstico de los inyectores.

Como es bien sabido los motores cuentan con una serie de actuadores que sirven para el funcionamiento adecuado del motor, entre ellos están los inyectores que se encargan de suministrar una cantidad precisa de combustible para cada cilindro.

- 9) Se identifica los cuatro inyectores del motor, tomando en cuenta que el orden es desde donde se encuentra la banda de distribución.
- 10) Una vez ubicados se identifica los pines del inyector.
- 11) En el pin de alimentación se encuentra un acople para la medición con un multímetro automotriz.
- 12) Se conecta el pin positivo (+) del multímetro en la alimentación del inyector y el pin negativo (-), se ubica en la carcasa del alternador.
- 13) Se observa la medición en el multímetro donde debe de estar en un rango entre 12 V.
- 14) Luego se procede el docente procederá a generar fallos, donde se diagnosticará en que inyector se generó fallos, midiendo la alimentación en el mismo.
- 15) Luego que se haya identificado el inyector se indicará al docente la posible solución de la falla generada.
- 16) Por último, se ubica los valores obtenidos en las tablas propuestas.

d) Proceso para el diagnóstico de la bobina.

- 6) Se ubica la bobina, la cual en este motor se encuentra junto al distribuidor.
- 7) Luego que se haya ubicado, se procede a tomar mediciones con un multímetro automotriz.
- 8) La conexión que se debe realizar para medir la alimentación es conectando el pin positivo (+) del multímetro en la alimentación de la bobina y el pin negativo (-), se ubica en la carcasa del alternador.

9) Se observa la medición en el multímetro donde debe tener un rango entre 12 V.

10) Continuando con la práctica el docente procederá a generar fallas en la bobina, lo cual los estudiantes deberán identificar qué es lo que se está produciendo en el motor.

RESULTADOS OBTENIDOS

Sensor TPS

Número de pin	Colores	Identificación	Ralentí	1500 Rpm	2000 Rpm	2500 Rpm

Sensor ECT

Número de pin	Colores	Identificación	Ralentí	1500 Rpm	2000 Rpm	2500 Rpm

Sensor de Oxigeno

Número de pin	Colores	Identificación	Ralentí	1500 Rpm	2000 Rpm	2500 Rpm

Sensor IAT

Número de pin	Colores	Identificación	Ralentí	1500 Rpm	2000 Rpm	2500 Rpm

RESULTADOS OBTENIDOS

Inyectores:

