



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Diseño y construcción de un sistema de alerta temprana, monitoreo y control del sistema de refrigeración del motor de vehículo

Chango Caguana, Medardo Rene y Portilla Fernández, Kevin Ricardo

Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica

Carrera de Ingeniería Automotriz

Trabajo de Integración Curricular, previo a la obtención del Título de Ingeniero Automotriz

Ing. Paredes Gordillo, Cristian Alejandro, M.Sc.

18 de agosto del 2023

Latacunga



Departamento de Ciencia de la Energía y Mecánica

Carrera de Ingeniería Automotriz

Reporte de verificación de contenidos



CHANGO - PORTILLA_TESIS FINAL .docx

Scan details

Scan time:
August 17th, 2023 at 16:44 UTC

Total Pages:
64

Total Words:
15863

Plagiarism Detection



Types of plagiarism		Words
Identical	0.7%	105
Minor Changes	0%	2
Paraphrased	2%	320
Omitted Words	0%	0

AI Content Detection



Text coverage

- AI text
- Human text

Ing. Paredes Gordillo, Cristian Alejandro

C. C.: 171848293-6



Departamento de Ciencia de la Energía y Mecánica

Carrera de Ingeniería Automotriz

Certificación

Certifico que el trabajo de integración curricular: “**Diseño y construcción de un sistema de alerta temprana, monitoreo y control del sistema de refrigeración del motor de vehículo**” fue realizado por los señores **Chango Caguana, Medardo Rene** y **Portilla Fernández, Kevin Ricardo**, el mismo que cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, además fue revisado y analizada en su totalidad por la herramienta de prevención y/o verificación de similitud de contenidos; razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que se lo sustente públicamente.

Latacunga, 18 de agosto del 2023



Ing. Paredes Gordillo, Cristian Alejandro
C. C.: 171848293-6



Departamento de Ciencia de la Energía y Mecánica

Carrera de Ingeniería Automotriz

Responsabilidad de autoría

Nosotros, **Chango Caguana, Medardo Rene** y **Portilla Fernández, Kevin Ricardo** con cédulas de ciudadanía N° **180472694-9** y **175400253-1** declaramos que el contenido, ideas y criterios del trabajo de integración curricular: **“Diseño y construcción de un sistema de alerta temprana, monitoreo y control del sistema de refrigeración del motor de vehículo”** es de nuestra autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos, y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Latacunga, 18 de agosto del 2023

Chango Caguana Medardo Rene

CC. 180472694-9

Portilla Fernández Kevin Ricardo

CC. 1754002531



Departamento de Ciencia de la Energía y Mecánica

Carrera de Ingeniería Automotriz

Autorización de publicación

Yo/ nosotros **Chango Caguana, Medardo Rene** y **Portilla Fernández, Kevin Ricardo** con cédulas de ciudadanía N° **180472694-9** y **175400253-1**, autorizamos a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de integración curricular “**Diseño y construcción de un sistema de alerta temprana, monitoreo y control del sistema de refrigeración del motor de vehículo**” en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi/nuestra responsabilidad.

Latacunga, 18 de agosto del 2023

Chango Caguana Medardo Rene

CC. 180472694-9

Portilla Fernández Kevin Ricardo

CC. 1754002531

Dedicatoria

Dedico este proyecto de titulación a mi familia, en especial a mi madre Elvia Susana Caguana Eugenio, que en todo momento me ha apoyado para culminar mis metas y me sigue apoyando en mis proyectos, también a mi padre Luis Octavio Chango Chango que en paz descansa el cual fue mi ejemplo de superación en la vida, mientras vivió supo guiarme por el camino de bien haciéndome mejor persona.

A mi esposa Evelyn Daniela Rivadeneira el cual es mi gran fortaleza, que en todos los proyectos que he tenido me ha sabido apoyar condiciona mente, pero sobre quiero agradecerle por el tiempo que me espero lejos de ella por mis estudios.

A mis hijas Aylen y Catalina Chango Rivadeneira que son el Alma de la casa, mi fuerza de seguir superándome en la vida, por quienes cada día lucho para seguir adelante.

A mi hermana Lorena Soledad Chango Caguana que con sus consejos y apoyo hace posible esta meta en mi vida siendo mi segunda madre que me ha aconsejado y me ha guiado.

A mis tíos Héctor y Cesar Chango que han sido mis segundos padres los cuales me han aconsejado y apoyado en todo lo que he necesitado.

Chango Caguana Medardo Rene

Dedicatoria

Quiero dedicar el presente trabajo de titulación en especial a mi madre María Eloísa Fernández Medina quien con amor y sacrificio supo criarme con valores y principios a pesar de las adversidades, siendo el pilar fundamental de mi vida y la persona que siempre va a estar conmigo guiándome y brindándome consejos para ser una buena persona.

A mi padre Ángel Ricardo Portilla de la Cuz que a pesar de la distancia a estado para mi dándome apoyo incondicional y anímicamente en momentos difíciles.

A mi hermano Luis Miguel Loachamin Fernández que me ha apoyado con consejos y guiándome en la vida, convirtiéndose en mi segundo padre.

Portilla Fernández Kevin Ricardo

Agradecimiento

Quiero agradecer principalmente a mi familia la cual conforma mi madre, esposa e hijas quienes me apoyan en mis proyectos económicamente y emocionalmente dándome fuerza para seguir adelante, los cuales me a echo persona disciplinada con metas fijas.

A mi hermana y su familia que me supieron aconsejar a nunca rendirme durante el proceso, que fueron un apoyo emocional el cual fue fundamental para salir adelante.

A mi compañero de tesis por su dedicación, tiempo y esfuerzo que con el pasar de los meses cumplimos el objetivo de este proyecto.

A mi tutor de tesis por su apoyo y guía para la construcción e implementación de esta investigación, el cual tubo paciencia y nos apoyó con su conocimiento sobre el área dándonos también el apoyo técnico en lo que emos necesitado.

Al Ingeniero Hugo Alvarado gerente del Centro Automotriz Integral Vihal Motos por el apoyo que me ha brindado para ser una mejor persona, formándome cada día como mejor persona y con mente empresario, además por la ayuda que nos ha brindado con sus equipos automotrices para la realización de pruebas de nuestro proyecto.

Chango Caguana, Medardo Rene

Agradecimiento

Al finalizar el presente trabajo de titulación, quiero agradecer a Dios y a Santa Ana quienes son mi apoyo espiritual brindándome fuerza y protección en todo momento a pesar de las adversidades.

A mi madre y a mi padre quienes han sido un pilar fundamental para mi vida ya que siempre confiaron en mí, dándome motivación para ser cada día una persona de bien y apoyándome en todos mis proyectos tanto económica como emocionalmente.

A los docentes que me impartieron sus conocimientos en todo el transcurso de mi vida universitaria, especialmente a mi tutor de tesis quien me ha brindado guía y apoyo para llevar de buena manera el proyecto de titulación.

A mi compañero de tesis por la entrega, sacrificio y compromiso mostrado en todo el trayecto del trabajo de titulación y a su familia quienes me abrieron las puertas de su hogar en todo este tiempo.

Portilla Fernández Kevin Ricardo

ÍNDICE DE CONTENIDO

Carátula.....	1
Reporte de verificación de contenidos.....	2
Certificación.....	3
Responsabilidad de autoría.....	4
Autorización de publicación.....	5
Dedicatoria.....	6
Dedicatoria.....	7
Agradecimiento.....	8
Agradecimiento.....	9
Índice de contenido.....	10
Índice de figuras.....	15
Índice de tablas.....	18
Resumen.....	19
Abstract.....	20
Capítulo I: Introducción.....	21
Antecedentes.....	21
Planteamiento del problema.....	21
Justificación e importancia.....	22
Objetivos.....	22

<i>Objetivo general</i>	22
<i>Objetivos específicos</i>	22
VARIABLES DE INVESTIGACIÓN	22
<i>Variables Independientes</i>	22
<i>Variable dependiente</i>	23
Hipótesis.....	23
Capítulo II: Marco teórico	24
Sistema de refrigeración.....	24
<i>Tipos de refrigeración</i>	25
<i>Elementos del sistema de refrigeración</i>	27
Termistores.....	33
<i>Tipos de termistores</i>	34
<i>Expresiones matemáticas para el cálculo del termistor</i>	35
Sensor de temperatura ETC	37
<i>Características del sensor de temperatura</i>	37
Información de la pantalla Nextion	38
Arduino mega 2560	40
Impresión 3D	41
<i>Filamentos para impresión 3D</i>	42
Módulo relé de 2 canales 5V DC.....	43

<i>Características principales.</i>	43
<i>Uso del módulo relé</i>	45
Regulador de voltaje Pemenol 3 Unidades DC	45
<i>Características principales.</i>	45
<i>Uso del regulador de voltaje</i>	46
Capítulo III: Diseño y construcción del sistema	47
Diseño conceptual del sistema implementado.	48
<i>Necesidad</i>	48
<i>Requerimientos</i>	48
<i>Restricciones</i>	48
<i>Alternativas de diseño</i>	49
<i>Evaluación y selección de alternativas final</i>	56
Diseño del sistema implementado	57
<i>Diseño de sistema de alerta</i>	58
<i>Diseño del sistema de monitoreo</i>	61
<i>Diseño de placa del sistema</i>	62
<i>Diseño del sistema de control</i>	67
Diseño de componentes mecánicos	72
<i>Diseño de la base Nextion</i>	72
<i>Diseño de base del regulador de voltaje.</i>	73

<i>Diseño de la base del módulo Relé</i>	73
<i>Diseño tapa de la pantalla</i>	74
<i>Diseño de estructura de la base de la consola</i>	75
<i>Diseño de la base del Arduino</i>	75
Construcción e implementación del sistema.....	76
<i>Construcción del sistema de alertas</i>	76
<i>Construcción del monitoreo</i>	80
<i>Implementación de la programación en el sistema</i>	84
Capítulo IV: Validación del sistema y análisis de resultados	88
Validación del sistema.....	88
<i>Protocolo de operación del sistema</i>	88
<i>Pruebas</i>	91
Análisis de resultados.....	94
Capítulo V: Marco administrativo	96
Recursos	96
<i>Recursos humanos</i>	96
<i>Recursos tecnológicos</i>	96
<i>Recursos materiales</i>	97
<i>Financiamiento</i>	98
Capítulo VI Conclusiones y Recomendaciones	99

Conclusiones	99
Recomendaciones	100
Bibliografía	101
ANEXOS	102

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Esquema básico de refrigeración por aire</i>	26
Figura 2 <i>Sistema de refrigeración por líquido</i>	26
Figura 3 <i>Radiador de agua</i>	28
Figura 4 <i>Bomba de agua</i>	29
Figura 5 <i>Manguera de agua</i>	30
Figura 6 <i>Ventilador de aire</i>	30
Figura 7 <i>Electroventilador</i>	31
Figura 8 <i>Tapa de radiador</i>	32
Figura 9 <i>Depósito de refrigerante</i>	32
Figura 10 <i>Líquido refrigerante</i>	33
Figura 11 <i>Curva termistores de coeficiente de temperatura positivo (PTC)</i>	34
Figura 12 <i>Curva termistores de coeficiente de temperatura positivo (NTC)</i>	35
Figura 13 <i>Pantalla Nextion 7 pulgadas</i>	40
Figura 14 <i>Arduino mega</i>	41
Figura 15 <i>Impresora 3D</i>	42
Figura 16 <i>Módulo de relé de dos canales de interfaz con Arduino</i>	44
Figura 17 <i>Diagrama de flujo del diseño y construcción del sistema</i>	47
Figura 18 <i>Ubicación sensor de temperatura, propuesta 1</i>	50
Figura 19 <i>Ubicación pantalla Nextion propuesta 1</i>	50
Figura 20 <i>Ubicación sensor de temperatura propuesta 2</i>	51
Figura 21 <i>Ubicación la pantalla Nextion propuesta 2</i>	52
Figura 22 <i>Ubicación de sensores vibracionales</i>	53
Figura 23 <i>Ubicación sensor de temperatura propuesta 3</i>	54

Figura 24 <i>Ubicación de sensores vibracionales</i>	55
Figura 25 <i>Parte de la programación del sistema implementado</i>	58
Figura 26 <i>Circuito alarma vibracional</i>	59
Figura 27 <i>Circuito luces led alerta visual</i>	60
Figura 28 <i>Circuito alerta auditivo</i>	61
Figura 29 <i>Conexión Arduino - Nextion</i>	62
Figura 30 <i>Diseño de la placa</i>	63
Figura 31 <i>Propuesta del montaje de la placa en Arduino</i>	64
Figura 32 <i>Entrada para la alimentación de circuito</i>	65
Figura 33 <i>Regulador de voltaje</i>	65
Figura 34 <i>Conexiones del circuito</i>	66
Figura 35 <i>Emblema vehículo</i>	67
Figura 36 <i>Rango de 0 - 69 °C</i>	68
Figura 37 <i>Rango de 70 - 89 °C</i>	68
Figura 38 <i>Rango de 90 - 99 °C</i>	69
Figura 39 <i>Rango de 100 - 120 °C</i>	70
Figura 40 <i>Rango de 0 - 89 °C por más de 10 min</i>	71
Figura 41 <i>Rango de 100 - 120 °C por más de 60 segundos</i>	71
Figura 42 <i>Base pantalla Nextion</i>	72
Figura 43 <i>Base del módulo regulador de voltaje LM2595</i>	73
Figura 44 <i>Base de los Relés</i>	74
Figura 45 <i>Tapa de pantalla</i>	74
Figura 46 <i>Base de estructura lateral</i>	75
Figura 47 <i>Estructura de los componentes</i>	76

Figura 48 <i>Alerta visual</i>	77
Figura 49 <i>Asiento de vibración</i>	78
Figura 50 <i>Parante izquierdo del vehículo</i>	79
Figura 51 <i>Instalación de los parlantes</i>	79
Figura 52 <i>Adaptador de manguera GlowShift</i>	80
Figura 53 <i>Acople sensor de temperatura</i>	82
Figura 54 <i>Colocación del sensor en el auto</i>	82
Figura 55 <i>Circuito impreso en una placa</i>	83
Figura 56 <i>Placa con todos los componentes operativos</i>	84
Figura 57 <i>Impresión 3d</i>	87
Figura 58 <i>Diagrama de flujo del funcionamiento del sistema</i>	90

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Características técnicas de la pantalla Nextion</i>	39
Tabla 2 <i>Selección de la mejor alternativa de diseño</i>	56
Tabla 3 <i>Valores de temperatura y resistencia del vehículo</i>	86
Tabla 4 <i>Pruebas con el multímetro</i>	91
Tabla 5 <i>Pruebas con el scanner automotriz</i>	92
Tabla 6 <i>Prueba de ruta</i>	93
Tabla 7 <i>Prueba con el vehículo estacionado</i>	93
Tabla 8 <i>Comparación de temperaturas del vehículo con la de la alarma</i>	94
Tabla 9 <i>Comparación de pruebas realizadas</i>	95
Tabla 10 <i>Recursos humanos</i>	96
Tabla 11 <i>Recursos tecnológicos</i>	97
Tabla 12 <i>Recursos materiales</i>	97
Tabla 13 <i>Gastos de la investigación</i>	98

Resumen

La finalidad de este proyecto es diseñar y construir un sistema de alerta temprana, monitoreo y control del circuito de refrigeración del motor de vehículo. Para esto, se consideraron factores como económicos, facilidad de adquisición de componentes mecánicos y electrónicos, así como también, las alternativas de diseño y ubicación de las diferentes partes de cada sistema adicionado al vehículo Hyundai Accent, que fue utilizado para desarrollar el presente trabajo. Después de tener la ubicación de todos los componentes se realizó el diseño conceptual y detallado de todas las partes incorporadas en el sistema. Para el diseño detallado, se utiliza un software CAD para modelar y dimensionar las partes y componentes. En la fase de construcción, se realiza la impresión 3D; a continuación, se incorpora los circuitos electrónicos con su respectiva programación del Arduino, base fundamental del presente trabajo. Se implementaron todos los componentes en el vehículo para posteriormente validar el funcionamiento del sistema y llegar a conclusiones efectivas en base al análisis de resultados basado en datos propios del sistema implementado. El sistema implementado muestra un comportamiento adecuado frente a cambios bruscos de temperatura del motor de vehículo, monitoreando y alertando de manera óptima, y a su vez, siendo capaz de controlar eficientemente la operación del mismo, evitando la posibilidad que existan daños prematuros en componentes del motor por temperaturas de operación anormales; denotando que es un sistema válido y replicable para cualquier vehículo automotor, con costos de adquisición reducidos.

Palabras clave: Sistema de refrigeración, Sobrecalentamiento de motor, Alerta temprana, Temperatura de operación del motor.

