



**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 lubricación del motor de vehículo**

Altamirano Changoluisa, Steven Daniel y Luctuala Angamarca, Fátima Mireya

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 de 2023

Latacunga

## Reporte de verificación del contenido



ALTAMIRANO-LUCTUALA\_TESIS FINAL...

### Scan details

Scan time:  
August 21th, 2023 at 14:19 UTC

Total Pages:  
56

Total Words:  
13756

### Plagiarism Detection



4.3%

Types of plagiarism		Words
● Identical	1.4%	192
● Minor Changes	0.4%	60
● Paraphrased	2.5%	343
○ Omitted Words	0%	0

### AI Content Detection

N/A

Text coverage

- AI text
- Human text

### 🔍 Plagiarism Results: (22)

🔗 **Ubicación del sensor de presión de aceite en un Sub...** 1.4%

<https://mundotuerca.cl/ubicacion-del-sensor-de-presion-de-...>

Saltar al contenidoMundo Tuerca Inicio Mecánica Autos Camiones  
Motocicletas General Blog Buscar Buscar Mundo Tue...

🔗 **Todo lo que necesitas saber sobre los sensores de p...** 0.8%

<https://documentodetransporte.es/sensor-presion-aceite-gui...>

Ir al contenido Menú principal ...

🔗 **ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO ...** 0.5%

<https://docplayer.es/92900380-escuela-superior-politecnica-...>

Iniciar la sesión ...

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Cristian Paredes Gordillo".

Ing. Paredes Gordillo, Cristian Alejandro

C.C.: 1718482936



**ESPE**  
**UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS**  
**INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA**

**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 lubricación del motor" fue realizado por el señor **Altamirano Changoluiza, Steven Daniel** y la señorita **Luctuala Angamarca, Fátima Mireya**, 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.

Una firma manuscrita en tinta azul que parece leer "Paredes Gordillo".

**Latacunga, 21 de agosto del 2023**

**Ing. Paredes Gordillo, Cristlan Alejandro**

**C.C.: 1718482936**



# ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS

INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Departamento de Ciencia de la Energía y Mecánica

Carrera de Ingeniería Automotriz

Responsabilidad de autoría

Nosotros, **Altamirano Changoluisa, Steven Daniel y Luctuala Angamarca, Fátima Mireya** con cédulas de ciudadanía Nro. **1726095977** y **1750226886** 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 lubricación del motor”** 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

Una firma manuscrita en tinta azul que parece decir 'Steven Daniel'.

Altamirano Changoluisa, Steven Daniel  
C.C.: 1726095977

Una firma manuscrita en tinta azul que parece decir 'Fátima Mireya'.

Luctuala Angamarca, Fátima Mireya  
C.C.: 1750226886



**ESPE**  
**UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS**  
**INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA**

**Departamento de Ciencia de la Energía y Mecánica**

**Carrera de Ingeniería Automotriz**

**Autorización de publicación**

Nosotros, **Altamirano Changoluisa, Steven Daniel y Luctuala Angamarca, Fátima Mireya** con cédulas de ciudadanía Nro. **1726095977** y **1750226886** 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 lubricación del motor”** en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi/nuestra responsabilidad.

**Latacunga, 18 de agosto del 2023**

Altamirano Changoluisa, Steven Daniel  
C.C.: 1726095977

Luctuala Angamarca, Fátima Mireya  
C.C.: 175022688

### **Dedicatoria I**

Dedico este trabajo de titulación a las tres personas más importantes y pilares fundamentales en mi vida que son:

A mi madre, Cecilia Changoluisa por apoyarme, darme sus consejos, brindarme su cariño día a día y enseñarme a ser la persona que hoy en día soy y que para todo hay solución, estoy eternamente agradecido a la mujer y madre más maravillosa que puede tener este mundo.

A mi padre, Klever Altamirano por compartirme todos sus conocimientos, guiarme en mi vida profesional, enseñarme que en la vida no hay que temerle a nada ni a nadie, ha estar seguro de lo que hago y demostrarme que trabajando duro y honradamente se sale adelante.