Número del Inyector	Resistencia	Voltaje real	Voltaje con falla

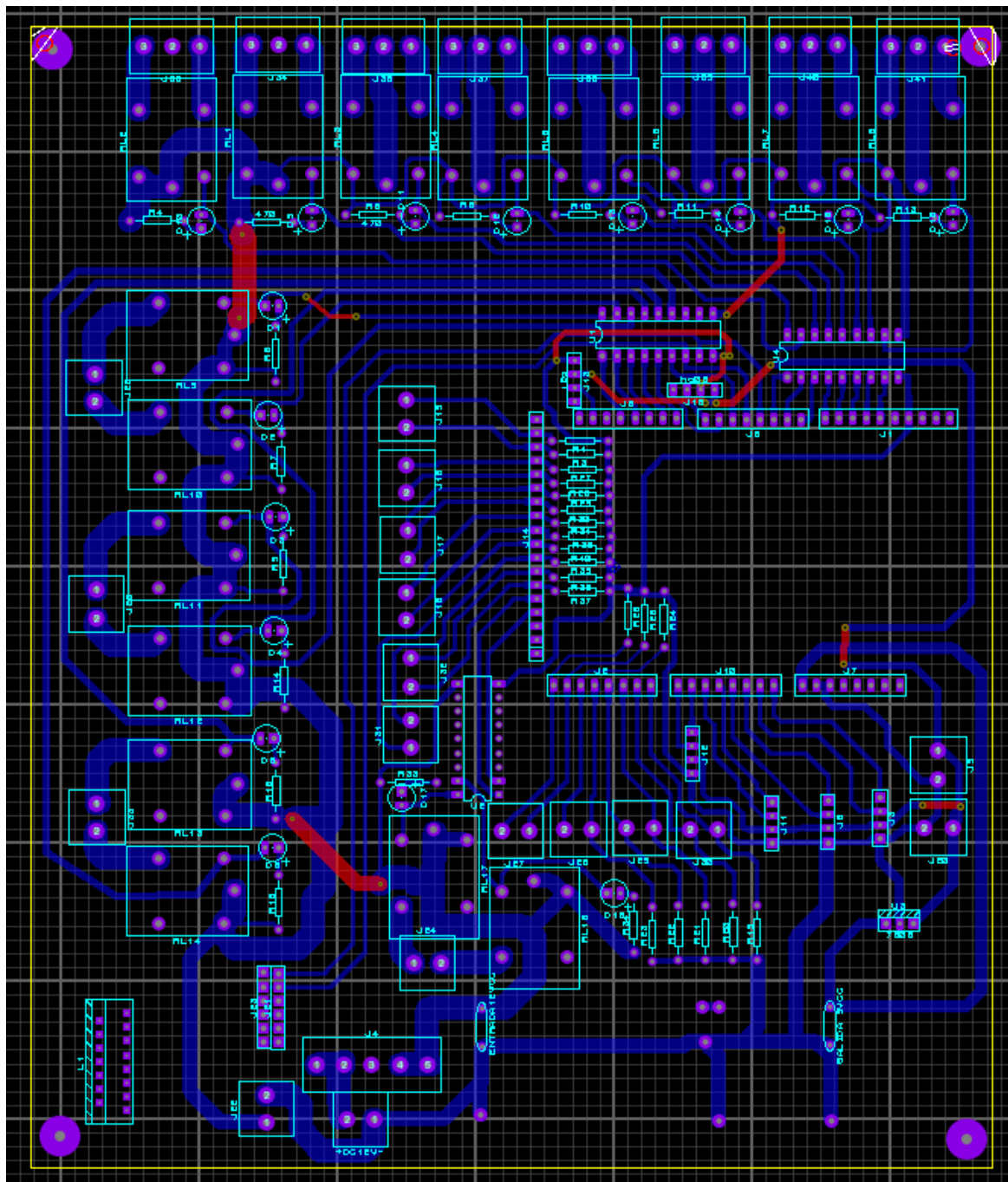
Válvula IAC

Número de pin	Colores	Identificación	Ralentí	1500 Rpm	2000 Rpm	2500 Rpm