Abstract

The purpose of this project is to design and build an early warning, monitoring and control system for the vehicle engine cooling circuit. For this, factors such as economic factors, ease of acquisition of mechanical and electronic components, as well as the design alternatives and location of the different parts of each system added to the Hyundai Accent vehicle, which was used to develop this work, were considered. After having the location of all components, the conceptual and detailed design of all the parts incorporated in the system was carried out. For the detailed design, CAD software is used to model and dimension the parts and components. In the construction phase, 3D printing is carried out; then, the electronic circuits are incorporated with their respective programming of the Arduino, the fundamental basis of this work. All the components were implemented in the vehicle to subsequently validate the operation of the system and reach effective conclusions based on the analysis of results based on data from the implemented system. The implemented system shows an adequate behavior when faced with sudden temperature changes of the vehicle engine, monitoring and alerting in an optimal way, and at the same time, being able to efficiently control its operation, avoiding the possibility of premature damage to engine components due to abnormal operating temperatures; denoting that it is a valid and replicable system for any automotive vehicle, with reduced acquisition costs.

Key words: Cooling system, Engine overheating, Early warning, Engine operating temperature.

Capítulo I

Introducción

Antecedentes

Los vehículos en el presente vienen equipados con sistemas de aviso del no funcionamiento de partes o sistemas. Sin embargo, son insuficientes al momento de alertar un desperfecto hacia sus ocupantes, sea por descuido, desconocimiento o por distracción del conductor. El incremento de temperatura, una deficiente lubricación o defectos en el suministro de combustible-aire pueden generar daños que van desde la pérdida gradual de funcionalidad de los componentes del motor hasta el daño irreparable del mismo. Por tal razón, es necesario incorporar un sistema innovador aplicable a cualquier tipo de vehículo que alerte a tiempo al conductor, que la funcionalidad de un sistema en específico, no es la correcta.

Planteamiento del problema

La industria automotriz cada día va creciendo conforme a la demanda existente por parte de los usuarios, los cuales en su mayoría buscan satisfacer únicamente la movilidad de un lugar a otro, las alertas que hoy en día existen para el monitoreo de control del sistema de refrigeración no son suficiente para mantener al motor en un correcto funcionamiento, ya que no son tomadas muy en cuenta por el conductor. Al no ser implementado un adecuado sistema de prevención de monitoreo de temperatura del vehículo, este sistema a través del tiempo comenzará a presentar fallas tanto mecánicas como electrónicas perdiendo sus condiciones ideales de operación y afectando al rendimiento del mismo. Es por ello, que se busca prevenir que el motor trabaje dentro de los parámetros especificados por el fabricante, evitando así la generación de posibles problemas a corto, mediano o largo plazo.

Justificación e importancia

El presente trabajo se enfocará en monitorear el sistema de refrigeración para que el motor trabaje en parámetros óptimos de funcionamiento mediante la implementación de un sistema de monitoreo en tiempo real. Además, el sistema implementado tendrá la capacidad de alertar de manera visual, auditiva y táctil hacia el conductor el mal funcionamiento del circuito en mención. De esta manera, la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE – Latacunga generará conocimiento y dispondrá de la literatura necesaria para brindar al estudiante la oportunidad de mejorar sus destrezas, y a su vez, la posibilidad de implementar estos sistemas en todo tipo de vehículos.

Objetivos

Objetivo general

- Diseñar y construir un sistema de alerta temprana, monitoreo y control del sistema de refrigeración del motor de vehículo.

Objetivos específicos

- Diseñar y seleccionar los elementos mecánicos, eléctricos y electrónicos necesarios para el monitoreo y control del sistema de refrigeración del motor del vehículo.
- Construir e implementar los componentes para monitorear y controlar el sistema de refrigeración del motor del vehículo.
- Validar el funcionamiento del sistema de monitoreo y control del sistema de refrigeración del motor de vehículo.

Variables de investigación

Variables Independientes

Diseño y construcción de un sistema de alerta temprana y monitoreo del sistema de refrigeración del motor de vehículo.

Variable dependiente

Disponibilidad de elementos electrónicos en el mercado.

Hipótesis

Con el diseño e implementación del sistema de las alertas tempranas para el sistema de refrigeración del motor, nos ayudará a evitar que trabaje a temperaturas fuera de rango normal de operación, evitando que se desgasten los componentes del mencionado sistema.

Capítulo II

Marco teórico

Sistema de refrigeración

Los motores de combustión interna de los vehículos tienden a generar temperaturas elevadas en su interior, cada vehículo tiene su rango de temperatura de operación, el sistema de refrigeración ayuda a disipar ese calor para evitar que la temperatura se siga incrementando y con esto, tienda a sobrecalentarse y en algunos casos llega a fundirse los componentes del motor.

En la combustión de los motores en el proceso de compresión y expansión en las cámaras de combustión, estos tienden a incrementar su temperatura por transferencia de calor generado hacia el exterior, por lo cual el sistema de refrigeración ayuda a mantener el vehículo en su rango de temperatura de trabajo normal, mantener el rango adecuado influye principalmente que el aceite de lubricación tenga la viscosidad adecuada para poder evitar el desgaste entre las piezas móviles e inmóviles del motor. (Anselmo, 2007)

El estado térmico del motor depende de la temperatura a la cual está trabajando, ya que si se encuentra fuera del rango de operación ocasionará problemas a corto y/o largo plazo. Uno de los factores fundamentales para el correcto funcionamiento es la temperatura sobre el material que está constituido el motor, la presión que se genera dentro del sistema y el grado de forzamiento del líquido refrigerante. (Anselmo, 2007)

Cuando el vehículo está a plena carga, el líquido refrigerante eleva su temperatura y hierve; con esto ocasiona que cambie de estado. Cuando este líquido va a ser enfriado por el radiador ocurre un cambio de estado al de condensación, si la carga del vehículo es mucho mayor, para lo cual está diseñado el líquido y puede llegar a un punto de saturación con lo que ocurriría un sobrecalentamiento. (Anselmo, 2007)

De la energía térmica que se produce en el motor solo una parte viene a transformarse en energía mecánica, la otra no es aprovechada y sale por el escape y una parte es eliminada por el sistema de refrigeración, que evita que la temperatura en el block del motor y los demás componentes del sistema se sigan elevando. Existen dos parámetros de temperatura para acortar la vida útil del motor, y uno de ellos viene a ser temperatura baja o alta del rango de funcionamiento.(Anselmo, 2007)

Cuando un motor tiene la temperatura por debajo de los parámetros del fabricante el aceite tiene una viscosidad más elevada, esto se debe a que el carburante gasolina o diésel no logra combustionar totalmente, y las micropartículas se trasladan hacia la parte inferior del motor y con ello produciendo daños a largo plazo. De igual manera las piezas móviles e inmóviles tendrán un mayor desgaste que un motor funcionando correctamente, en cuestión del consumo de combustible, siendo este mayor que lo habitual. (Anselmo, 2007)

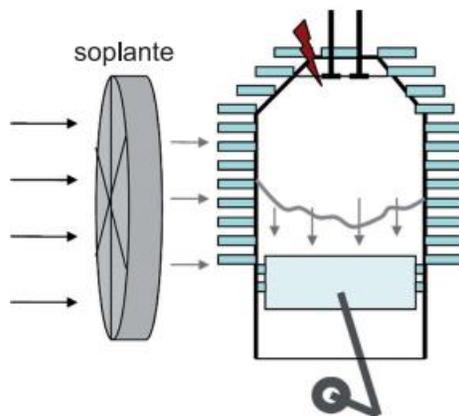
Si la temperatura es alta el aceite tendrá menos viscosidad por lo cual no tendrá un funcionamiento correcto, esto se debe a que aumenta la fricción y aumentando las tolerancias que tienen entre las piezas para evitar su desgaste. (Anselmo, 2007)

Tipos de refrigeración

Para refrigerar un motor de combustión interna existen dos sistemas, el que utiliza líquido y el refrigerado por aire. La implementación de estos sistemas depende de la disipación de calor que tenga que realizar; normalmente los refrigerados por aire son más utilizados en motores mono cilindros, estos motores por lo general utilizan aletas las cuales son enfriados por el aire del ambiente que con la velocidad se viene a denominar soplante. Mediante la Figura 1, se ilustra el esquema básico de refrigeración por aire, en estos motores en las paredes del cilindro tienen temperaturas elevadas.

Figura 1

Esquema básico de refrigeración por aire

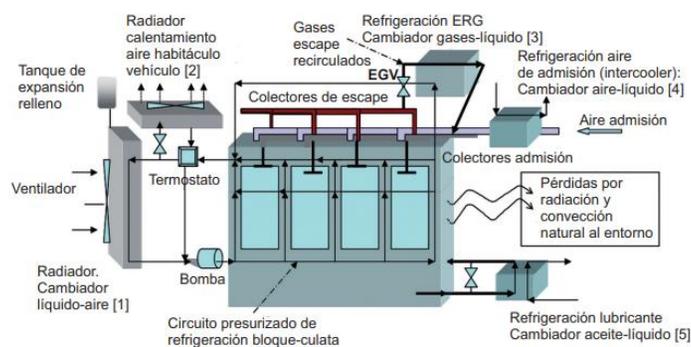


Nota. El gráfico representa la refrigeración por aire. Tomado de (Rovira & Muñoz, 2015)

Los vehículos que utilizan líquido se deben a que un motor de automóvil que va desde los tres pistones a más genera más calor por las cámaras de combustión como se ilustra en la Figura 2. Este calor térmico que produce tiene que ser disipado para evitar que su temperatura se eleve. (Rovira & Muñoz, 2015)

Figura 2

Sistema de refrigeración por líquido



Nota. El gráfico hace alusión al circuito del líquido refrigerante en un motor de combustión interna.

Tomado de (Rovira & Muñoz, 2015)

Elementos del sistema de refrigeración

Los componentes que conforman el sistema de refrigeración son el radiador, la bomba de agua o refrigerante, el termostato, las mangueras y conducto, el ventilador, la tapa del radiador y el líquido de refrigeración, y todos trabajan en conjunto para mantener al vehículo en la temperatura adecuada. El vehículo cuando se encuentra en plena carga su temperatura se eleva y todo el líquido que está en el block del motor elevan su temperatura. Cuando esto sucede entra en funcionamiento el termostato el cual está diseñado para que se abra, cuando motor de vehículo se encuentre en su temperatura máxima del rango de operación. Al abrirse el termostato el líquido refrigerante sale impulsado por la bomba de líquido e ingresa otro líquido frío que ha sido refrigerado por el radiador así cumplimiento el ciclo del sistema.

Cuando este líquido sale de los conductos del motor se dirige al radiador para enfriarlo, este proceso se da gracias al ventilador de aire en el cual va hacer un hidro ventilador o un electro ventilador el cual depende del fabricante del vehículo. (MAHLE Argentina S.A., 2001)

Radiador de motor. Es un componente importante del sistema su misión principal viene a ser de reducir la temperatura del líquido refrigerante del circuito del motor. Este tiene que cumplir requisitos importantes los cuales son, alta densidad de potencia, capacidad resistiva alta, gran protección ante la corrosión, su costo de fabricación tiene que ser bajo. (MAHLE Argentina S.A., 2001)

La refrigeración del líquido se produce por el panel de rejilla que está constituido y se da cuando el aire fluye por la zona disipando el calor del refrigerante Como se muestra en la Figura 3. En el radiador el líquido puede fluir de dos maneras todo dependerá de la dirección de arriba abajo o izquierda a derecha o viceversa. (MAHLE Argentina S.A., 2001)

Figura 3*Radiador de agua*

Nota. El gráfico representa al radiador el cual ayuda a refrigerar al sistema. Tomado de (MAHLE Argentina S.A., 2001)

Bomba de refrigeración. Para que el líquido pueda circular en el sistema se necesita de este componente el cual genera presión, estas bombas anteriormente son impulsadas por correas en la actualidad estas son accionadas por control electrónico, la cual manda la señal de activación por la demanda producida. La vida útil de la bomba de refrigeración depende un buen montaje, del cuidado del sistema de refrigeración, de la utilización de refrigerante, en la Figura 4 se observa una bomba de agua de un vehículo. (MAHLE Argentina S.A., 2001)

Figura 4*Bomba de agua*

Nota. El gráfico representa a la bomba de agua el cual ayuda a mover el refrigerante. Tomado de (MAHLE Argentina S.A., 2001)

Termostato. Es un controlador que se abre dependiendo de la temperatura que se encuentra el líquido refrigerante cada fabricante diseña acorde a las necesidades, el valor no se puede modificar. Hoy en día existen termostatos electrónicos los cuales son diseñados para un ahorro de combustible. El termostato entra en funcionamiento cuando la temperatura sobrepasa los 80°C, haciendo que el relleno de cera se funda y con ello abre el termostato dejando salir el líquido que se encuentra a alta temperatura para posteriormente ser enviado al radiador. (MAHLE Argentina S.A., 2001)

Manguera. En la Figura 5, este componente es diseñado para transportar el líquido desde el radiador hacia el motor y viceversa. Es fabricado de goma capaz de resistir alta temperatura y presión que se genera en el sistema al momento que el motor está en marcha. (MAHLE Argentina S.A., 2001)

Figura 5

Manguera de agua



Nota. El gráfico representa a la manguera el cual es el medio para que el refrigerante circule. Tomado de (MAHLE Argentina S.A., 2001)

Ventilador. La misión importante de este sistema es impulsar el aire que se encuentra en el ambiente con mayor fluidez hacia el radiador. Existen dos mecanismos muy utilizados en la industria automotriz los cuales son el ventilador hidráulico y el electroventilador. (MAHLE Argentina S.A., 2001)

Figura 6

Ventilador de aire



Nota. El gráfico representa al ventilador él cual genera un flujo de aire para que el refrigerante circule.

Tomado de (Ruiz, 2017)

Electro ventilador. Es más utilizado en los vehículos de turismo debido a que este funciona con la señal que envían los sensores hacia la unidad de control electrónico; dando como respuesta la activación del electroventilador para mantener la temperatura adecuada en el motor. (MAHLE Argentina S.A., 2001)

Figura 7

Electroventilador



Nota. El electroventilador se activa para tener una temperatura adecuada del motor. Tomado de (MAHLE Argentina S.A., 2001)

Tapa de radiador. Aunque no lo toman en cuenta es una pieza clave para que en el sistema no exista una presión más alta de lo habitual e incluso presiones negativas. Además de ser solo una tapa, se encuentra equipada con una válvula de sobrepresión negativa. La finalidad es incrementar la presión para que con ello la temperatura pueda subir mejorando el sistema de refrigeración. Cuando la temperatura se encuentra correcta se genera en el sistema una presión negativa. (MAHLE Argentina S.A., 2001)

Figura 8

Tapa de radiador



Nota. La tapa del radiador ayuda a hermetizar el radiador. Tomado de (MAHLE Argentina S.A., 2001)

Depósito de líquido. La misión de este elemento no solo es almacenar el líquido para el sistema sino también de eliminar las burbujas que se producen por la ebullición del líquido refrigerante. Cuando el líquido entra al depósito y por la temperatura elevada se incrementa la presión dentro del mismo y gracias a la tapa del depósito se puede liberar que salga el aire del sistema. (MAHLE Argentina S.A., 2001)

Figura 9

Depósito de refrigerante



Nota. El reservorio sirve para tener una reserva de refrigerante. Tomado de (MAHLE Argentina S.A., 2001)

Líquido Refrigerante. El líquido refrigerante está constituido por la combinación de varios productos químicos, los cuales tiene el objetivo de evitar la oxidación de los componentes del sistema además que se corroen tal como se ilustra en la Figura 10. Este líquido está compuesto por una base de etilenglicol importante la cual tiene la misión de regular la temperatura garantizando que en el motor se trabaje a una temperatura de 90°C. Además, este líquido contiene aditivos lubricantes y anticorrosivos. (MAHLE Argentina S.A., 2001)

Figura 10

Líquido refrigerante



Nota. El líquido refrigerante es el que fluye por todo el sistema de refrigeración. Tomado de (MAHLE Argentina S.A., 2001)

Termistores

Los termistores son resistencias sensibles a la temperatura que se utilizan para medir y controlar la temperatura en diversos dispositivos y sistemas electrónicos. Están fabricados con materiales semiconductores, como óxidos metálicos, y su resistencia cambia con la temperatura.

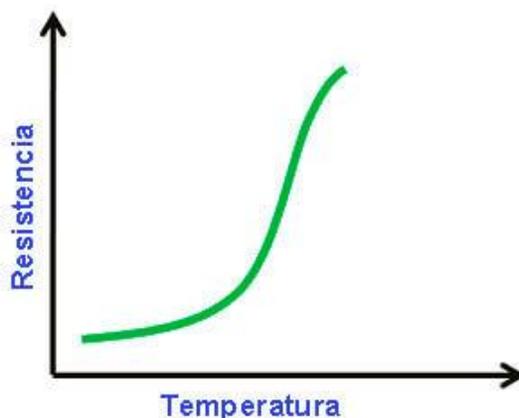
Tipos de termistores

Son dos tipos de termistores que existen: los que varía la temperatura con un coeficiente positivo (PTC) y termistores de coeficiente de temperatura negativo (NTC).

Termistores coeficiente de temperatura positivo (PTC). Estos termistores poseen una resistencia que sube con la temperatura. En la figura 11 se observa que mientras la temperatura aumenta, la resistencia del PTC también aumenta. Estos termistores se utilizan comúnmente en aplicaciones de protección contra sobrecalentamiento, como en circuitos de protección de baterías y motores eléctricos.