A mi hermana y futura colega, Fernanda Altamirano por apoyarme en los momentos más difíciles, por su cariño, por el apoyo incondicional y sus consejos que me han servido para tomar decisiones.

**Altamirano Changoluisa, Steven Daniel**

## **Dedicatoria II**

Dedico el resultado de este trabajo de titulación a mi familia que son una pieza fundamental en mi vida.

A mi madre Silvia Angamarca, que supo educarme, cuidarme, aconsejarme y enseñarme a solucionar mis problemas, estar conmigo tanto en los momentos malos y buenos.

A mi padre Washington Luctuala, por haberme inculcado este amor por la INGENIERIA AUTOMOTRIZ, por apoyarme a pesar de todo, por enseñarme que los resultados de algo que se desea llega tarde o temprano, por enseñarme a resistir cualquier adversidad.

Al motor de mi vida Stefania Luctuala, la personita que a su corta edad me enseñó el significado de lucha, de perseverancia, a seguir metas y cumplirlas, eres mi mejor ejemplo de superación.

**Luctuala Angamarca, Fátima Mireya**

### **Agradecimiento I**

Primeramente, agradezco a Dios y a San Pedro por brindarme salud a mí y a mi familia para así poder culminar con el presente trabajo de titulación, iluminarme y darme sabiduría al momento de realizarla.

A mi madre Cecilia Changoluisa, a mi padre Klever Altamirano y a mi hermana Fernanda Altamirano por estar presentes en todo el trayecto de mi vida universitaria y por su apoyo en todos mis objetivos que me he planteado para poder sacarlos adelante.

También agradezco a mis abuelitos, Segundo Changoluisa y Luz Guillen por sus consejos y cariño que fueron fundamental para estudiar en otra ciudad.

Y por último y no menos importante a todos mis compañeros que aportaron con un gramo de arena a la culminación del presente trabajo de titulación.

**Altamirano Changoluisa, Steven Daniel**



## **Agradecimiento II**

Agradezco a mi familia por apoyarme, para así poder culminar una de mis metas, a Dios y la Virgen del Quinche, que han estado presentes en cada paso que doy, por las bendiciones a mi familia y a mi persona, por darme la fuerza para seguir adelante y no darme por vencida.

A mis padres Silvia Angamarca y Washington Luctuala, a mi hermana Stefania Luctuala, que palparon conmigo esta trayectoria universitaria, gracias por el apoyo incondicional, el amor y la comprensión que me dieron en cada uno de los escalones que ahora me permiten terminar con este trabajo de titulación.

A mis docentes, que sumaron para mi crecimiento tanto profesional como personal, que me enseñaron amar aún más mi carrera que ahora está finalizando.

A mis amigos que a pesar de cualquiera adversidad seguimos juntos, por el aporte que han tenido en mi vida universitaria y estar presentes en los momentos difíciles de esta ardua trayectoria.

**Luctuala Angamarca, Fátima Mireya**

**ÍNDICE DE CONTENIDO**

<b>Carátula.....</b>	<b>1</b>
<b>Reporte de verificación del contenido .....</b>	<b>2</b>
<b>Certificación .....</b>	<b>3</b>
<b>Responsabilidad de autoría .....</b>	<b>4</b>
<b>Autorización de publicación .....</b>	<b>5</b>
<b>Dedicatoria I .....</b>	<b>6</b>
<b>Dedicatoria II .....</b>	<b>7</b>
<b>Agradecimiento I.....</b>	<b>8</b>
<b>Agradecimiento II.....</b>	<b>9</b>
<b>Índice de contenido .....</b>	<b>10</b>
<b>Índice de tablas .....</b>	<b>16</b>
<b>Índice de figuras .....</b>	<b>17</b>
<b>Resumen.....</b>	<b>20</b>
<b>Abstract .....</b>	<b>21</b>
<b>Capítulo I: Introducción.....</b>	<b>22</b>
<b>Antecedentes .....</b>	<b>22</b>
<b>Planteamiento del problema .....</b>	<b>22</b>
<b>Justificación, importancia y alcance.....</b>	<b>23</b>
<b>Objetivos.....</b>	<b>23</b>
<b><i>Objetivo General</i> .....</b>	<b>23</b>
<b><i>Objetivos Específicos</i>.....</b>	<b>24</b>