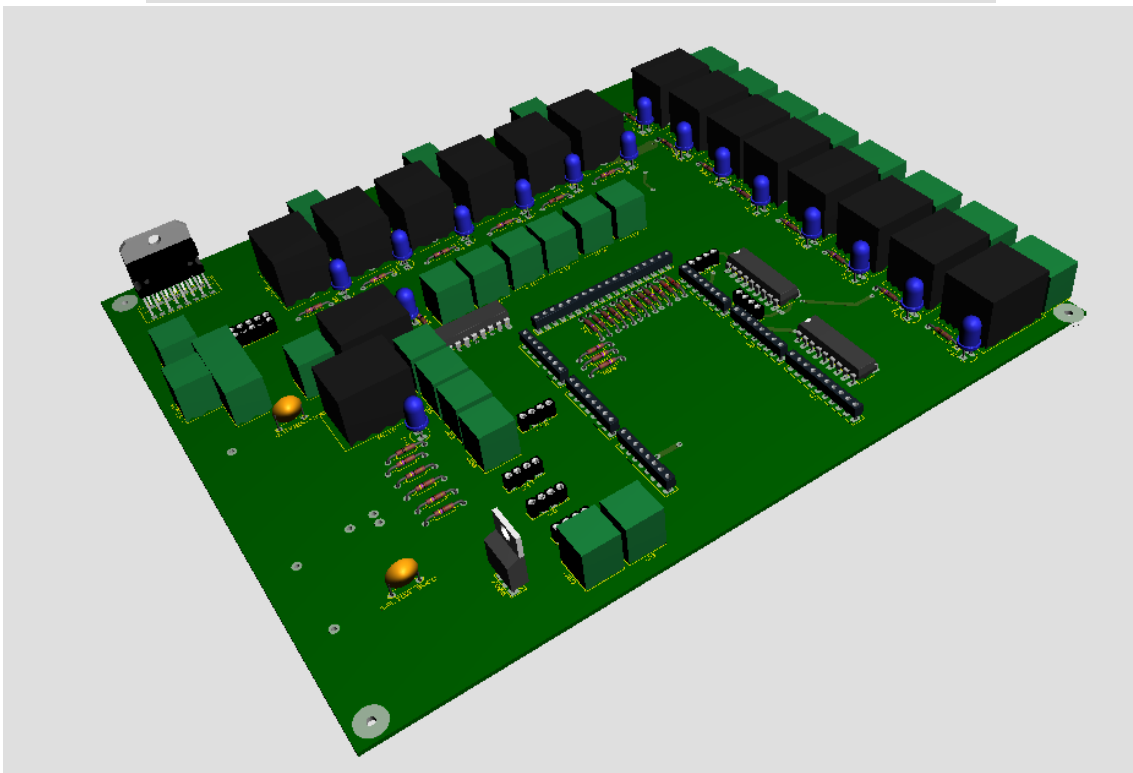
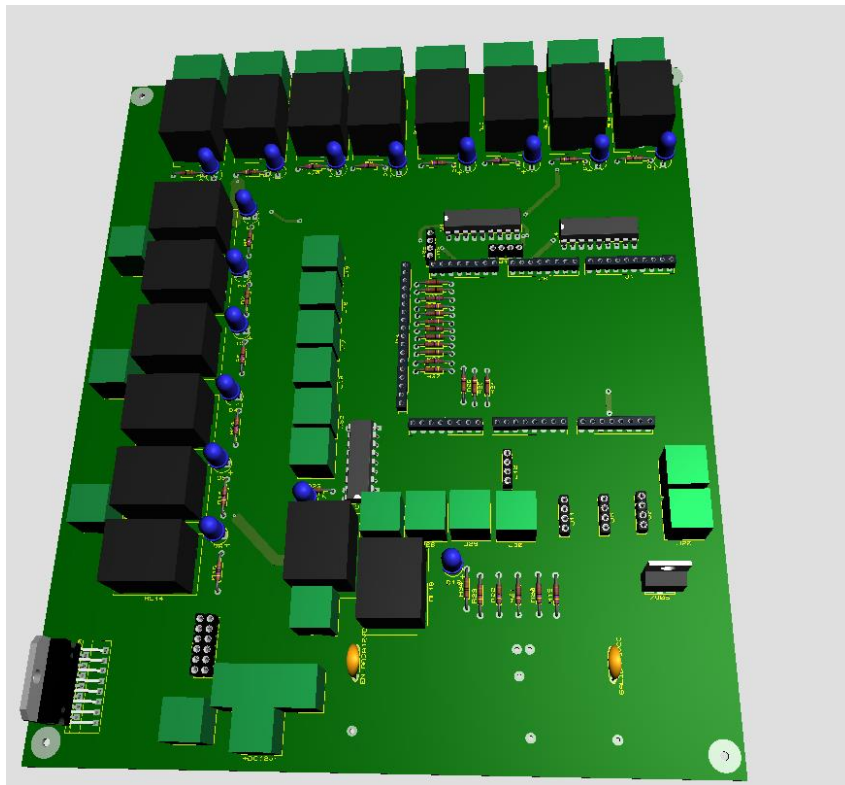
Bobina:

Tipo de bobina	Circuito Primario	Circuito Secundario	Circuito Primario con falla	Circuito Secundario con falla