Figura 11

Curva termistores de coeficiente de temperatura positivo (PTC)



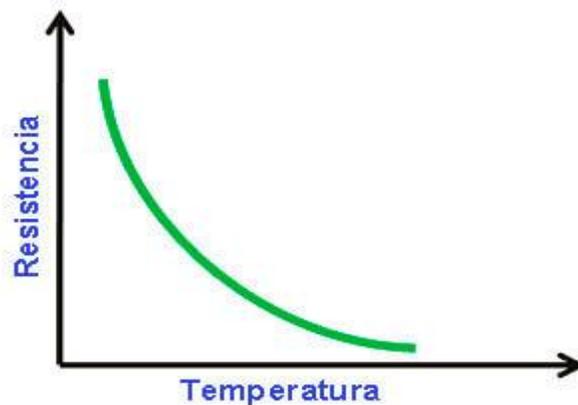
Nota. Se ilustra la curva característica de los sensores PTC. Tomado de(J.L, 2022)

Termistores coeficiente de temperatura negativo (NTC). Estos termistores poseen una resistencia que disminuye con la temperatura. En la Figura 12, se observa que a medida que la temperatura aumenta, la resistencia del NTC disminuye. Estos termistores se utilizan ampliamente en aplicaciones de medición y control de temperatura, como en termostatos, sensores de temperatura y sistemas de control de climatización. También se utilizan en aplicaciones de compensación de

temperatura, donde se utilizan para corregir las variaciones de temperatura en otros componentes o circuitos.

Figura 12

Curva termistores de coeficiente de temperatura positivo (NTC)



Nota. Se ilustra la curva característica de los sensores NTC. Tomado de (J.L, 2022)

Expresiones matemáticas para el cálculo del termistor

Los termistores son componentes electrónicos semiconductores los cuales por lo general poseen coeficiente negativo de temperatura cuyo valor es muy elevado, por tal motivo este presenta variaciones de temperatura muy rápidas, el material con el cual estos se fabrican casi siempre es de óxido de níquel, manganeso y diversos metales, los cuales están encapsulado en sondas y discos. (Solé Creus, 2010)

El vínculo que existe entre la temperatura y la resistencia del termistor está dada por la siguiente expresión: (Solé, 2010)

$$R_t = R_0 e^{\beta \left(\frac{1}{T_{t1}} - \frac{1}{T_{02}} \right)} \quad (1)$$

En donde tenemos:

R_t = resistencia en ohms (Ω) a la temperatura absoluta T_t .

R_0 = resistencia en ohms (Ω) a la temperatura absoluta de referencia T_0 .

β = constante en un intervalo de temperatura.

Una ecuación que también representa esta relación es la ecuación de Steinhart y Hart donde la temperatura viene dada en grados Kelvin °K. (Solé Creus, 2010)

$$\frac{1}{T} = A + B \times \ln \ln R + C \times (\ln \ln R)^3 \quad (2)$$

Donde A, B, C con coeficientes propios del material y estos se calculan midiendo la resistencia del termistor en diferentes temperaturas con una diferencia de 10°C en cada medición.

Para el cálculo de las constantes A y B (a pesar que los fabricantes no suelen proporcionar estos valores) se usa la siguiente fórmula:

$$A = R_0 e^{\left(-\frac{\beta}{T_0}\right)} \quad (3)$$

De esta ecuación igualamos el valor de A para los valores de R_0 y T_0 :

$$R_1 e^{\left(-\frac{\beta}{T_1}\right)} = R_2 e^{\left(-\frac{\beta}{T_2}\right)} \quad (4)$$

$$\ln \ln R_1 e^{\left(-\frac{\beta}{T_1}\right)} = \ln R_2 e^{\left(-\frac{\beta}{T_2}\right)} \quad (5)$$

De esta fórmula se despeja el β y se tiene la siguiente expresión, la cual ayuda a tener el valor de beta para el cálculo de la temperatura del sensor:

$$\beta = \frac{\ln \left(\frac{R_1}{R_2} \right)}{\left(\frac{1}{T_t} - \frac{1}{T_0} \right)} \quad (6)$$

Con la ecuación 7 se obtiene el valor de la temperatura del termistor el mismo que varía con la resistencia:

$$T_t = \frac{\beta}{\ln \ln \left(\frac{R_T}{R_0} \right) + \frac{\beta}{T_0}} \quad (7)$$

Sensor de temperatura ETC

El sensor de temperatura envía la señal a la computadora, su principal actividad es realizar la caída de voltaje con la variación de su resistencia enviando esta información a medida que la temperatura va variando. Con la señal que envía la unidad de control electrónica procesa para con ello encender el electro ventilador del vehículo, de igual manera procesa para que la temperatura se muestre en el tablero de instrumento lo cual es la única señal visual que nos brindará para el sistema de refrigeración.

Características del sensor de temperatura

El uso de termistores es común en muchos sensores de temperatura de automóviles. Un termistor es un dispositivo semiconductor cuya resistencia cambia de acuerdo con la temperatura. En el caso de los sensores de temperatura de automóviles, se usan termistores negativos de coeficiente de temperatura (NTC, por sus siglas en inglés).

La función básica de un sensor de temperatura de automóvil con un termistor NTC es el siguiente:

Resistor sensible a la temperatura. El termistor NTC está diseñado para tener una resistencia que disminuye a medida que se incrementa la temperatura. Esto indica que su resistencia cambia de manera inversamente proporcional a la temperatura.

Circuito de medición. El termistor NTC se conecta a un circuito de medición en el vehículo. Generalmente, este circuito consiste en una fuente de voltaje constante y una resistencia de referencia conocida.

Divisor de voltaje. El termistor y la resistencia de referencia se conectan en un divisor de voltaje. Si la temperatura cambia, la resistencia del termistor también cambia, lo que altera la relación de división del voltaje en el circuito.

Conversión de voltaje. El voltaje resultante del divisor de voltaje se mide y se convierte en una señal eléctrica proporcional a la temperatura mediante un conversor analógico-digital.

Lectura y control. La señal digital resultante se procesa y se puede visualizar en el tablero del automóvil para que el conductor pueda monitorizar la temperatura del motor. También se puede utilizar para controlar el funcionamiento del sistema de refrigeración o de otras partes relacionadas con la temperatura del vehículo.

Información de la pantalla Nextion

Las pantallas Nextion son pantallas táctiles de interfaz humano-máquina (HMI) desarrolladas por ITEAD Studio. Estas pantallas están diseñadas para simplificar la interacción con el usuario para proyectos electrónicos y permitir la interacción con microcontroladores y otros dispositivos. Con el software de Nextion, se puede desarrollar la comunicación entre componentes.(Zhou, 2022)

Tabla 1*Características técnicas de la pantalla Nextion*

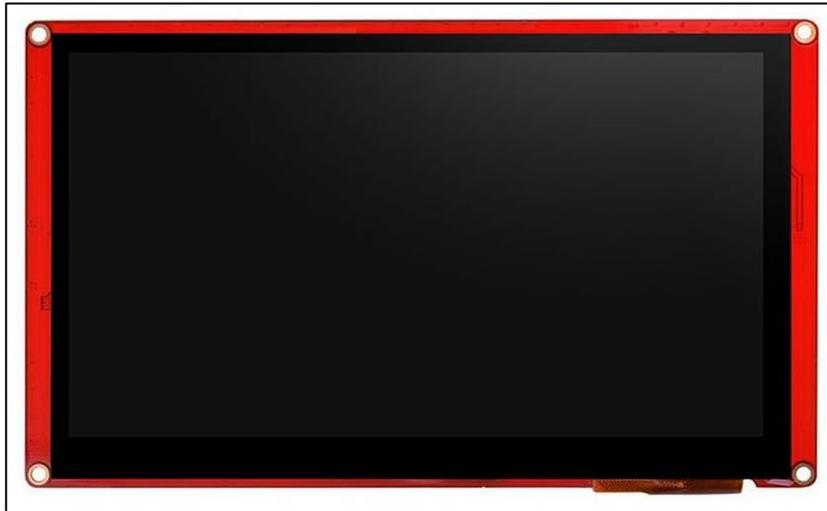
Características	Descripción
Modelo Nextion	NX8048P070-011C-Y (pantalla táctil capacitiva de 7,0 pulgadas con carcasa)
Resolución	800 × 480 píxeles
Área Activa	164.90 mm (L) × 100.00 mm (W)
Área Visual	154.08 mm (L) × 85.92 mm (W)
Peso	265 g
Humedad de trabajo	60% RH
Temperatura de trabajo	25°C

Nota. Se seleccionaron las mejores características técnicas de la pantalla. Tomando de (Zhou, 2022)

En la tabla 1, se ilustra las características más importantes de la pantalla Nextion las cuales fueron importantes al momento de seleccionar; un factor importante para la selección se debe a que la pantalla es táctil. Las alertas aparecen en esta y el usuario puede manipular la misma; otra característica es que es ligera, ayudando al momento del diseño de la carcasa base de la pantalla. En la figura 13 se observa la pantalla seleccionada para el proyecto la cual es programable y compatible con la placa Arduino.

Figura 13

Pantalla Nextion 7 pulgadas



Nota. Pantalla seleccionada para la construcción del sistema de alerta temprana. Tomado de (Zhou, 2022)

Arduino mega 2560

El Arduino Mega ayuda a relacionar de manera simple la programación de microcontroladores en diferentes áreas. En la Figura 14 se observa la placa utilizada consta de 54 pines de entrada y de salida los cuales tienen 14 salidas de PWM, 16 entradas analógicas y 4 puertos seriales. (Veloso, 2018)

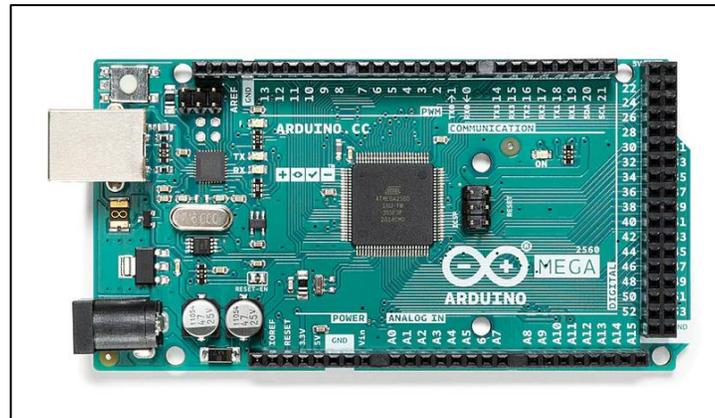
La programación en Arduino se basa en el uso del lenguaje de programación C/C++. Aquí se tiene los pasos básicos para comenzar a programar en Arduino:

- Instalar Arduino, el cual se obtiene en la página web del mismo ya que es un software gratuito.
- Conectar el Usb de la placa a la computadora.
- Abrir el IDE de Arduino.

- Escribir el código.
- Subir el código a la placa Arduino.
- Observar los resultados.

Figura 14

Arduino mega



Nota. Arduino elegido para el sistema. Tomado de (Veloso, 2018)

Impresión 3D

La impresión 3D es un método por el cual se fabrica objetos tridimensionales a partir de diseños CAD. Utiliza una impresora que deposita diversas capas de material, como plástico, metal o resina, para construir el objeto deseado.

Este proceso permite la creación de objetos complejos y personalizados, ya que no requiere moldes o herramientas especiales. Además, ofrece ventajas como la reducción de costos y tiempos de producción, la posibilidad de realizar prototipos rápidos y la capacidad de fabricar piezas a medida.

La impresión 3D se utiliza en diversos ámbitos, como la medicina (para la fabricación de prótesis y modelos anatómicos), la arquitectura (para la creación de maquetas y prototipos de edificios), la industria automotriz (para la fabricación de piezas de repuesto) y la moda (para la creación de accesorios y prendas de vestir).

Figura 15

Impresora 3D



Nota. Impresora 3D seleccionada para la impresión de los componentes del sistema.

En la Figura 15, se ilustra la impresora que se utiliza para la impresión. En resumen, la impresión 3D es una tecnología futurista que está cambiando la forma en que se fabrican y diseñan objetos, ofreciendo nuevas posibilidades y oportunidades en diversos sectores.

Filamentos para impresión 3D

Los filamentos son los materiales utilizados en la impresión 3D. Existen diversos tipos de filamentos disponibles en el mercado, cada uno con diferentes características y propiedades específicas. Algunos de los filamentos más comercializados son:

PLA (ácido poliláctico). Es uno de los filamentos más populares y ampliamente utilizados. Es biodegradable, fácil de imprimir y tiene una buena resistencia y rigidez.

ABS (acrilonitrilo butadieno estireno). Es un filamento resistente y duradero. Tiene una alta resistencia al impacto y a la temperatura, lo que lo hace adecuado para aplicaciones que requieren piezas resistentes. Sin embargo, emite gases tóxicos durante la impresión, por lo que se recomienda utilizarlo en un área bien ventilada.

PETG (tereftalato de polietileno glicol modificado). Es un filamento que une las propiedades del PLA y el ABS. Es resistente, flexible y tiene una buena resistencia a la temperatura. Además, es menos propenso a la deformación que el PLA y el ABS.

Nylon. Es un filamento fuerte y flexible, con una alta resistencia a la tracción. Es adecuado para aplicaciones que requieren piezas resistentes y duraderas, como engranajes y rodamientos.

TPU (poliuretano termoplástico). Es un filamento flexible y elástico. Es ideal para la fabricación de piezas que requieren flexibilidad, como fundas de teléfonos o suelas de zapatos.

Estos son solo algunos ejemplos de los filamentos disponibles en el mercado. También existen filamentos especiales, como los conductivos, los que cambian de color con la temperatura o los que brillan en la oscuridad. La selección del tipo de filamento dependerá de las características y propiedades que se requieran para la pieza a imprimir.

Módulo relé de 2 canales 5V DC.

El módulo de relé de 2 canales DC 5V es un componente electrónico utilizado comúnmente en proyectos de electrónica y automatización. A continuación, se expresa información relevante sobre sus características y su uso potencial:

Características principales.

A continuación, se presentan las características principales del módulo relé.

Canal dual. Este módulo tiene dos canales independientes de relé, lo que significa que se puede controlar dos dispositivos o circuitos diferentes de manera separada utilizando un solo módulo.

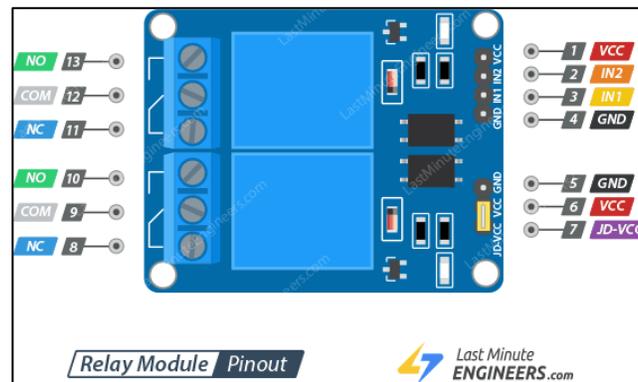
Voltaje de operación. Funciona con una fuente de alimentación de 5V DC, lo que lo hace compatible con microcontroladores populares como Arduino, Raspberry Pi, DSP, AVR, PIC y ARM.

Capacidad de conmutación. Los relés son componentes electromecánicos que permiten controlar circuitos de mayor potencia usando señales de baja potencia. Esto hace que el módulo sea útil para controlar dispositivos como luces, motores, electrodomésticos, etc.

Conexiones fáciles. Tiene terminales de conexión que facilitan la conexión de cables y dispositivos.

Figura 16

Módulo de relé de dos canales de interfaz con Arduino



Nota. Módulo relé seleccionado para el sistema. Tomado de (Last Minute Engineers, 2019)

En la figura 16 se observa el módulo relé que se utiliza para controlar el sistema implementado, con este se realiza el control para encender y apagar el vehículo.

Uso del módulo relé

El módulo de relé de 2 canales DC 5V es versátil y se utiliza en una variedad de aplicaciones que se presentan a continuación.

Automatización del hogar. Puede utilizarse para controlar luces, ventiladores u otros dispositivos eléctricos en el hogar de forma remota o programada.

Domótica. Se puede utilizar en proyectos de domótica para crear sistemas de control inteligente para la automatización de tareas.

Automatización industrial. En aplicaciones industriales, se puede utilizar para controlar motores, bombas, válvulas y otros equipos.

Proyectos de prototipado. Es un componente comúnmente utilizado en proyectos de electrónica y robótica como parte del prototipado de circuitos y sistemas.

Regulador de voltaje Pemenol 3 Unidades DC

Es un conjunto de tres módulos convertidores de voltaje reductor que permiten disminuir el voltaje de entrada a un voltaje de salida más bajo.

Características principales.

A continuación, se tiene información sobre sus características y cómo podría utilizarse.

Módulo reductor (buck). Estos módulos están diseñados para reducir (step down) el voltaje de entrada a un nivel más bajo de voltaje de salida.

Voltaje de entrada. Pueden trabajar con una variedad de tensiones de entrada, en el rango de 9V a 24V.

Voltaje de salida. Proporcionan una tensión de salida de 5V. Esto puede ser útil para alimentar dispositivos electrónicos que requieren un voltaje específico.