Variables de investigación .....	24
<i>Variable independiente</i> .....	24
<i>Variable dependiente</i> .....	24
Hipótesis .....	24
Capítulo II: Marco teórico .....	25
La electrónica automotriz.....	25
Definición de sensor.....	25
<i>Transductor</i> .....	26
<i>Tipos de sensor</i> .....	26
Sensor infrarrojo .....	27
Tipos de señales .....	28
Señales de entrada y salida .....	29
<i>Señal de entrada</i> .....	29
<i>Señal de salida</i> .....	29
Señales análogas y digitales .....	29
Relé .....	29
<i>Características del relé</i> .....	30
Mantenimiento del vehículo .....	30
Lubricación.....	31
<i>Programación de mantenimiento general del vehículo</i> .....	31
Programa de mantenimiento general del vehículo .....	32

Programación .....	33
<i>Programación para el control del sistema</i> .....	33
<i>Programación de la pantalla</i> .....	35
Adquisición de datos.....	36
<i>Conversión de la señal analógica-digital</i> .....	37
<i>Códigos de programación</i> .....	39
Capítulo III: Diseño y construcción del sistema .....	40
Necesidad .....	40
Requerimientos .....	40
Restricciones .....	41
Lluvia de ideas .....	41
<i>Alternativa 1</i> .....	41
<i>Alternativa 2</i> .....	42
<i>Alternativa 3</i> .....	44
Evaluación de alternativas .....	45
Selección de alternativas .....	45
<i>Dimensionamiento</i> .....	46
<i>Geometría</i> .....	47
Diseño del sistema .....	47
Diseño del sistema de alerta temprana.....	54
<i>Alerta visual</i> .....	54

<i>Alerta auditiva</i> .....	55
<i>Alerta sensorial</i> .....	56
Diseño del sistema de monitoreo .....	57
<i>Odómetro</i> .....	58
Diseño del control del sistema .....	59
<i>Encendido a distancia</i> .....	60
Construcción del sistema .....	62
Construcción del sistema de alerta temprana .....	64
<i>Alerta visual</i> .....	64
<i>Alerta auditiva</i> .....	65
<i>Alerta sensorial</i> .....	66
Construcción del sistema de monitoreo.....	67
<i>Odómetro</i> .....	69
Construcción del control del sistema .....	69
<i>Encendido a distancia</i> .....	70
Capítulo IV: Validación del sistema implementado y análisis de resultados.....	71
Validación del sistema .....	71
Protocolo de operación del sistema .....	71
<i>Operación para bitácora de mantenimiento</i> .....	73
<i>Operación del sistema de monitoreo</i> .....	74
<i>Alerta sonora</i> .....	75

<i>Alerta visual</i> .....	75
<i>Alerta sensorial</i> .....	75
<i>Pantalla de control y monitoreo</i> .....	76
<b>Pruebas del sistema implementado</b> .....	76
<i>Prueba de sistema de Monitoreo</i> .....	76
<i>Prueba del sistema de Control</i> .....	77
<i>Prueba de la alerta visual</i> .....	81
<i>Prueba de la alerta auditiva</i> .....	83
<i>Prueba de la alerta sensorial</i> .....	84
<b>Análisis de resultados</b> .....	86
<i>Comparación de decibelios del buzzer con la tolerancia del oído</i> .....	87
<i>Comparación de la temperatura con el sensor y una cámara termográfica</i> .....	88
<b>Capítulo V: Marco administrativo</b> .....	89
<b>Recursos</b> .....	89
<i>Recursos humanos</i> .....	89
<i>Recursos tecnológicos</i> .....	89
<i>Recursos materiales</i> .....	90
<i>Financiamiento</i> .....	90
<b>Conclusiones</b> .....	91
<b>Recomendaciones</b> .....	92
<b>Bibliografía</b> .....	94