6.3 Anexo C Placa PCB



6.4 Anexo D PCB en 3D



6.5 Anexo E Materiales

Bill Of Materials for control con mega ups

Design Title control con mega ups
Author
Document Number
Revision
Design Created lunes, 25 de diciembre de 2023
Design Last Modified lunes, 25 de diciembre de 2023
Total Parts In Design 119

0 Modules				
Quantity	References	Value	Stock Code	Unit Cost
Sub-totals:				€0,00
0 Capacitors				
Quantity	References	Value	Stock Code	Unit Cost
Sub-totals:				€0,00
36 Resistors				
Quantity	References	Value	Stock Code	Unit Cost
2	R1,R3	10k		
12	R2,R5-R6,R8-R12,R14-R16,R33	470		
4	R4,R7,R13,R34	10		
18	R19-R32,R37-R40	4700		
Sub-totals:				€0,00
4 Integrated Circuits				
Quantity	References	Value	Stock Code	Unit Cost
3	U1-U2,U4	ULN2803		
1	U3	7805		
Sub-totals:				€0,00
0 Transistors				
Quantity	References	Value	Stock Code	Unit Cost
Sub-totals:				€0,00
16 Diodes				
Quantity	References	Value	Stock Code	Unit Cost
16	D1-D6,D9-D18	LED-RED		
Sub-totals:				€0,00
63 Miscellaneous				
Quantity	References	Value	Stock Code	Unit Cost
6	+DC12V-,J22,J24-J26,J33	TBLOCK-I2		
2	ENTRADA12VOC,SALIDA 9VOC	8.0R		
1	GEN1	GENUINO MEGA 2560		
1	HC1	BLUETOOTH HC-06		
1	J1	ARDUINO-SIL10		
5	J2,J6-J8,J10	ARDUINO-SIL8		
1	J3	ace4		
1	J4	TBLOCK-I5		
1	J5	ace3		
4	J9,J19-J20,J30	pulsante1-2		
1	J11	ace2		
1	J12	ace1		
1	J13	i2c		
1	J14	CONN-SIL18		
1	J15	hc06		
3	J16,J27,J31	pulsante7-8		
3	J17,J28,J32	pulsante5-6		
2	J18,J29	pulsante3-4		
2	J21,J23	CONN-SIL6		
8	J34-J41	TBLOCK-I3		
1	L1	L298 MOTOR DRIVER		
16	RL1-RL14,RL17-RL18	G5CLE-1-DC24		
Sub-totals:				€0,00
Totals:				€0,00