Eficiencia. Tiene una eficiencia del 96%. Esto significa que convierten la mayor parte de la energía de entrada en la tensión de salida deseada, minimizando las pérdidas de energía en forma de calor.

Uso del regulador de voltaje

El módulo convertidor de voltaje puede ser útil en una variedad de situaciones:

Alimentación de dispositivos. Pueden usarse para alimentar dispositivos que requieran una tensión de 5V, como microcontroladores (Arduino, Raspberry Pi), sensores y otros componentes electrónicos.

Adaptación de voltaje. Si se tiene una fuente de alimentación con una tensión más alta y se necesita proporcionar energía a dispositivos que requieren 5 V. Este módulo permite adaptar la tensión de manera eficiente.

Optimización de energía. En sistemas alimentados por batería, los módulos reductores pueden ayudar a maximizar la vida útil de la batería al convertir la tensión a un nivel óptimo para el dispositivo.

Proyectos de electrónica. Es útil en proyectos de electrónica donde se necesite una fuente de alimentación específica y eficiente.

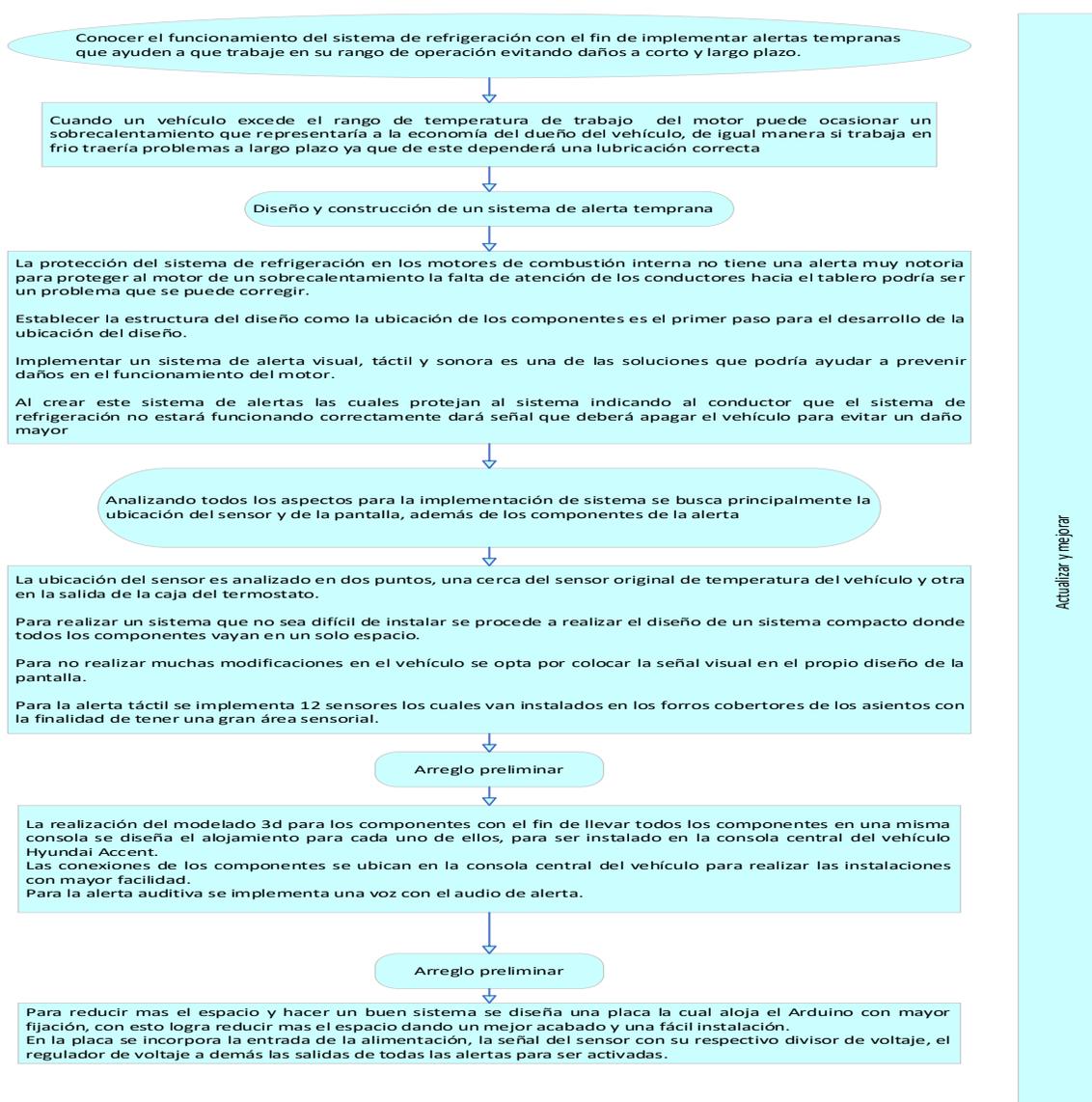
Capítulo III

Diseño y construcción del sistema

Se presenta el diseño y construcción de la alerta temprana para el sistema de refrigeración para vehículo, utilizando el vehículo Hyundai Accent. Mediante la Figura 17 se observa de manera detallada todo el proceso, tomando en cuenta los requerimientos necesarios para la implementación del sistema.

Figura 17

Diagrama de flujo del diseño y construcción del sistema



Diseño conceptual del sistema implementado.

Se desarrolla el diseño de un sistema de alerta temprana, monitoreo y control del sistema de refrigeración del motor de vehículo. Se tiene en cuenta todas las necesidades, limitaciones y requisitos del sistema. A continuación, se detalla los criterios de diseño para cada parte del sistema.

Necesidad

Para desarrollar el diseño de un sistema de alerta temprana, monitoreo y control del sistema de refrigeración del motor de vehículo, es de suma importancia tener en cuenta diversos factores, así como conocer los parámetros que posee el sistema de refrigeración de motor. Este sistema es de gran necesidad ya que ayuda a detectar problemas en el sistema de refrigeración, ya que algunos conductores por descuido o desconocimiento, no prestan atención a la temperatura del vehículo, causando así daños en el motor y demás componentes del vehículo.

Requerimientos

Uno de los principales requisitos para el sistema es que esté hecho de materiales resistentes y duraderos, ya que el vehículo puede estar en climas extremos y el sistema debe soportar los cambios bruscos de temperatura, teniendo fácil disponibilidad y asequibilidad en el mercado local. El sistema debe contar con el tamaño ideal para encajar en la consola del vehículo, y de esta manera no interferir con la visibilidad y/o la comodidad del usuario al momento de conducir. Además, el sistema debe ser capaz de advertir sobre las fallas generadas en el sistema de refrigeración del vehículo.

Restricciones

Una limitación para este sistema es que el costo no sea muy elevado ya que potencialmente se pretende comercializar a una variedad de usuarios que poseen vehículos y desean que el sistema les alerte de posibles fallas en el sistema de refrigeración de su vehículo. La siguiente restricción considerada por los autores es la ubicación del sensor, ya que este debe ubicarse lo más cerca del motor

para que el valor de la temperatura del mismo sea el correcto. Otra restricción es el tamaño de los componentes, ya que no debe ser demasiado grande, para que este sea de fácil transporte y pueda colocarse en lugares donde haya poco espacio para no interferir con otros sistemas del vehículo, así como con la visibilidad del conductor.

Alternativas de diseño

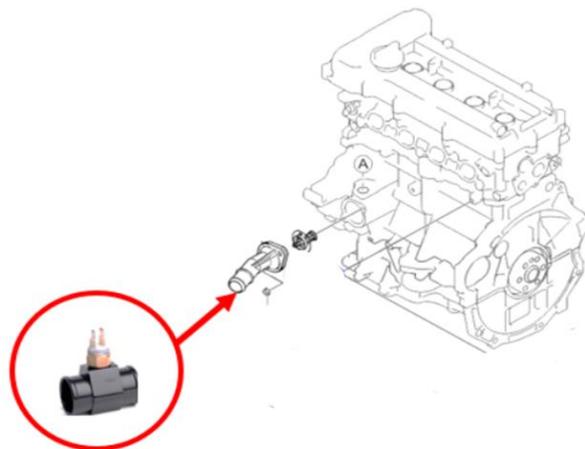
Con las diferentes ideas que se planteó para el sistema de alerta temprana, control y monitoreo este debe contar con un sensor que monitoree en tiempo real la temperatura del motor, cuando este se encuentre frío y caliente. Estas mediciones de temperatura podrían mostrarse fácilmente en una pantalla, la cual se fácil de entender para los ocupantes del vehículo. Para el apartado de alarmas se acordó tener tres tipos de la primera visual, la segunda sensorial y la tercera auditiva, activándose estas tres al momento que el sistema presente alguna falla.

Para el control se optó por utilizar una placa Arduino la cual va a estar leyendo los valores del sensor mostrado en la pantalla, y en la parte de monitoreo, la implementación de un sensor de temperatura el cual refleja la temperatura del motor en tiempo real. Después de un análisis de diferentes alternativas se plantearon 3, las cuales se detallan a continuación para luego seleccionar la más adecuada para el sistema.

Alternativa 1. Se analizó colocar el sensor de temperatura en la manguera de retorno del líquido refrigerante al radiador para tomar los valores de la temperatura del líquido, con la finalidad de tomar los valores de temperatura a la que sale el líquido del motor como se observa en la Figura 18.

Figura 18

Ubicación sensor de temperatura, propuesta 1

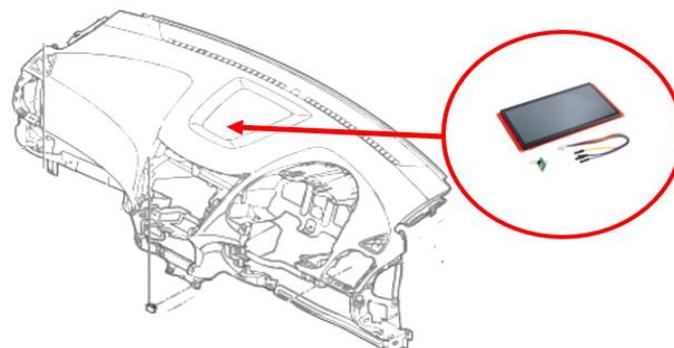


Nota. Alternativa de diseño 1, sensor.

De igual forma se propuso la ubicación de la pantalla en la parte superior del tablero del vehículo con una inclinación de 15°, la información resultante del sensor de temperatura sería visible en la pantalla dependiendo de la variación de la temperatura del motor como se ilustra en la Figura 19.

Figura 19

Ubicación pantalla Nextion propuesta 1



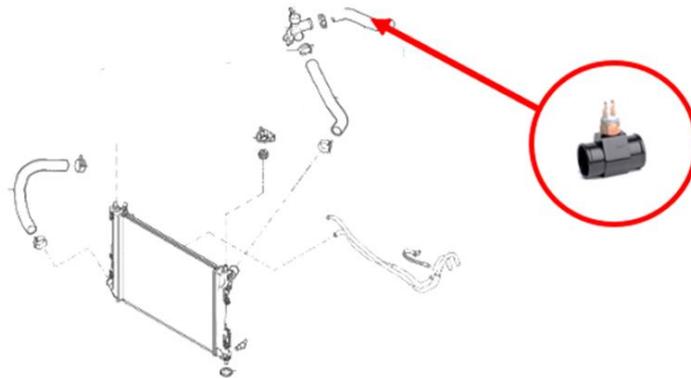
Nota. Alternativa de diseño 1, pantalla.

Para la aleta táctil se pretende incorporar motores vibradores en la moqueta del conductor donde van los pies descansan el cual es un punto de contacto frecuente. En esta alerta se incorporarán 10 vibradores conectados en paralelo ya que si uno tiende a tener una avería los demás seguirán funcionando sin ningún problema.

Alternativa 2. Para esta alternativa se cambió la ubicación del sensor de temperatura en la entrada del líquido refrigerante que va desde el radiador del vehículo hasta la entrada del motor. En esta idea se realizó la adaptación de acople del sensor en la manguera del sistema de refrigeración, tal como se observa en la figura 20.

Figura 20

Ubicación sensor de temperatura propuesta 2



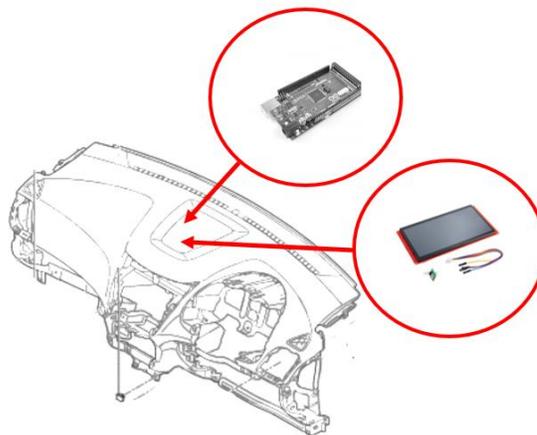
Nota. Alternativa de diseño 2, sensor.

La alimentación para el sistema se analizó que va desde el cenicero con un regulador de voltaje externo el cual tenía una regulación manual para poder elegir el voltaje con el que se trabajaría. Como el vehículo tiene dos conexiones para encendedor se toma la conexión en paralelo de uno de ellos con ello se suspende un encendedor.

Con el tema de la pantalla este va en la parte superior del tablero como se ilustra en la Figura 21, en el cual se tendría que realizar una modificación para poder ingresar la alimentación al sistema de alerta temprana todos los componentes van dentro de la carcasa que protege la pantalla. Para la alerta visual se instala una barra led en todo el tablero la cual se encendería al momento de que la temperatura está alta. Para la alerta sonora se incorporan dos parlantes adicionales para la salida de la pantalla.

Figura 21

Ubicación la pantalla Nextion propuesta 2

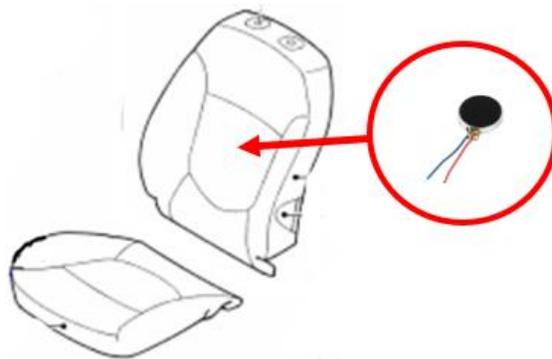


Nota. Alternativa de diseño 2, pantalla.

Para la alerta táctil se procede a incluir un forro para el asiento el cual tendrá los vibradores en el espaldar del conductor. Esta aloja 3 filas de vibradores y cada fila tendrá 3 vibradores con ello dando la señal táctil a la espalda del conductor. Como se observa en la figura 22.

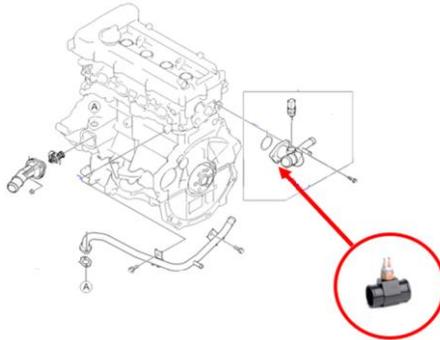
Figura 22

Ubicación de sensores vibracionales



Nota. Alternativa de diseño 2, alerta vibracional.

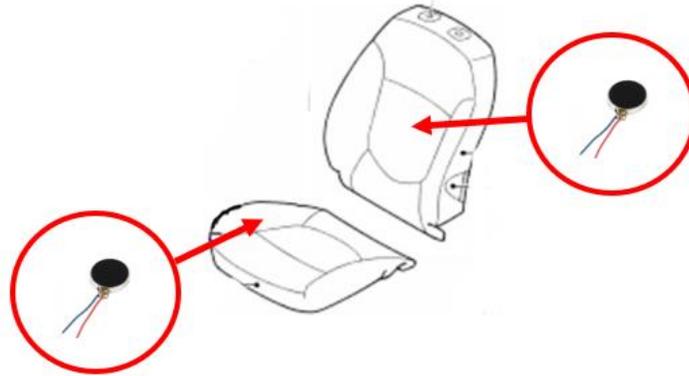
Alternativa 3. La toma con el sensor para el monitoreo del sistema va junto a la ubicación del sensor de temperatura originar el vehículo Hyundai Accent; ya que aquí se tiene de mejor manera la temperatura del sistema ya que con ello se obtendrán los datos más rápidos al momento que el sistema se encienda, como se observa en la figura 23.

Figura 23*Ubicación sensor de temperatura propuesta 3*

Nota. Alternativa de diseño 3, sensor.

Los cables del sensor para tomar la señal de entrada están ya en el habitáculo para lo cual se realizará una red independiente del sistema con el objetivo de no afectar ni alterar ningún componente electrónico del sistema. Esta conexión tendrá su división de voltaje ya en una placa diseñada para lo cual solo se necesitará de los cables que van desde el sensor hasta la parte de la consola del habitáculo.

Para la parte de la alerta táctil como se observa en la Figura 24, se opta por la instalación de los vibradores en el asiento del conductor tanto en la parte del espaldar. Como en la parte del asiento con ellos teniendo más área de contacto y esta pueda indicar al conductor que algo está pasando con el sistema de refrigeración.