**Anexos**

**ÍNDICE DE TABLAS**

<b>Tabla 1</b> <i>Especificaciones del sensor</i> .....	28
<b>Tabla 2</b> <i>Mantenimiento a los 15.000 km</i> .....	32
<b>Tabla 3</b> <i>Parámetros de evaluación para las alternativas</i> .....	45
<b>Tabla 4</b> <i>Valores obtenidos sin encender el vehículo</i> .....	78
<b>Tabla 5</b> <i>Valores obtenidos después de 5 minutos de haber encendido el vehículo</i> .....	79
<b>Tabla 6</b> <i>Datos obtenidos de la temperatura del aceite</i> .....	79
<b>Tabla 7</b> <i>Promedio de los datos obtenidos de la temperatura de aceite</i> .....	80
<b>Tabla 8</b> <i>Rango de decibelios</i> .....	83
<b>Tabla 9</b> <i>Colorimetría de la alerta visual</i> .....	86
<b>Tabla 10</b> <i>Comparación de decibelios del buzzer con la tolerancia del oído</i> .....	87
<b>Tabla 11</b> <i>Comparación de los valores obtenidos con el sensor vs la cámara termográfica</i> .....	88
<b>Tabla 12</b> <i>Recursos tecnológicos</i> .....	89
<b>Tabla 13</b> <i>Recursos materiales</i> .....	90
<b>Tabla 14</b> <i>Gastos de la investigación</i> .....	91



## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> <i>Diagrama causa y efecto</i> .....	23
<b>Figura 2</b> <i>Trabajo del sensor</i> .....	26
<b>Figura 3</b> <i>Sensor infrarrojo</i> .....	27
<b>Figura 4</b> <i>Visualización de una señal en el osciloscopio</i> .....	28
<b>Figura 5</b> <i>Partes del relé electromagnético</i> .....	30
<b>Figura 6</b> <i>Diagrama de flujo de la programación</i> .....	34
<b>Figura 7</b> <i>Panel de programación</i> .....	35
<b>Figura 8</b> <i>Programación de la pantalla</i> .....	35
<b>Figura 9</b> <i>Ubicación del sensor de presión de aceite (vista inferior)</i> .....	36
<b>Figura 10</b> <i>Sensor OPS (vehículo Chevrolet Corsa Wind)</i> .....	37
<b>Figura 11</b> <i>Esquema de un conversor A/D</i> .....	39
<b>Figura 12</b> <i>Galga extensiométrica</i> .....	42
<b>Figura 13</b> <i>Diagrama del sensor infrarrojo</i> .....	43
<b>Figura 14</b> <i>Esquema eléctrico del transductor de presión</i> .....	44
<b>Figura 15</b> <i>Dimensionamiento de la carcasa de la pantalla</i> .....	46
<b>Figura 16</b> <i>Diseño final de la carcasa</i> .....	47
<b>Figura 17</b> <i>Diseño final del sistema</i> .....	48
<b>Figura 18</b> <i>Diagrama de flujo del sistema de alerta temprana</i> .....	49
<b>Figura 19</b> <i>Mando central del vehículo Chevrolet Corsa</i> .....	50
<b>Figura 20</b> <i>Carcasa de la pantalla (vista isométrica)</i> .....	51
<b>Figura 21</b> <i>Programa para la impresión de la carcasa de la pantalla</i> .....	51
<b>Figura 22</b> <i>Diseño del circuito de monitoreo y control</i> .....	52
<b>Figura 23</b> <i>Diseño de la placa de conexiones</i> .....	53
<b>Figura 24</b> <i>Parte trasera de la placa de conexiones</i> .....	53
<b>Figura 25</b> <i>Circuito de luces RGB</i> .....	55