lunes, 8 de enero de 2024 13:27:17

7 BIBLIOGRAFÍA

- Acquaroni. (30 de Abril de 2020). *Repuestos Acquaroni*. Obtenido de Fallos de la bomba de gasolina: <https://repuestosacquaroni.com/fallas-de-la-bomba-de-gasolina/>
- Alabajos, I. . (17 de Marzo de 2023). *El radiador en el vehículo ¿Qué es? ¿Cuáles son sus funciones?* Obtenido de RO-DES Recambios: <https://www.rodesrecambios.es/blog/mecanica/sistema-de-refrigeracion/radiador/radiador-coche-caracteristicas-funciones/>
- Alabajos, I. (6 de Marzo de 2023). *Las bujías del coche: Todo lo que debes saber sobre este elemento*. Obtenido de RO-DES Recambios: <https://www.rodesrecambios.es/blog/mecanica/sistema-de-ignicion/bujias/bujias-vehiculo-todo-lo-que-debes-saber/>
- Auto, H. (17 de 12 de 2021). *Hello Auto*. Obtenido de <https://helloauto.com/glosario/injector>
- Automotriz. (2019). *SENSOR-Qué es, funcionamiento, ubicación, fallas y soluciones*. Obtenido de <https://sensorautomotriz.com/sensor-tps/>
- Automotriz, S. (Diciembre de 2018). *Sensor Automotriz*. Obtenido de <https://sensorautomotriz.com/sensor-iat/>
- Avance, A. (8 de Junio de 2019). *BLOG TÉCNICO AUTOMOTRIZ*. Obtenido de <https://www.autoavance.co/blog-tecnico-automotriz/135-sensor-de-posicion-del-cigueenal-ckp/>
- Blázquez, L. (26 de Marzo de 2019). *Motor de arranque: qué es, cómo funciona y cuáles son sus síntomas de fallo*. Obtenido de noticias.coches.com: <https://noticias.coches.com/consejos/motor-de-arranque-que-es-y-como-funciona/332703>
- Cesvi. (5 de Diciembre de 2015). *Revista Autocrash - Cesvi Colombia*. Obtenido de Principales actuadores en el vehículo y sus posibles fallos: <https://www.revistaautocrash.com/electromecanica-principales-actuadores-en-el-vehiculo-y-sus-posibles-fallos/>
- Chávez, R. (2014). *“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS PARA EL ANALISIS DE SEÑALES DE LOS SENSORES Y ACTUADORES DEL AUTOMOVIL POR MEDIO DE UN OSCILOSCOPIO*. Riobamba.
- Cid, M. (31 de Marzo de 2020). *¿Qué Es La Bobina De Encendido De Un Coche?* Obtenido de Renting Finders.: <https://rentingfinders.com/glosario/bobina-encendido/>
- CLUB, A. (22 de Octubre de 2020). *¿Qué es un enfriador de aceite y qué funciones realiza?* Obtenido de Autodoc Club: <https://club.autodoc.es/magazin/que-es-un-enfriador-de-aceite-y-que-funciones-realiza>

- Collado, M. J. (7 de Noviembre de 2022). *¿Qué es el sensor de presión del aceite?* Obtenido de mapfrehhd: <https://www.mapfrehhd.com.do/particulares/seguros-de-auto/articulos/que-es-sensor-presion-aceite/>
- Com.mx. (1 de Julio 1 de 2022). *¿Cómo funciona la batería de tu auto?* Obtenido de Com.mx: <https://www.firestone.com.mx/tips-firestone/otros/como-funciona-la-bateria-de-tu-auto/>
- Cornejo, L. (23 de JULIO de 2015). *AUTO AVANCE*. Obtenido de <https://www.autoavance.co/blog-tecnico-automotriz/102-el-riel-de-alta-presion-common-rail/#:~:text=El%20%E2%80%9Crail%E2%80%9D%20o%20%E2%80%9Criel,para%20suministro%20de%20los%20inyectores.>
- Crabi. (10 de Noviembre de 2021). *Válvula IAC: qué es y cómo impacta en el funcionamiento de tu auto*. Obtenido de Crabi.com: <https://www.crabi.com/blog/mantenimiento-automotriz-valvula-iac>
- Crabi. (20 de Julio de 2023). *Mantenimiento Automotriz*. Obtenido de <https://www.crabi.com/blog/mantenimiento-automotriz-valvula-iac>
- DERCO. (9 de Junio de 2022). *Derco center*. Obtenido de <https://www.dercocenter.cl/noticias/conoce-tu-vehiculo-funcion-del-filtro-de-combustible>
- Días, B. (18 de Abril de 2019). *Caranddriver*. Obtenido de <https://www.caranddriver.com/es/coches/novedades/a58747/hyundai-sonata-2019/>
- Flash Cooling. (24 de Octubre de 2020). *Cambiar una manguera de refrigeración*. Obtenido de Flash Cooling.: <https://flash-cooling.com/es/nuestros-consejos/cambiar-una-manguera-de-refrigeracion/>
- Gasogenio. (21 de Septiembre de 2022). *GASOGENIO*. Obtenido de <https://gasogenio.com/es/blog/funcion-regulador-presion-gasolina/>
- Gonzalez, O. (10 de Octubre de 2023). *Brico Geek*. Obtenido de Modelos de Arduino: <https://lab.bricogeek.com/tutorial/guia-de-modelos-arduino-y-sus-caracteristicas/arduino-mega-2560>
- Granell, A. (Febrero de 2022). *RO-DES*. Obtenido de Qué son los inyectores del motor y cómo funcionan: <https://www.ro-des.com/mecanica/que-son-los-inyectores/>
- Hernandez, L. (07 de mayo de 2015). *conoce las 7 generaciones del hyundai sonata*. Obtenido de autocosmos.com: <https://noticias.autocosmos.com.mx/2015/05/07/conoce-las-7-generaciones-del-hyundai-sonata>
- hmong. (21 de sep de 2023). *Hyundai Sonata*. Obtenido de hmong.es: https://hmong.es/wiki/Hyundai_Sonata
- Igardi. (7 de abril de 2023). *Igardi Herramientas*. Obtenido de <https://igardi.com/blog/4-herramientas-de-diagnostico-automotriz/>