Figura 24*Ubicación de sensores vibracionales*

Nota. Alternativa de diseño 3, alerta vibracional.

Con respecto a la alerta sonora se instalará dos bocinas en el parante de lado del conductor para para que esta tenga sonido independiente y no se tenga interferencias con el audio del vehículo. Si se utilizara el sistema de audio del vehículo este se quedaría sin ecualización.

Con el tema de la ubicación de pantalla esta se ubicará en la parte central de la consola ya que se tendrá una mejor visualización, la alarma tendrá mayor facilidad de instalación. Los demás componentes se alojan en la propia base de la consola con ello se optimizará el espacio.

En relé se ubicará cerca del freno para suspender la bomba de combustible con ello dando una buena distancia para evitar interferencias en el sistema. La conexión los cables irán con un recubrimiento térmico debido a la temperatura que se genera en el interior de la consola.

La para la señal visual se realiza un marco en la misma base de la pantalla, con ello se instala en el interior del habitáculo una barra led para esta alerta. Para que esto sea posible se realiza la impresión del diseño tiene que ser con un material translúcido para poder apreciar la alerta.

Evaluación y selección de alternativas final

Para seleccionar la opción más eficiente de crea la Tabla 2, la cual ayuda a escoger diversos aspectos para el momento de la toma de decisiones.

Tabla 2
Selección de la mejor alternativa de diseño

Aspectos de evaluación	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Fácil instalación	No	No	Si
Modificación de partes originales del vehículo	Si	Si	Si
Costo elevado de componentes	Si	Si	No
Perdida de visualización del conductor	Si	Si	No
Modificación en sensores originales del vehículo	No	No	No
Visualización correcta de la alerta visual	Si	Si	Si
Mayor contacto del área para la alerta táctil	No	Si	Si
Apreciación de la alerta sonora	Si	Si	Si
Optimización de espacio de los componentes	No	No	Si

Nota. Se evalúa los puntos considerados para seleccionar la mejor alternativa e implementarla en el vehículo.

Al analizar las tres alternativas se elige la número 3, ya que la instalación se viene en la propia consola del vehículo con se evita realizar modificaciones al tablero del vehículo. Además, no se estaría obstruyendo la visualización del conductor lo cual es un factor muy importante.

Las conexiones como del sensor de temperatura, los vibradores, la barra led quedan en un mismo punto, lo cual es un sistema de fácil y rápida instalación. La apreciación de los tres tipos de activación de las alertas queda notoria ante el conductor.

Se elige la alternativa 3 por la optimización del espacio que ocupan los componentes, ya que la industria automotriz con el pasar del tiempo ha ido innovando permanentemente. En esta alternativa se plantea realizarla con cable automotriz, dejando a un lado los cables de pines de Arduino.

Diseño del sistema implementado

Después de la selección de la mejor alternativa se debe plasmar las ideas para la implementación del sistema. Esto se lo realiza con ayuda de los simuladores automotrices se permiten recrear y proyectar las conexiones para simular el funcionamiento de la alarma. Con la proyección de los simuladores se procede ya a realizar la parte física del sistema. Al realizar adaptaciones en los sistemas se debe tomar en cuenta que no afecte al funcionamiento de otros sistemas propios del vehículo.

Los conceptos sobre los sistemas automotrices y con la ayuda de la programación, se pueden fabricar grandes sistemas de alertas y mejoramiento referentes en la protección para el automóvil. Para el diseño de esta alarma se determina primero las variables que se van aplicar y el sensor que se va a utilizar. Teniendo en cuenta que se va a proceder a realizar una implementación en el circuito de temperatura, se determina que el sistema funcionara con un sensor de temperatura el cual está formado por una resistencia variable. Con esto se empieza la programación en la cual, se realiza en base al flujograma diseñado. En la figura 25 se puede observar la determinación de las variables a utilizar y las designaciones correspondientes.

Figura 25

Parte de la programación del sistema implementado

```

1  ///////////////
2  const int led_1 = 8;
3  const int led_2 = 9;
4
5  const int vib_1 = 2;
6  const int vib_2 = 3;
7  const int vib_3 = 4;
8  const int vib_4 = 5;
9  const int vib_5 = 6;
10 const int vib_6 = 7;
11
12 /////////////// Sensor Numero 1
13 float readTemperatureNTC(float resistenciaTermistor, float resistenciaResistorSerie, float voltageUc);
14
15 float getResistencia(float pin, float voltageUc, float adcResolutionUc, float resistenciaEmSerie);
16

```

Nota. Variables de funcionamiento de los led y vibradores para las alertas

Con las alternativas que se tiene el flujograma se va creando el código el cual es grabado en el Arduino por medio de un cable Usb de datos. Los datos que almacena el Arduino y con la señal que recibe de monitoreo se envía a la pantalla la información por medio de cable de datos. Como los cables de la pantalla son conectores hembra en la placa se coloca pines macho para su comunicación.

Para la pantalla Nextión, de igual manera se genera la programación ya que este proyecta los datos recibidos por el Arduino. El control de la alarma se lo realiza directamente en la pantalla para lo cual el Arduino procesa la selección realizada y procederá a ejecutar la alternativa seleccionada.

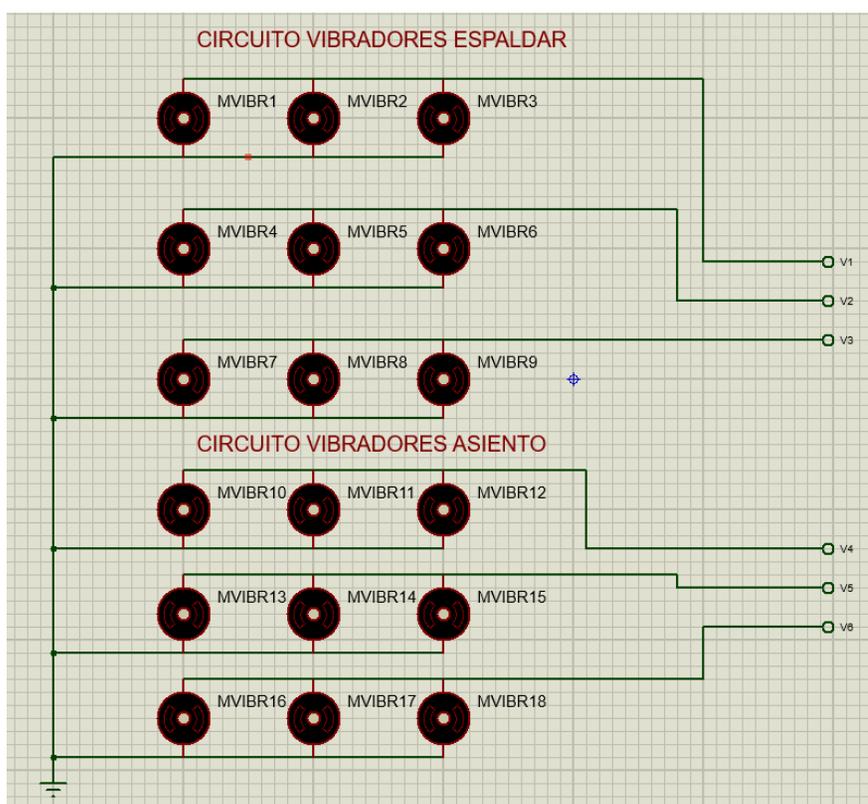
Diseño de sistema de alerta

Al tener el código tanto de la pantalla como del Arduino se realiza la creación de los esquemas para que las tres alternativas entren en funcionamiento. Se debe crear los tres tipos de alerta tomando en cuenta la ubicación que van a tener y si cumple la misión para lo cual van a ser diseñados.

Diseño de alerta táctil. Para la alerta táctil, es importante verificar donde se tiene mayor área de contacto entre el conductor y el vehículo. Un punto estratégico es el asiento del conductor debido a que es el área con mayor contacto. Para implementar la vibración en el asiento se diseña un cobertor de asiento, el cual contiene ranuras para la colocación de los sensores, tanto donde reposa la espalda y en el asiento del conductor. Se coloca 18 vibradores para tener una mayor área de vibración como se muestra en la figura 26.

Figura 26

Circuito alarma vibracional



Nota. Diagrama conexión de motores vibradores para el asiento del vehículo del conductor.

Diseño de alerta visual. Para esta alerta fue necesario observar un punto estratégico para que se pueda apreciar el conductor. Para ello, se incorporó focos leds, tal como se ilustra en la figura 27, diseñando la una carcasa en la parte frontal de la pantalla de material translúcido el cual ayuda a la visibilidad de las luces en todo el habitáculo del vehículo.

Los circuitos con salida de señal L1 y L2 están diseñados independientemente con una formación de L cada uno. Estos van colocados en el marco de la pantalla los cuales por la impresión 3D con material translúcido son visibles al momento de ser activados por la elevada temperatura.

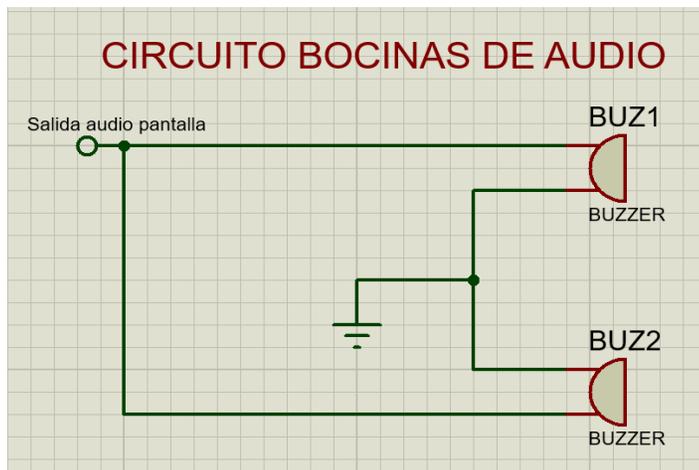
Figura 27

Circuito luces led alerta visual



Nota. Diagrama de conexión de luces led Rojo para el marco de la pantalla.

Diseño de Alerta Sonora. La pantalla tiene salida de audio la cual se conecta mediante un socket a parlantes independientes del sistema de audio del vehículo. El audio cargado en la pantalla sale directamente a las bocinas que son colocadas en el parante del lado del conductor, ya que a quien se deben direccionar las alertas tempranas, como se observa en la figura 28.

Figura 28*Circuito alerta auditivo*

Nota. Circuito de bocinas para la alerta sonora estas van ubicadas en el parante del lado del conductor.

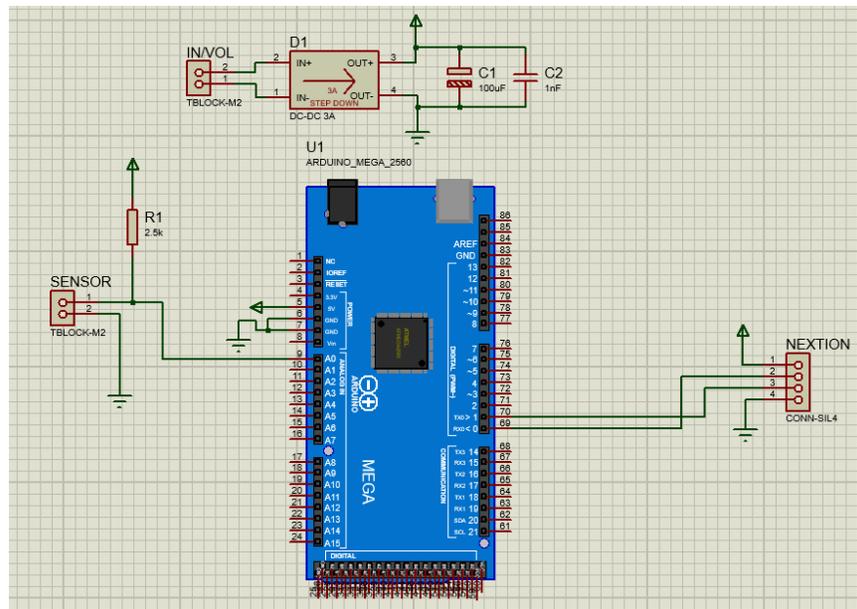
Diseño del sistema de monitoreo

Para obtener la señal del sensor termistor adaptado se realiza la conexión que va desde los terminales del sensor hasta la placa, esta señal va a enviar la señal resistiva hacia el divisor de voltaje. El Arduino recibe la señal en voltios que proporciona el divisor de voltaje para con ello enviar la señal a la pantalla.

La pantalla recibe la información y por medio de código por ángulos se realiza la programación para que este pueda procesar el reloj de temperatura digital. Además de este parámetro, se tiene en la esquina superior de la pantalla un indicador numérico que de igual manera muestra la temperatura grado por grado. En la figura 29, se indica la conexión del sensor con el visor de voltaje el cual tiene las entradas al Arduino mega, además se tiene la conexión de la pantalla el cual procesa la información enviada por el sensor.

Figura 29

Conexión Arduino - Nextion



Nota. La información resistiva que envía el sensor de temperatura con el divisor de voltaje envía una señal al Arduino el cual procesa y muestra en pantalla la temperatura del vehículo.

Diseño de placa del sistema

La industria automotriz a lo largo de la historia ha tratado cada día en reducir el tamaño de sus componentes para reducir espacio y peso en el vehículo basándose en el factor de peso potencia. Tras el diseño de la impresión 3D se puede observar que no muchos vehículos disponen de mucho espacio para poder colocar un sistema de ese espacio.

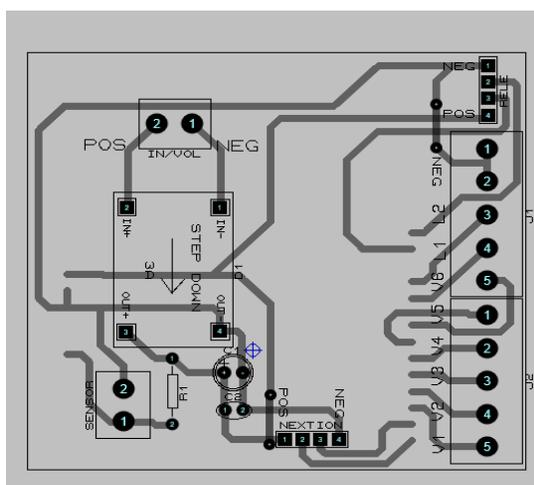
De igual manera las horas de impresión de todos los componentes se calculan alrededor 22 horas, por lo cual, al instalar en otro vehículo el sistema tendría un costo mayor. Con la placa se evitó imprimir varios componentes ya que estos ya van montados en la misma placa y van en la misma estructura que tiene el Arduino Mega.

De igual manera se pudo observar tras realizar varias pruebas los que los cables del Arduino se rompían fácilmente por lo cual el sistema se podía desconectar fácilmente. Cuando el vehículo cuando está en plena conducción, los componentes tienden a moverse, lo cual puede desconectar algún componente del sistema o incluso podría romperse algún cable.

Analizando el problema que puede suscitarse, se opta por diseñar una placa, la cual optimiza espacio. Como en ella se va a instalar el Arduino, se garantiza que va a quedar más fijo ya que al conectar directamente a la placa y buscar otras entradas y salidas, hacen al sistema más seguro. Con el diseño de esta placa se redujo espacio para que el sistema de alerta temprana pueda ser instalado en cualquier vehículo; este cuenta con un espacio reducido y con conexiones más seguras. En la figura 30 se observa el diseño de la placa.

Figura 30

Diseño de la placa

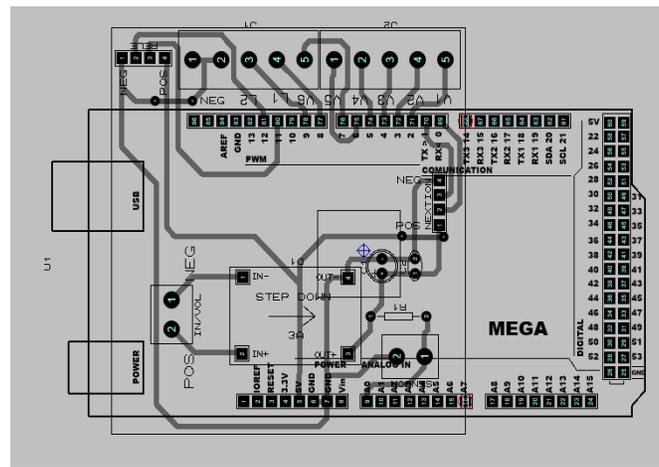


Nota. Placa para conexión del sistema con mayor facilidad, en la placa consta el divisor de voltaje para el sensor de temperatura, además tiene incorporado en regulador de voltaje. Este diseño se basa como

base la estructura del Arduino en el cual, para que sea más pequeña se cambia el número de las salidas de los vibradores y luces led en la programación. Se utiliza las salidas más que se encuentran en el recuadro amarillos como se aprecia en la figura 31, el cual representa la placa diseñada.