<b>Figura 26</b> <i>Circuito del Buzzer</i> .....	56
<b>Figura 27</b> <i>Circuito de un motor de corriente continua</i> .....	57
<b>Figura 28</b> <i>Monitoreo del sistema</i> .....	57
<b>Figura 29</b> <i>Tablero de instrumentos</i> .....	59
<b>Figura 30</b> <i>Microcontrolador</i> .....	60
<b>Figura 31</b> <i>Aplicación IoT</i> .....	61
<b>Figura 32</b> <i>Botón de encendido en la aplicación móvil</i> .....	61
<b>Figura 33</b> <i>Navegación en la aplicación móvil</i> .....	62
<b>Figura 34</b> <i>Circuito del sistema a implementar</i> .....	63
<b>Figura 35</b> <i>Primera carcasa de la pantalla</i> .....	63
<b>Figura 36</b> <i>Hilo led RGB</i> .....	64
<b>Figura 37</b> <i>Implementación del hilo led RGB en el mando central</i> .....	65
<b>Figura 38</b> <i>Vista posterior de la carcasa de la pantalla</i> .....	65
<b>Figura 39</b> <i>Buzzer implementado</i> .....	66
<b>Figura 40</b> <i>Motor desbalanceado</i> .....	67
<b>Figura 41</b> <i>Monitoreo del sistema</i> .....	68
<b>Figura 42</b> <i>Datos y gráficos del monitoreo</i> .....	68
<b>Figura 43</b> <i>Instalación del sensor infrarrojo</i> .....	69
<b>Figura 44</b> <i>Microcontrolador</i> .....	70
<b>Figura 45</b> <i>Conexión de relés para el encendido a distancia</i> .....	70
<b>Figura 46</b> <i>Imagen de inicio del sistema</i> .....	72
<b>Figura 47</b> <i>Presentación del sistema</i> .....	72
<b>Figura 48</b> <i>Ingreso de datos del lubricante</i> .....	73
<b>Figura 49</b> <i>Panel de navegación</i> .....	74
<b>Figura 50</b> <i>Color de la alerta visual en la noche</i> .....	75
<b>Figura 51</b> <i>Interfaz de la pantalla</i> .....	77

<b>Figura 52</b> <i>Bloqueo del sistema</i> .....	77
<b>Figura 53</b> <i>Interfaz de bloqueo para el usuario</i> .....	78
<b>Figura 54</b> <i>Mensaje de falla en el sistema de lubricación</i> .....	81
<b>Figura 55</b> <i>Visualización de la alerta en color verde</i> .....	82
<b>Figura 56</b> <i>Visualización de la alerta en color Amarillo</i> .....	82
<b>Figura 57</b> <i>Visualización de la alerta en color Rojo</i> .....	83
<b>Figura 58</b> <i>Diagrama presión – nivel</i> .....	85
<b>Figura 59</b> <i>Diagrama RPM - presión</i> .....	86

## Resumen

El objetivo del presente trabajo es desarrollar un sistema de monitoreo, alerta temprana y control del sistema de lubricación del motor de vehículo. Se toma como referencia, características originales de funcionamiento del sistema de lubricación, para de esta manera, ajustar todos los componentes fabricados a parámetros reales y cercanos a los estipulados por el fabricante del vehículo. En el desarrollo de este proyecto, se inicia con el diseño conceptual de posibles alternativas para el sistema a implementarse. En el diseño detallado, se planifica y construye partes mecánicas, eléctricas y electrónicas, acordes a la necesidad planteada. A continuación, se construye los elementos necesarios en base al dimensionamiento obtenido, para posteriormente, implementar todos los componentes en el vehículo, respetando la configuración del sistema original. Se validó el sistema mediante el desarrollo de pruebas analógicas y digitales apoyadas de instrumentos de precisión, que permiten obtener datos exactos, para realizar a continuación, un análisis de resultados y emitir posteriormente, las conclusiones y recomendaciones del caso. El sistema de alertas tempranas, monitoreo y control del sistema de lubricación del motor, se lo implementó en el vehículo Chevrolet Corsa Wind, el cual permite supervisar continuamente los parámetros de operación del mismo, y en el caso de presentarse algún valor fuera del rango normal, se alerta de manera multisensorial y de manera pronta hacia el conductor, para que tome las medidas correctivas para el caso; el sistema de control también incorporado permite forzar al conductor a realizar las correcciones del caso en el menor tiempo posible. El nuevo sistema de monitoreo, alertas tempranas y control del sistema de lubricación cumple a cabalidad con los objetivos planteados, denotando que es un sistema eficiente para garantizar un correcto funcionamiento del circuito en mención, con la facilidad de replicarlo en cualquier vehículo automotor a un costo reducido.