- Martin, S. (10 de Octubre de 2021). *Sensor automotriz*. Obtenido de Sensor de posición del árbol de levas - sensor CMP: <https://sensorautomotriz.com/sensor-cmp/>
- Martínez, J. F. (2018). *Centro Internacional de Instrucción Técnica Automotriz*. Obtenido de CURSO TALLER Sistemas Electricos del Automovil: <file:///C:/Users/PCX/Downloads/2.%20Manual%20S2%20SEEAM5.pdf>
- Mendoza, I. (17 de Marzo de 2022). *Qué es, cómo funciona el distribuidor o “delco” y cuánto cuesta repararlo en caso de avería*. Obtenido de Motorpasion.com: <https://www.motorpasion.com/revision/que-como-funciona-distribuidor-delco-cuanto-cuesta-repararlo-caso-averia>
- Payri, P. F. (2011). *Motores de combustión interna alternativos* . Valencia: REVERTÉ S. A.
- Perez, A. (2020). *Los inyectores de los Automoviles* .
- Plaza, D. (2020). *¿Qué es el cárter? Funcionamiento y partes*. Obtenido de Motor.es: <https://www.motor.es/que-es/carter>
- Pruebaderuta. (11 de Mayo de 2015). *Electroventilador del radiador*. Obtenido de Pruebaderuta.com: <https://www.pruebaderuta.com/electroventilador-del-radiador.php>
- Ro-des. (22 de Enero de 2015). *El filtro de aceite del motor, qué es y cuál es su cometido*. Obtenido de Ro-des.com: <https://www.ro-des.com/mecanica/filtro-de-aceite-que-es-y-su-cometido/>
- Ro-des. (2 de Octubre de 2019). *Qué es el termostato del coche y sus características*. Obtenido de Ro-des.com: <https://ro-des.com/mecanica/termostato-coche-que-es-y-caracteristicas/>
- Ro-des. (15 de Diciembre de 2020). *Vaso de expansión del coche ¿Qué es y para qué sirve?* Obtenido de Ro-des.com: <https://www.ro-des.com/mecanica/vaso-de-expansion-que-es-para-que-sirve/>
- S.A, H. I. (16 de Noviembre de 2020). *Válvula reguladora de presión: tipos y consejos de mantenimiento*. Obtenido de Ruta. : <https://blog.reparacion-vehiculos.es/valvula-reguladora-de-presion-tipos-y-consejos-de-mantenimiento>
- Sonata, H. (2005). *Manuel de Taller de Hyundai Sonata*.
- Tribo, T. (29 de Marzo de 2022). *MTE-THOMSON*. Obtenido de (Sensor de posición del cigüeñal/Crankshaft Position Sensor) - MTE-THOMSON: <https://mte-thomson.com/es/?noticias=que-es-un-sensor-ckp-sensor-de-posicion-del-ciguenal-crankshaft-position-sensor>
- zonadelmotor. (9 de Junio de 2019). *Caja De Fusibles*. Obtenido de Zona Del Motor: <https://zonadelmotor.com/caja-de-fusibles/>