Figura 31

Propuesta del montaje de la placa en Arduino

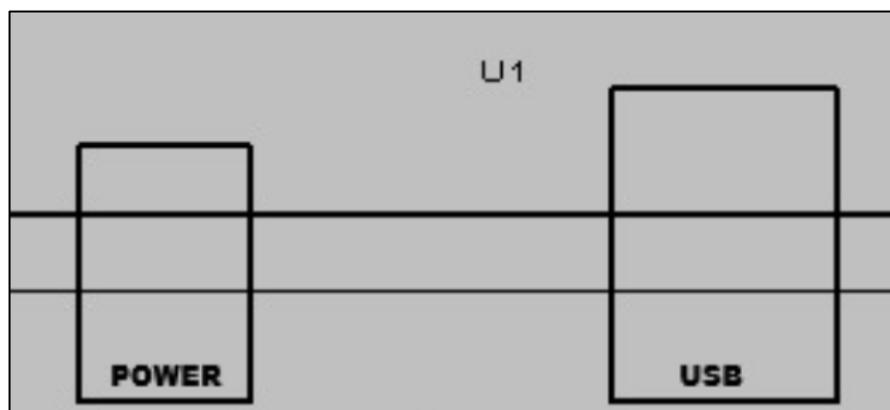


Nota. Simulación de la placa en software con el Arduino montado en la placa.

Se deja libre la entrada libre de carga de datos para poder modificar si se realiza mejoras en el sistema, de igual manera la entrada de alimentación adicional que tiene al Arduino ya que se podría ser utilizada en alguna otra ocasión. Se opta por incluir una entrada en la placa de alimentación en cual tendrá 12 V directamente a la placa como se puede observar en la figura 12, los cuales se tiene como power, USB y IN/VOL, tal como se aprecia en la Figura 32.

Figura 32

Entrada para la alimentación de circuito



Nota. Entrada de alimentación para el Arduino y para cargar los datos de programación.

De la entrada directa a la placa en la misma ya se integra un regulador de voltaje, el cual se abastece la corriente necesaria para que se puedan activar las señales de los vibradores y luces led. Este regulador abastece a toda la alarma y sobre todo la pantalla inteligente. En la figura 33 se puede apreciar cómo está diseñado el circuito de la placa.

Figura 33

Regulador de voltaje



Nota. Ubicación del regulador de voltaje en la placa con las entradas y salidas de voltaje.

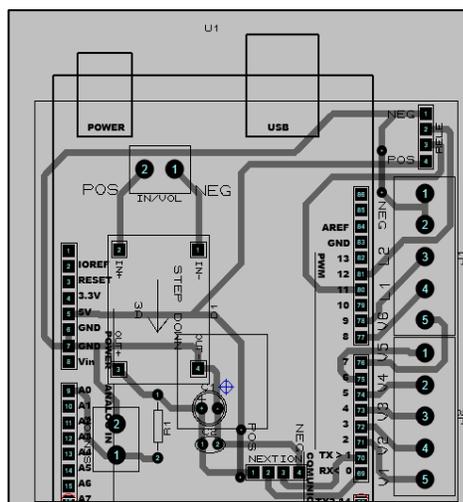
La conexión de la pantalla Nextion de igual manera se incorpora en la en la cual se opta por realizar salidas para los cuatro pines. Entre los terminales que tiene la pantalla se tiene la alimentación, la masa, la entrada de datos y el comando de control de la pantalla inteligente, al dejar todos en la misma placa se hace el sistema de fácil instalación.

Los pines de todo el Arduino por medio de la placa se integran al circuito tomando en cuenta cuantos pines se van a utilizar. Después de diseñar la placa se realizan las verificaciones para constatar que todas las pistas de la placa sean útiles, como se logra ver en la Figura 34.

Para la entrada de valor resistivo del sensor termistor se implementa de igual manera conectores por tornillo. Los valores que envía el sensor llegan hasta la placa la misma que en ella cuenta con él divisor de voltaje el cual ya envía la señal hacia el Arduino y esta sea procesada para dar funcionamiento al sistema de alerta temprana.

Figura 34

Conexiones del circuito



Nota. Conexión de todos los componentes electrónicos de la placa.

Diseño del sistema de control

Para el control del sistema se utiliza la pantalla Nextion ya que esta es táctil y por medio de la comunicación se puede comandar controlando el Arduino. Se tiene dos comandos el cual uno pertenece a la temperatura baja fuera del rango de temperatura y otra cuando la temperatura es alta.

Diseño de páginas de pantalla Nextion. Para este diseño se utiliza el programa de diseño gráfico el con el cual se puede dar ediciones acordes a las necesidades que se tiene, estas páginas sirven para poder cargar en la programación de la interfaz de la Nextion. Se utilizan colores en el reloj los cuales van representando la temperatura del sistema.

Cuanto entre en funcionamiento el sistema inicial se proyecta un video con el logo de la marca del vehículo y el modelo del mismo, como se observa en la Figura 35.

Figura 35

Emblema vehículo



Nota. Imagen que aparece al momento de encender el vehículo.

Rango de 0 - 69°C. Se toma el color azul indicando que el vehículo se encuentra en una zona fría. De igual manera en el fondo de la imagen contiene el color azul para la variación de los demás

colores, como se puede ver en la Figura 36; es decir cuando pase de ese rango de temperatura pasara al color amarillo.

Figura 36

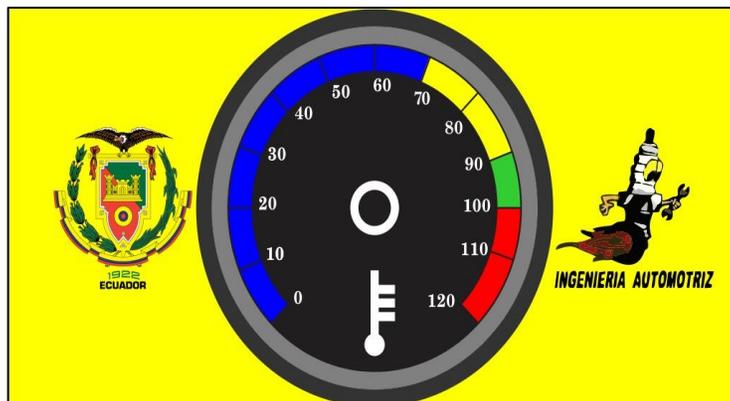
Rango de 0 - 69 °C



Rango de 70 - 89°C. Después que el vehículo esté encendido y se encuentre dentro del este rango de temperatura normal, variará el fondo en la pantalla, como se muestra en la figura 37. Este color indica que el vehículo está cerca del rango de operación, para que se muestre en pantalla se tiene que diseñar con todos los objetos en el mismo lugar para que tenga en efecto de cambio de pantalla.

Figura 37

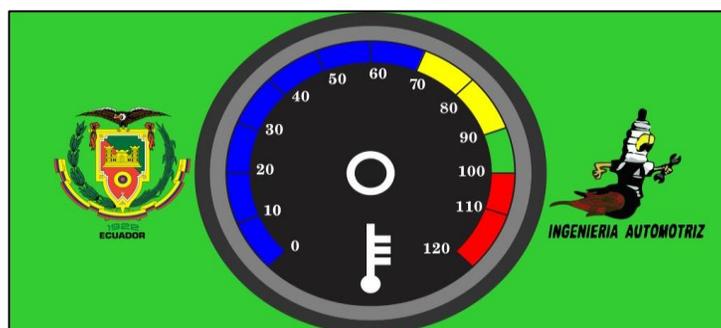
Rango de 70 - 89 °C



Rango de 90 - 99 °C. Se toma este rango de operación tras pruebas realizadas en la cual se determinó esas temperaturas, se toma en cuenta ese rango ya que es el momento donde el electroventilador se enciende y de 96°C baja a 89°C y nuevamente empieza a subir en este caso el color de fondo de pantalla y donde la pluma indicadora va estar es de color verde que indica un sistema correcto tal como se representa en la Figura 38.

Figura 38

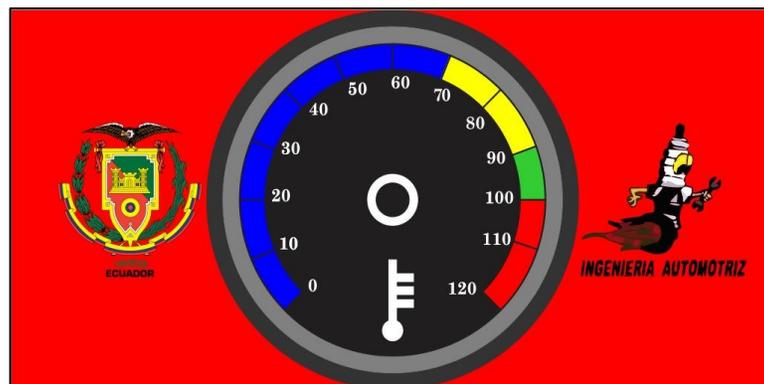
Rango de 90 - 99 °C



Rango de 100 - 120°C. Con la verificación del escáner y tras pruebas realizadas varias veces se determina si la temperatura excede el rango de 100°C, el motor estaría con temperatura elevada y esto ocasionaría problemas en el sistema. Por tal razón, se coloca un fondo de color rojo que indicaría peligro y que se tiene que realizar una acción, para evitar que esto siga pasando como se aprecia en la Figura 39.

Figura 39

Rango de 100 - 120 °C



Rango de 0 - 89°C por más de 10 min. Si esto sucede se tiene que diseñar una alerta la cual va indicar que se tiene que acudir al taller mecánico para revisar el sistema de refrigeración. Este rango de temperatura no fundirá el motor, pero a largo plazo traería daños al motor como se representa en la Figura 40.

Figura 40

Rango de 0 - 89 °C por más de 10 min



Rango de 100 - 120 °C por más de 60 segundos. Cuando entra a la zona de alerta de sobrecalentamiento aparece en pantalla la alerta de para el motor con el objetivo de ya no seguir manejando puesto que esto daría como resultado daños costosos para el conductor. De igual manera se conservaría el fondo de color rojo como se aprecia en la Figura 41.

Figura 41

Rango de 100 - 120 °C por más de 60 segundos



Diseño de componentes mecánicos

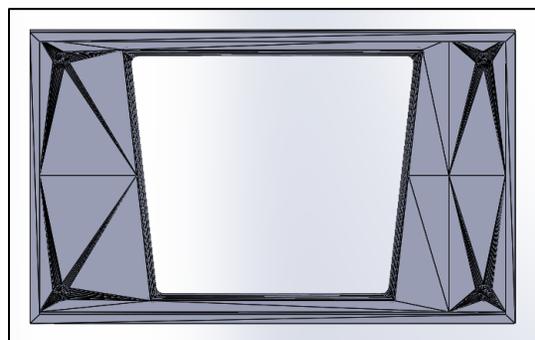
Para la implementación del sistema en el vehículo se diseña un modelado donde se montarán todos los componentes electrónicos y sobre todo la pantalla Nextion. Para el diseño de esta propuesta se analizó cuidadosamente los puntos donde se podría implementar todo el sistema de alarma con ello optimizando espacio y que sea de una fácil instalación. Este diseño está realizado para montar el Arduino, la pantalla, el LM2596 y los relay. Además, en la cubierta de la pantalla se encuentra los espacios para la barra led del sistema de Alerta

Diseño de la base Nextion

El diseño de la base de la pantalla y el alojamiento de los demás componentes está realizado en base al tamaño de 7 pulgadas, además se toma en cuenta el área donde va hacer colocada en el vehículo tomando en cuenta que no se vean afectados otros componentes del vehículo. Este diseño en su interior tiene las medidas para que pueda entrar el cobertor de la pantalla ya que para realizar la conexión debe de estar con las barras led conectadas como se ilustra en la Figura 42.

Figura 42

Base pantalla Nextion

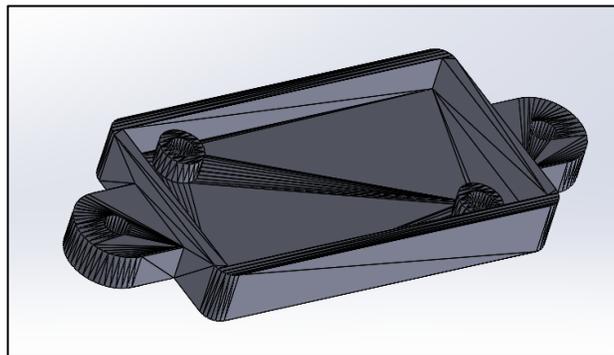


Diseño de base del regulador de voltaje.

Para el módulo regulador de voltaje LM2595 de igual manera se realizó su propia base tomando en cuenta las medidas del módulo, al ser este un componente que va alimentar a todo el sistema no puede ser implementado de una forma libre si no con su propia base para evitar la desconexión del sistema cuando el vehículo esté en movimiento, como se muestra en la Figura 43. Además, este componente puede ocasionar que se produzca un cortocircuito por la estructura y los componentes que lo conforman.

Figura 43

Base del módulo regulador de voltaje LM2595

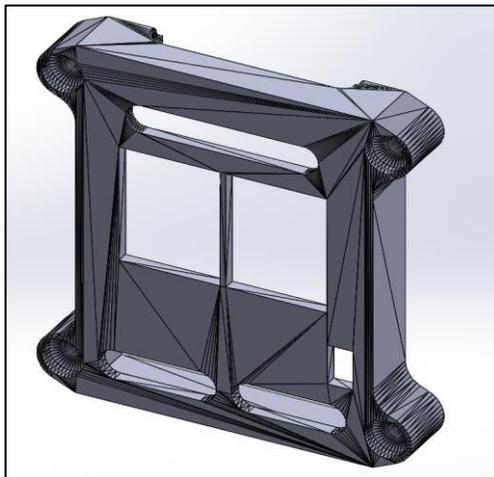


Diseño de la base del módulo Relé

En la figura 44 se diseña la base de los relés, tomando muy en cuenta su estructura y con ello tener una idea clara de va hacer implementado. Se debe tomar las entradas y salidas del mismo para que no interfiera con los demás componentes.

Figura 44

Base de los Relés



Diseño tapa de la pantalla

La tapa de la pantalla está diseñada para incluir en ella los leds de la alerta en el cual en sus ranuras van implementados con ello mejorando la estética del proyecto. Los materiales para este componente son un material traslúcido, el marco contiene una base de reforzamiento para que está sometida a la manipulación y apoyo de las personas como se puede ver en la Figura 45.

Figura 45

Tapa de pantalla

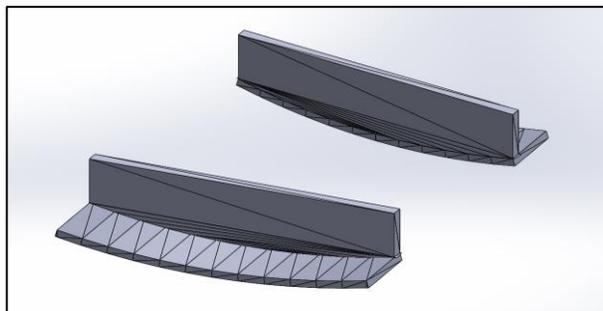


Diseño de estructura de la base de la consola

En la Figura 46 se aprecia la base de la estructura de la consola, la cual está diseñada acorde la base de la consola del vehículo para que tenga una buena resistencia a los movimientos se toma muy en cuenta la consola del vehículo para que esta sea montada con facilidad y no tenga en ella esfuerzos que puedan dañar la pieza. Se debe de tomar muy en cuenta la forma de la pieza ya que esta pieza hace que se quede ya instalada en el vehículo.

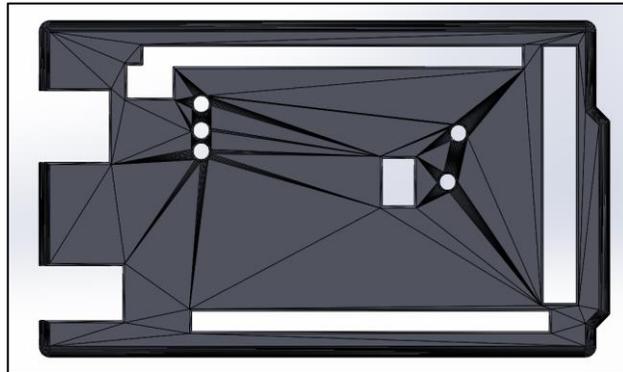
Figura 46

Base de estructura lateral



Diseño de la base del Arduino

Base del Arduino mega esta fue diseñada con el fin de protegerlo y con ello dándole mayor resistividad y que vaya alojado en el mismo compartimiento este tiene su base y su tapa donde se deja libre las ranuras de las entradas y salidas. Esto también donde se conecta el cable de datos para cargar el código de programación dando una facilidad de poder modificar sin necesidad de desmontar todos los componentes, como se ve en la Figura 47.

Figura 47*Estructura de los componentes***Construcción e implementación del sistema**

La construcción de una alarma para el sistema de refrigeración del motor de vehículo implica la instalación de sensores y un sistema de alerta. A continuación, se detallan los pasos para construir esta alarma con todas sus alertas táctil, sonora y visual:

Construcción del sistema de alertas

Para la construcción de las alertas del sistema de refrigeración se realizan las conexiones para colocar los leds en la pantalla, los vibradores en el forro del asiento y la salida de audio en la moldura de parante del lado del conductor del vehículo. Todas las conexiones de estos dispositivos y elementos deben llegar a consola central del vehículo con el propósito de tener una buena instalación del sistema.