*Palabras Clave:* Sistema de lubricación, alertas sensorial, monitoreo en tiempo real, control de sistemas.

### **Abstract**

The objective of this work is to develop a system for monitoring, early warning, and control of the lubrication system of the vehicle engine. The original operating characteristics of the lubrication system are taken as a reference, in order to adjust all the manufactured components to real parameters close to those stipulated by the vehicle manufacturer. The development of this project starts with the conceptual design of possible alternatives for the system to be implemented. In the detailed design, mechanical, electrical, and electronic parts are planned and built, according to the proposed need. Then, the necessary elements are built based on the obtained dimensioning, to later implement all the components in the vehicle, respecting the configuration of the original system. The system was validated through the development of analog and digital tests supported by precision instruments, which allow obtaining accurate data, to then perform an analysis of results and then issue the conclusions and recommendations of the case. The early warning, monitoring and control system of the engine lubrication system was implemented in the Chevrolet Corsa Wind vehicle, which allows to continuously supervise its operating parameters, and in the event of any value out of the normal range, the driver is promptly alerted in a multisensory manner, so that he can take corrective measures for the case; the control system also allows to force the driver to make the necessary corrections in the shortest possible time. The new monitoring system, early warnings and control of the lubrication system fully complies with the proposed objectives, showing that it is an efficient system to ensure proper operation of the circuit in question, with the ease of replicating it in any motor vehicle at a reduced cost.

*Key words:* Lubrication system, sensory alerts, real time monitoring, system control.

## **Capítulo I:**

### **Introducción**

#### **Antecedentes**

Los vehículos en la actualidad 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 correcto.

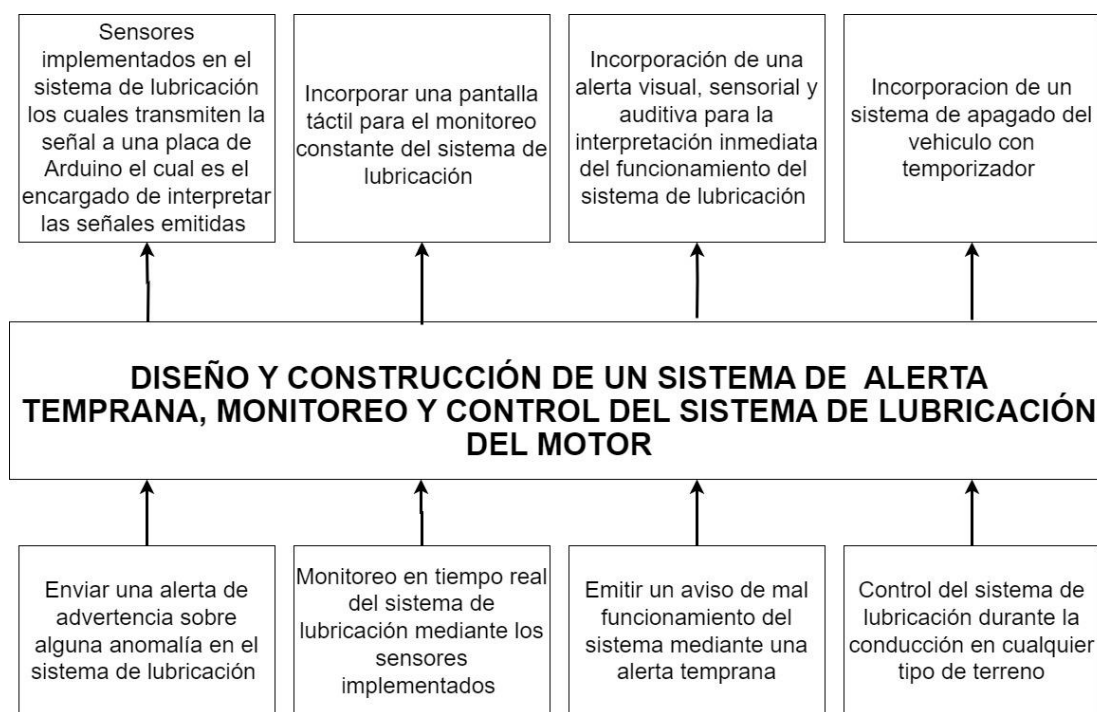
#### **Planteamiento del problema**

El sistema de lubricación es uno de los sistemas más importantes del motor, cuenta con sistemas mecánicos y electrónicos para que su funcionamiento sea óptimo, específicamente para reducir el desgaste de componentes del motor. Se requiere realizar distintas pruebas, para mejorar el rendimiento del motor cuando se encuentra operando bajo condiciones inadecuadas de normal funcionamiento como es el caso de una lubricación deficiente. La lubricación inadecuada de componentes de un motor genera daños prematuros en sus partes y componentes, generando pérdida degenerativa en los mismos.

El objetivo de este proyecto es diseñar un sistema de alertas tempranas para el sistema de lubricación, buscando evitar severos problemas en componentes del motor. Estos daños pueden ser fortuitos, defectos de construcción, desgaste, entre otras fallas, en el mismo. A continuación, en la Figura 1 se describe la causa y efecto del sistema.

**Figura 1**

*Diagrama causa y efecto*



*Nota.* En el diagrama causa efecto se describe el presente trabajo siguiendo el parámetro de hombre, material, máquina, método, entorno y medida.

### **Justificación, importancia y alcance**

Todas las partes móviles de un motor necesitan lubricación ya que están sometidas a la fuerza de fricción o a su vez a un roce entre componentes. Por tal razón, la lubricación es uno de los factores que afectan la vida útil del motor presentando así diferentes fallas en el mismo.

El presente proyecto se enfoca en diseñar un sistema de alertas tempranas y mantenimiento para evitar averías que se logren mostrar en el sistema de lubricación, de un motor.

### **Objetivos**

#### ***Objetivo General***

Diseñar y construir un sistema de alerta temprana, monitoreo y control del sistema de lubricación del motor.

**Objetivos Específicos**

Diseñar y seleccionar los elementos mecánicos, eléctricos y electrónicos necesarios para el monitoreo y control del sistema de lubricación del motor de vehículo.

Construir e implementar los componentes para monitorear y controlar el sistema de lubricación del motor del vehículo.

Validar el funcionamiento del sistema de monitoreo y control del sistema de lubricación del motor de vehículo.

**Variables de investigación*****Variable independiente***

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

***Variable dependiente***

Implementación del sistema de alerta temprana en el vehículo.

**Hipótesis**

El diseño de alertas tempranas enfocadas en el sistema de lubricación de un motor de vehículo ayuda a evitar desgastes presentes en componentes mecánicos de mencionado elemento; esto cuando la lubricación del motor no sea óptima o se presente alguna avería por distintas situaciones, siendo el sistema de lubricación un circuito fundamental para el correcto funcionamiento del motor.



## **Capítulo II:**

### **Marco teórico**

#### **La electrónica automotriz**

En el sector automotriz existe una rama que estudia la electrónica del automóvil y esta se dedica al desarrollo, diseño y aplicación en los sistemas electrónicos del vehículo. La tecnología avanza cada día más, y la presencia de los componentes electrónicos en los vehículos se ha incrementado en gran cantidad y esto ayuda a reforzar los puntos débiles para brindar un correcto funcionamiento, confort y seguridad al conductor.