Construcción de la alerta visual. Con el principio de tener un sistema que sea de fácil instalación y universal, se opta en colocar las tiras led en alrededor de la cubierta de la pantalla quedando todo en un mismo lugar. Para que sea notorio la impresión debe ser traslúcida para que se pueda visualizar la alerta.

La instalación de las tiras Led forman una L cuando se unen queda el marco de la pantalla, se utiliza tiras led las cuales se las conectan en paralelo para un mejor desempeño. De esta alerta salen dos conectores de activación que van a la salida del Arduino y la otra a masa, para que puedan ser activadas cuando el Arduino ordene. En la figura 48 se puede ver el resultado final de la impresión 3D y los componentes montados a la misma.

Figura 48

Alerta visual



Nota. Resultado final de la impresión 3D

Construcción de la alerta táctil. Para la alerta táctil es importante verificar donde se tiene mayor área de contacto entre el conductor y el vehículo. Un punto estratégico es el asiento del conductor debido a que es el área con mayor contacto. Para implementar la vibración en el asiento se

diseña un forro de asiento en el cual, contiene ranuras para la colocación de los sensores, tanto donde reposa la espalda y en el asiento se coloca 18 vibradores para tener una mayor área de vibración.

Tanto el espaldar como el asiento tiene su propia conexión, es decir, si uno falla de igual manera se sentirá la alerta táctil. Las ranuras de color azul son donde están ubicados los vibradores como se puede ver en la Figura 49.

Figura 49

Asiento de vibración



Nota. Asientos diseñados para el correcto funcionamiento de los sensores.

Construcción de la alerta sonora. Para la conexión de las bocinas se procede a retirar la moldura de parante del conductor, la cual tiene fácil accesibilidad. Para que el sonido sea apreciable se tiene que proceder a realizar perforaciones en la moldura con un área del tamaño de las dos bocinas, tal como se puede observar en la figura 50.

Figura 50

Parante izquierdo del vehículo



Nota. Perforación de la salida de audio en el parante izquierdo del vehículo.

En la moldura se procede a realizar la instalación de las dos bocinas las cuales están conectadas a una misma red de audio, esto se debe a que la pantalla Nextion tiene una sola salida de audio. Para la instalación del cable se tiene que realizar un nudo para que los parlantes no se desconecten. En la Figura 51, se observa la instalación de los parlantes y su conexión.

Figura 51

Instalación de los parlantes



Nota. Ubicación de los parlantes en el parante izquierdo del vehículo.

Construcción del monitoreo.

Para monitorear el sistema de refrigeración del motor, se necesitarán sensores de temperatura. Este sensor se puede encontrar en tiendas de autopartes o en línea. La ubicación de este sensor debe ser lo más cercana al motor de combustión interna del vehículo.

Instalar el sensor de temperatura. Para que el sistema sea compatible se instala un sensor de temperatura adicional con esto se evita que dependa de una unidad de control electrónica. Como se busca que sea universal y que no se tengan que realizar modificaciones costosas se opta por adaptar a la manguera que va desde el radiador hacia la entrada del motor un Adaptador de manguera GlowShift de radiador de 1-3/4 pulgadas con un costo mínimo en la instalación de este sensor en el sistema de refrigeración.

Figura 52

Adaptador de manguera GlowShift



Nota. El líquido refrigerante es el que fluye por todo el sistema de refrigeración. Tomado de (MAHLE Argentina S.A., 2001)

El Adaptador GlowShift que se ilustra en la Figura 52, dispone de diversas medidas para lo cual se debe verificar el diámetro de la manguera que existe en el vehículo. Esto es de suma importancia ya que no debe afectar el caudal del paso del líquido refrigerante; esto podría ocasionar complicaciones y provocar averías.

Para la instalación de este componente en la manguera se debe analizar de una manera cuidadosa donde va a ser colocado y si no va a afectar a otros componentes del motor. Colocarlos cerca de componentes de plástico no sería una buena implementación debido a que con el calor generado en el sistema y/o por la transferencia de calor, este componente tiende a calentarse y podría ocasionar daños. Se debe identificar una zona recta en la manguera para que sea de fácil instalación.

Este adaptador trae en su estructura un alojamiento para la ubicación de un sensor de temperatura con lo cual será implementado para tener los valores y con ello estar en funcionamiento el sistema. Para la selección del sensor se debe verificar el hilo de la rosca con ello seleccionando uno que se implemente correctamente como se aprecia en la Figura 53. Los sensores de temperatura y presión deben instalarse en las partes relevantes del sistema de refrigeración del motor. Por ejemplo, el sensor de temperatura se puede colocar en el radiador o en la manguera del refrigerante, mientras que el sensor de presión se puede instalar en el compresor del aire acondicionado.

Figura 53

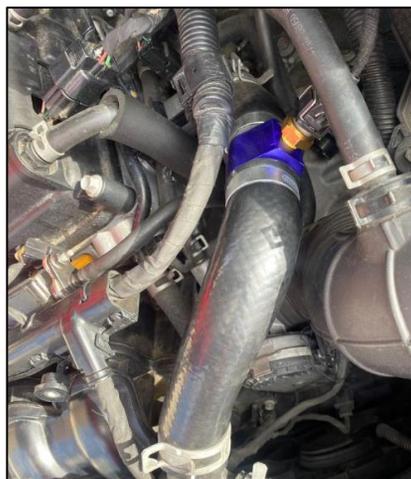
Acople sensor de temperatura



El sensor debe estar conectado a un sistema de alerta que pueda detectar cualquier anomalía en el sistema de refrigeración. Esto se puede lograr utilizando un microcontrolador como Arduino o Raspberry Pi, que pueda recibir las señales de los sensores y activar una alarma. Los cables del sensor deben llegar hasta la consola central del vehículo, estos valen ingresar por la red de a bordo de los sistemas originales del vehículo tal como se muestra en la Figura 54.

Figura 54

Colocación del sensor en el auto

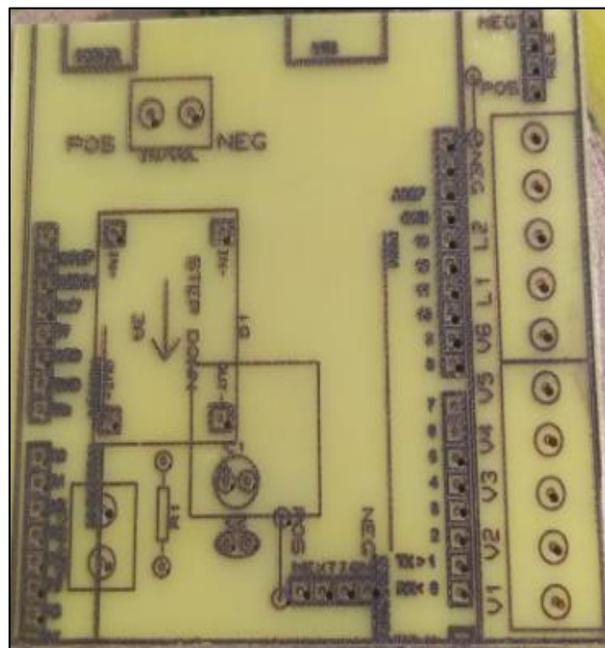


Nota. Ubicación del sensor de temperatura en la manguera del vehículo.

Implementación de la placa. Después de diseñar la placa con todos los elementos se procede a imprimir en una impresora especial para placas tal como se muestra en la Figura 55, la cual ya se encuentra con todos los elementos. Esta placa de igual manera tiene la designación y numeraciones para realizar las instalaciones de los elementos y componentes electrónicos.

Figura 55

Circuito impreso en una placa

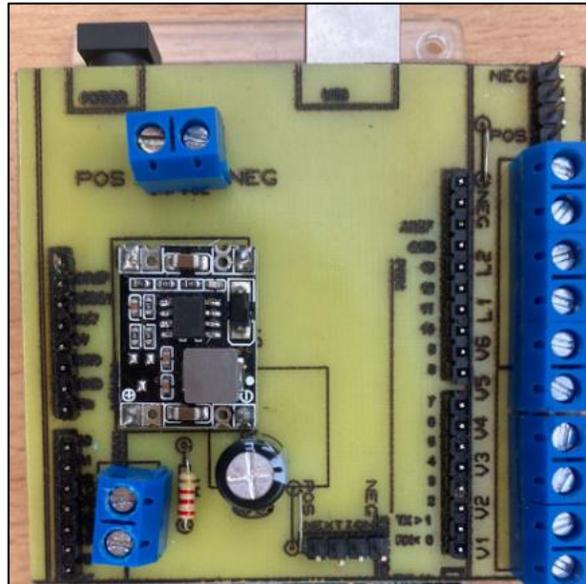


Nota. Después del diseño en el software se procede a imprimir la placa.

En la placa impresa se colocan las entradas y salidas de los conectores, se incorpora a su vez el regulador de voltaje. Para la entrada del sensor de temperatura se realiza la conexión de la resistencia para el divisor de voltaje en la figura 56.

Figura 56

Placa con todos los componentes operativos



Implementación de la programación en el sistema

Programar el microcontrolador. El microcontrolador debe programarse para que pueda interpretar las señales de los sensores y activar la alarma en caso de que se detecte una temperatura o presión anormal. Esto se puede hacer utilizando lenguajes de programación como C o Python.

Programación del Arduino. La programación en Arduino usa del lenguaje de programación C/C++, se puede escribir el código en el área de edición. El código Arduino se compone principalmente de dos funciones. La función setup se ejecuta una vez al inicio del programa, y la función loop se ejecuta repetidamente mientras la placa Arduino está alimentada.

La programación inicia al monto que el vehículo se enciende, para esto cuando la llave se inserta en el vehículo y se le pone en contacto o se le prende el vehículo va a comenzar a monitorear la temperatura del vehículo. Se comienza colocando los pines que se a utiliza para los leds, los vibradores y

relé, después de se coloca variables las cuales van a ayudar para realizar los futuros procesos, seguido de esto se verifica los valores del sensor.

En el void setup se coloca leds y los vibradores que se van a activar ya que estos se van a activar al comienzo para que siempre se compruebe el correcto funcionamiento del sistema antes de que el vehículo se ponga en marcha. En el void loop se comienza a colocar los procesos que se realiza verificando si se recibe la señal del sensor, seguido de esto se coloca el contador para cuando el vehículo esté en temperatura baja y el contador para cuando este en temperatura elevada. Después se realiza los cálculos para convertir los valores de voltaje del sensor a temperatura y refleje en la pantalla y dependiendo de las temperaturas este genere las alarmas, de ser el caso.

Para que el programa lea los valores que arroja el sensor se realiza un divisor de voltaje. Para esto se utiliza la ecuación 2 la cual se escribe en el código y el programa se encarga de ejecutar la operación.

$$V_{OUT} = \frac{R_2}{R_1 R_2} V_{IN} \quad (8)$$

El programa lee el voltaje de entrada y se reemplaza los valores en la fórmula 8, y mediante la programación el voltaje de salida de calcula automáticamente. El valor de la resistencia R_1 es 2.5 k Ω ; este valor es tomado ya que al momento que se realiza las mediciones con el scanner automotriz de la temperatura del motor el máximo valor de resistencia marca este valor. El valor de R_2 es el valor que entrega el sensor dependiendo la temperatura y el V_{IN} es 5v ya que se está alimentando la placa con ese valor de voltaje.

Tabla 3*Valores de temperatura y resistencia del vehículo*

T (°C)	R (KΩ)
23	2.576
30	2.555
40	2.495
50	2.425
60	1.468
70	0.844
91	0.237
92	0.230
95	0.209
96	0.203

Nota. En la tabla 3 se evidencia los valores resultados de la prueba de temperatura y resistencia del vehículo.

En la tabla 3, se presenta los valores que se toman para el cálculo del beta el cual ayuda, para realizar el cálculo de la temperatura; para esto se tomó los valores de la temperatura del vehículo y su resistencia con ayuda de un scanner automotriz. Con estos valores se realizó el cálculo del β descrito en la fórmula 9 en cual nos dio como resultado 4045.9725, después se procedió a reemplazar en la fórmula 7 la cual hace referencia a la temperatura de termistor.

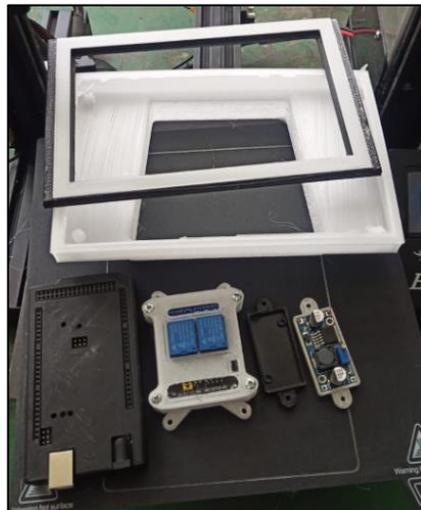
$$\beta = \frac{\ln\left(\frac{R_1}{R_2}\right)}{\left(\frac{1}{T_t} - \frac{1}{T_0}\right)} \quad (9)$$

Red de cables de sensor de temperatura. El recubrimiento debe ser térmico por el calor que se genera en la zona para la cual se opta por implementar una capa de cinta aislante térmica automotriz, la cual tiene una terminación como el arnés original del vehículo.

Impresión 3D. Con la ayuda de la impresión 3D y con un tiempo de impresión de 22 horas se obtiene la estructura de los componentes los cuales van instalados en la consola del vehículo Hyundai Accent 2018, se realiza en esta ubicación debido a las facilidades que brinda desde la corriente de 12V para el funcionamiento del sistema. También porque es un punto estratégico para la instalación de las alertas ya que se tiene cerca el asiento del conductor y es fácil llevar los cables del sensor adaptado hasta este punto. En la Figura 57 se muestra todos los componentes impresos con la ayuda de la impresora.

Figura 57

Impresión 3d



Nota. Impresión 3D de todos los elementos.

Capítulo IV

Validación del sistema y análisis de resultados

En el capítulo 4 se valida el sistema que se implementó, detallando un protocolo de operación del sistema. También se realizan pruebas, para comprobar el correcto funcionamiento del sistema, tomando la temperatura con la ayuda del scanner automotriz y comparando con los valores del sensor implementado.

Validación del sistema

Para validar el sistema se ha implementado un protocolo de funcionamiento, en el cual se va detallar los pasos a seguir para el correcto funcionamiento del sistema. Aparte de esto también se incluirá el funcionamiento individual de cada componente, como las alertas tempranas, el monitoreo y el control. Para finalizar se presentarán las diferentes pruebas que se realizaron al sistema implementado con el propósito de validar la correcta operación del mismo.

Protocolo de operación del sistema

El sistema de alerta temprana se enciende cuando el vehículo se encuentra en KOEO y KOE, al encender durante 10 segundos se proyecta una introducción del vehículo Hyundai Accent puesto que en este vehículo se instaló el sistema. Posteriormente sale la pantalla con el tacómetro que indicara la temperatura según esta se vaya elevando de igual manera en la esquina derecha posterior indica la temperatura del vehículo. Cuando la temperatura va avanzando esta cambia de color de fondo es decir de 0°C - 69°C tiene un fondo de color azul, de 70°C - 89°C se mantiene con un fondo de color amarillo, cuando este se encuentra en el rango de operación de 90°C - 99°C tiene un fondo de color verde, si la temperatura sobrepasa el valor de 100°C tiene un fondo de color rojo.

Cuando la temperatura es $\geq 89^{\circ}\text{C}$ pasa a evaluar el siguiente rango de la programación que viene hacer 89°C - 100°C, pero si ya temperatura es menor a 89°C durante 10 minutos aparece una alerta y

con un mensaje en la pantalla "El sistema de refrigeración necesita mantenimiento". Esto se debe a que trabajar a temperaturas bajas del rango de operación el motor tendrá problemas a largo plazo, en este caso aparece un botón en la pantalla donde se tiene la opción de volver analizar el sistema o simplemente se queda con el mensaje en la pantalla.

Si la temperatura se encuentra en el rango 89°C - 100°C, el sistema está en correcto funcionamiento y solo se va a mostrar en pantalla el tacómetro y con el fondo verde. Si esta temperatura es mayor a 100°C se mostrará en la pantalla "Temperatura elevada para el motor"; de igual manera los leds rojos de la pantalla se encenderán, el asiento del conductor empezará a vibrar y el audio se reproducirá con la misma frase del mensaje. Estas alertas constan con un cronómetro descendente de 60 segundos el cual será el tiempo que da el sistema para proceder a orillar el vehículo. Si el temporizador está en 15 segundos, aparece un botón de continuar manejando dando otro minuto más para poder estacionarse en un lugar seguro; si no se desea continuar manejando el vehículo se apagará porque se suspenderá el relé terminado el cronómetro.

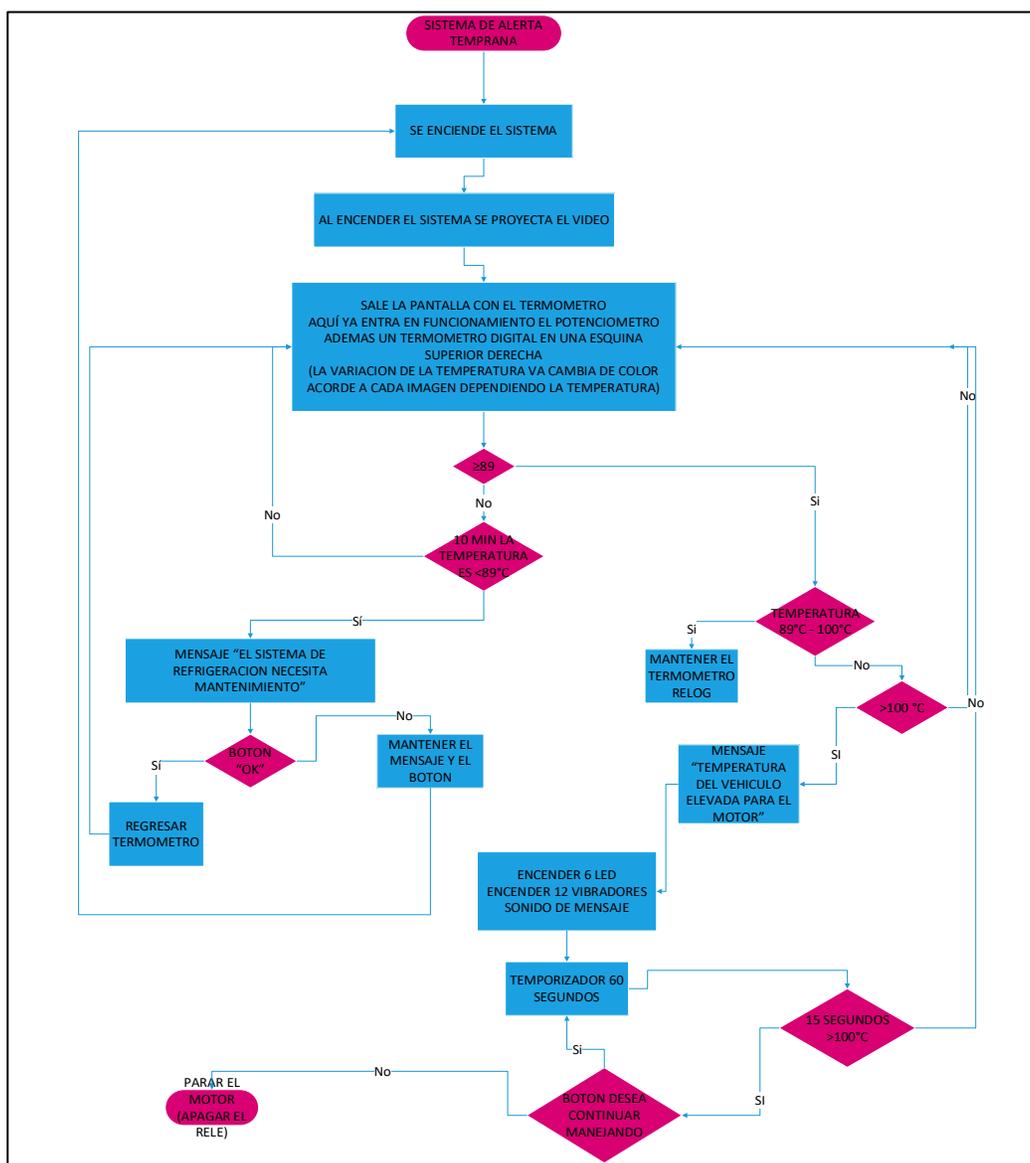
Si al apagar el vehículo y se vuelve a encender el programa continuará según la temperatura que marque el sensor ya que se analizó cada variable para ser un buen sistema de alerta eficiente protegiendo al motor de averías que pueden ser costosas este sistema trabaja con rangos y de esto dependerá si el sistema debe ser alertado. El correcto mantenimiento al sistema alarga la vida útil del motor, este debe trabajar en su rango específico ya que si esta la temperatura por debajo de lo normal de igual manera alertará que necesita mantenimiento ya que algún componente puede estar averiado y está ocasionando que siempre trabaje el motor en frío.

El sistema después de encender y pasar el video empieza la temperatura desde 120°C de forma ascendente con ello, comprobando que los componentes de la alerta están en perfecto estado, ya que se activará las tres alertas durante 20 segundos, la comprobación del sistema indicará que estará

actuando y que se encuentra en buenas condiciones. Después de esto la temperatura entra ya en el rango que se encuentra y de ahí se irá incrementando hasta entrar al rango de operación y se quedará ahí si el sistema está en correcto funcionamiento y todos los componentes están trabajando normalmente. En la Figura 58, se puede observar el diagrama de flujo que representa el protocolo de operación del sistema implementado.

Figura 58

Diagrama de flujo del funcionamiento del sistema



Nota. Diagrama de flujo del funcionamiento del sistema implementado.

Pruebas

Para este apartado se realizaron diferentes pruebas en el sistema implementado con el fin de comprobar el correcto funcionamiento del sistema implementado. Se pueden obtener valores precisos y confiables con el más mínimo límite de error, y el sistema proporciona el valor real más cercano. Se utilizarán instrumentos especiales para cada sistema (como el escáner). En las pruebas se comparará el valor real del sensor con el valor especificado por el sensor y luego se comparan.

Pruebas con el multímetro. Para realizar la prueba con el multímetro se conecta al sensor para así tener la resistencia, ya que es un sensor tipo NTC la resistencia va a ir bajando y así sería su correcto funcionamiento. Esto debido a que, si se encuentra una elevación de la resistencia, esto indica que el sensor tiene problemas, pero en este caso el sensor está trabajando de manera óptima tal y como se muestra en la Tabla 4.

Tabla 4

Pruebas con el multímetro

T (°C)	R (KΩ)
25	2.771
35	2.533
45	2.465
50	2.425
55	2.141
60	1.468
70	0.844
80	0.436
90	0.247
96	0.203

Nota. En la tabla se observa valores de temperatura y resistencia tomadas con el multímetro.

Pruebas con el scanner automotriz. La prueba de temperatura utilizando un scanner automotriz es una forma eficiente de monitorear y diagnosticar problemas en el sistema de refrigeración de un vehículo. Una vez que se accede a las lecturas de temperatura, se observa las lecturas en tiempo real mientras el vehículo está funcionando y en movimiento. Se presta atención a las temperaturas para asegurarte de que estén dentro de los rangos normales de funcionamiento y se procede a tomar los valores como se muestra en la Tabla 5.

Tabla 5

Pruebas con el scanner automotriz

Tiempo (min)	Temperatura (°C)
0	13
10	75
20	87
30	90
40	92
60	96

Nota. Prueba realizada con el scanner automotriz.

Prueba de ruta.

Antes de comenzar la prueba, se mide y registra la temperatura actual del sistema de refrigeración. Esto servirá como punto de referencia; a continuación, se conduce el vehículo en una ruta normal o en las condiciones típicas en las que se utilizará. Durante el viaje, se mantiene pendiente en la temperatura del sistema de refrigeración. Se observa así los rangos de temperatura están dentro de los límites normales o si comienza a aumentar de manera significativa.

Tabla 6*Prueba de ruta*

Tiempo (min)	Temperatura (°C)
0	13
10	75
20	87
30	90
40	92
60	96

Nota. Prueba realizada en ruta.

En la tabla 6, se aprecia un correcto funcionamiento del sistema, ya que este refleja los valores correctos de temperatura del vehículo.

Prueba con el vehículo estacionado

Para esto se procede a encender el vehículo y se toma la temperatura más baja que marca el sensor para registrar como referencia este valor y tener un punto de inicio. Se realiza 6 medidas cada 10 minutos para poder analizar el comportamiento de la variación de temperatura con respecto del tiempo.

Tabla 7*Prueba con el vehículo estacionado*

Tiempo (min)	Temperatura (°C)
0	14
10	75
20	87
30	90
40	91
60	97

Nota. Pruebas con el vehículo estacionado.

En la tabla 7 se observa cuando el vehículo se encuentra estacionado sin movimiento, genera una elevación de temperatura. Esto se debe a que no fluye el viento ya que este ayuda también a la refrigeración del motor.

Análisis de resultados

En el transcurso de todo el proceso de este proyecto se ha analizado el sistema de refrigeración del vehículo, comprobando así que el sistema de alerta temprana, monitoreo y control del sistema de refrigeración del motor de vehículo funciona de manera correcta como se tenía previsto.

Tabla 8

Comparación de temperaturas del vehículo con la de la alarma

Temperatura del vehículo	Temperatura de la alarma
20 °C	22 °C
25 °C	28 °C
30 °C	33 °C
35 °C	38 °C
40 °C	43 °C
45 °C	48 °C
50 °C	53 °C
55 °C	57 °C
60 °C	64 °C
70 °C	75 °C
80 °C	84 °C
95 °C	98 °C

Nota. Datos obtenidos del vehículo y de la alarma. Fuente Autor.

Como se puede observar en la tabla 8 los valores de la temperatura no sufren variación significativa. La variación mínima en este resultado se debe a la ubicación del sensor de temperatura del

vehículo con la del sistema de monitoreo. Por tal razón, se buscó que la implementación del nuevo sensor sea cercana al sensor original de temperatura del motor, para que no exista una diferencia significativa.

Tabla 9

Comparación de pruebas realizadas

Tiempo (min)	Temperatura Scanner	Temperatura vehículo estacionado	Temperatura prueba de ruta
0	13	14	14
10	75	79	75
20	87	89	87
30	90	92	90
40	92	95	91
60	96	98	97

Nota. Comparación de pruebas realizadas.

En la tabla 9, se observa una comparación entre las 3 pruebas de temperaturas y se puede concluir que no existe gran variación de las temperaturas; por tanto, el sistema implementado funciona de manera correcto e idónea. Como se puede observar la temperatura del scanner con la de la prueba de ruta son similares mientras que la temperatura del vehículo cuando está estacionado varía en pequeña proporción, debido al aire ya que cuando el vehículo se encuentra en movimiento el flujo de aire ayuda también a la refrigeración del motor, mientras que en modo estacionario no existe este flujo por tanto se eleva la temperatura.

Capítulo V:

Marco administrativo

Recursos

Para el desarrollo de “Diseño y construcción de un sistema de alerta temprana, monitoreo y control del sistema de refrigeración del motor de vehículo” se ha requerido de diferentes recursos tales como recursos humanos, recursos tecnológicos, recursos materiales.

Recursos humanos

Con la ayuda de los conocimientos de todas las personas involucradas se pudo desarrollar en plenitud este trabajo de titulación, a continuación, en la tabla 10 se detalla a los participantes.

Tabla 10

Recursos humanos

Nombre	Función
Chango Caguana, Medardo Rene	Investigador
Portilla Fernández, Kevin Ricardo	Investigador
Paredes Gordillo, Cristian Alejandro	Director del trabajo de unidad de integración curricular

Nota. Esta tabla exhibe los recursos humanos del trabajo de investigación.

Recursos tecnológicos

Se especificará en la tabla 11, los recursos tecnológicos que se han empleado en el trabajo de investigación y su función específica detallada.

Tabla 11*Recursos tecnológicos*

Equipo	Función
Software de diseño CAD	Software usado para el desarrollo de simulaciones
Software de programación placa	Software usado para el desarrollo de programación en Arduino
Software de programación pantalla	Software usado para el desarrollo de programación en Nextion
Paquete office	Software de datos para la escritura

Nota. Esta tabla exhibe los recursos tecnológicos del trabajo de investigación.

Recursos materiales

Se especificará en la tabla 12, los recursos materiales que se han empleado en el trabajo de investigación y la cantidad.

Tabla 12*Recursos materiales*

Cantidad	Material
1	Arduino mega 2560
1	Nextion Pantalla inteligente HMI de 7.0 pulgadas
10	Componentes electrónicos
15	Costos de material de adaptación
4	Costo de implementación de señales táctil y sonora

Nota. Esta tabla muestra los materiales que se utilizaron.

Financiamiento

Para realizar el trabajo de investigación fue de suma importancia el factor económico, tal como se detalla en la tabla 13, para la obtención de los componentes y su construcción.

Tabla 13

Gastos de la investigación

COSTOS	PRECIO
Arduino original y componentes	\$ 130,00
Nextion Pantalla inteligente HMI de 7.0 pulgadas	\$ 150,00
Componentes electrónicos	\$ 300,00
Costos de material de adaptación	\$ 200,00
Costo de implementación de señales táctil y sonora	\$ 300,00
TOTAL	\$ 1.080,00

Nota. Esta tabla muestra los costos del trabajo.

Capítulo VI

Conclusiones y Recomendaciones

Conclusiones

- Se ha cumplido con el objetivo planteado, es decir se ha diseñado y construido una alarma temprana basada en el monitoreo permanente y control del sistema de refrigeración, garantizando el adecuado funcionamiento y el buen cuidado de los componentes del motor del vehículo Hyundai Accent, manteniendo una correcta temperatura de operación del motor que oscila desde los 90°C hasta los 97°C.
- El sistema implementado alerta de manera temprana al conductor sobre posibles anomalías en el sistema de refrigeración del motor de vehículo, específicamente cuando la temperatura es superior a los 98°C e inferior a 89°C , permitiendo que el conductor tome las correctas medidas preventivas antes de que se produzcan daños más complejos a corto y/o largo plazo.
- La implementación del sistema de monitoreo es de suma importancia dentro de los parámetros de operación del motor, ya que es el encargado de mostrar al conductor el comportamiento del sistema de refrigeración, con valores propios tomados del sistema, indicando mediante la interfaz gráfica cuando algún componente está trabajando fuera de su rango normal de funcionamiento establecido por los autores del presente trabajo.
- El sistema de control del circuito de refrigeración del motor de vehículo es fundamental para una correcta operación del mismo, ya que este obliga al conductor a tomar medidas inmediatas ante un desperfecto en el sistema de refrigeración, a tal punto que puede llegar a apagar el vehículo en un tiempo determinado si no se realizan las correcciones respectivas al sistema, previniendo que pueda ocasionarse daños más complejos en las partes del motor.

Recomendaciones

- Para futuras mejoras en el monitoreo del sistema de refrigeración del motor de vehículo, se puede adicionar en el circuito realizado, un sensor de nivel en el reservorio para que informe al conductor el nivel de líquido refrigerante que se encuentra en el mismo.
- Para instalar algún componente adicional que ayude a mejorar la precisión de las lecturas en el sistema, se debe analizar el sistema por completo buscando la mejor opción para su ubicación, tomando en cuenta puntos de radiación de temperatura externos al sistema que pueden causar distorsión en las lecturas realizadas.
- La toma de la adaptación del sensor implementado viene de diferente diámetro, que se selecciona mediante catálogos, del cual se debe elegir uno acorde a la perforación de la manguera original del sistema de refrigeración para así no tener incidencia en el flujo de refrigerante que circula en el motor y con ello, que se mantenga el correcto funcionamiento del sistema.
- Para la selección del tamaño de la pantalla se recomienda primero analizar el lugar donde se va a incorporar la misma, para así seleccionar la interfaz gráfica con las mejores características para el fin, manteniendo una estética adecuada dentro del habitáculo de vehículo.
- Se debe utilizar sensores de alta calidad para medir la temperatura del motor; de esta manera se obtendrá lecturas reales con datos precisos y confiables que ayudan a tener gran precisión al momento de dimensionar componentes implementarse en el sistema.
- Se puede brindar un acompañamiento al sistema implementado, fabricando sistemas de alerta, monitoreo y control a múltiples sistemas y subsistemas que cuenta el vehículo; de esta manera poder tener un monitoreo global de todo el vehículo y así, poder prevenir daños graves en sus componentes.

Bibliografía

Anselmo, J. (2007). MOTORES DE COMBUSTION INTERNA I. 253.

J.L, B. (2022, abril 8). Termistor: Qué es, Funcionamiento y Aplicaciones. ElectrónicaOnline.

<https://electronicaonline.net/componentes-electronicos/resistor/termistor/>

Last Minute Engineers. (2019, noviembre 7). In-Depth: Interface Two Channel Relay Module with

Arduino. Last Minute Engineers. <https://lastminuteengineers.com/two-channel-relay-module-arduino-tutorial/>

MAHLE Argentina S.A. (2001). MAHLE Aftermarket Latin America | MAHLE Aftermarket LA. mahle.

<https://www.mahle-aftermarket.com/la/es/>

Rovira, A., & Muñoz, M. (2015). MOTORES DE COMBUSTION INTERNA. Universidad Nacional de Educación a Distancia, 150-153.

Ruiz, J. (2017, noviembre 29). El ventilador del sistema de refrigeración. Nitro.pe.

<https://www.nitro.pe/mecanico-nitro/el-ventilador-del-sistema-de-refrigeracion.html>

Solé Creus, A. (2010). INSTRUMENTACIÓN INDUSTRIAL (Octava). Alfaomega Grupo Editor, S.A. de C.V.

Veloso, C. (2018, junio 19). ▷ ARDUINO MEGA 2560: CARACTERÍSTICAS Y ESPECIFICACIONES. Tutoriales de Electrónica | Matemática y Física. <https://www.electrontools.com/Home/WP/arduino-mega-2560-caracteristicas/>

Zhou, B. (2022). Home. Nextion. <https://nextion.tech/>

ANEXOS