En la actualidad, los sistemas electrónicos funcionan en los vehículos y aun en los más actuales. La incorporación de estos sistemas presenta varias mejoras como el manejo, eficiencia del combustible y el confort. El uso de componentes electrónicos en un vehículo ha incrementado con los avances de la tecnología. (Online, 2020)

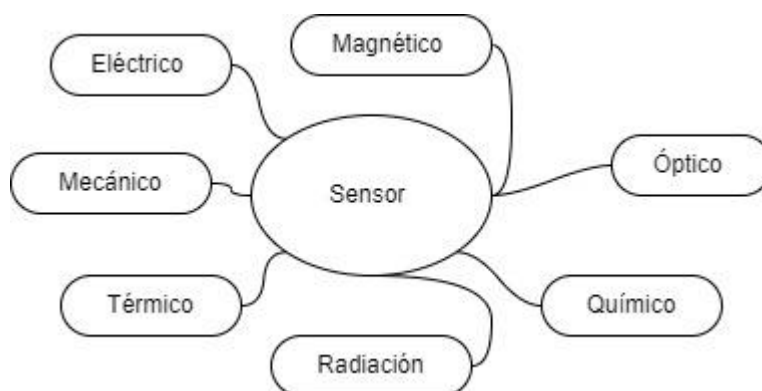
#### **Definición de sensor**

Es aquel elemento que averigua y responde a diferentes campos como lo son físicos, químicos o biológicos. La función principal de este es adquirir una señal eléctrica que detecta y responde a cambios físicos, químicos o biológicos en su entorno. Su función principal es obtener una señal eléctrica que responda a la magnitud de una entrada no eléctrica. (Areny, 1993)

Los sensores son fundamentales en la actualidad ya que poseen una variedad de aplicaciones en diferentes campos, desde la electrónica pasando por la ingeniería hasta la ciencia y la medicina, como se ilustra en la Figura 2. En resumen, los sensores actúan como los sentidos de los dispositivos y sistemas, proporcionando información importante que ayude a tomar decisiones y ejecutar acciones adecuadas en función de los datos obtenidos.

## Figura 2

### Trabajo del sensor



*Nota.* En el diagrama se indican los diferentes estímulos que tiene un sensor para su funcionamiento. Tomado de (PrototipadoLAB, 2018)

### **Transductor**

Es un elemento que transforma una forma de energía en otra. También se le conoce como sensor, ya que es capaz de percibir fenómenos que los sentidos del ser humano no pueden percibir, después de un procesamiento oportuno. (Areny, 1993)

### **Tipos de sensor**

La gran variedad de sensores de los vehículos permite una clasificación tomando en cuenta los siguientes factores:

#### **La forma de detección**

Los sensores pueden clasificarse en dos categorías: la detección pasiva, que mide una variable sin intervenir en el proceso de ninguna manera; y la detección activa, que requiere generar una señal para luego analizarse su comportamiento.

#### **Su funcionamiento**

Estos sensores se dividen en varias categorías, según su funcionamiento:

- Resistivos: Cambian resistencia según la magnitud medida.
- Capacitivos: Detectan cambios de capacitancia para medir variables.

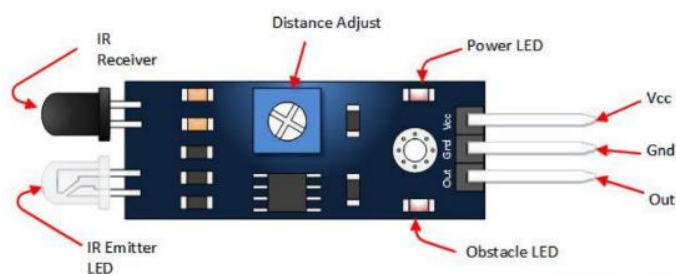
- Inductivos: Utilizan inductancia cambiante para medir.
- Ópticos: Emplean luz para medir magnitudes.
- Piezoeléctricos: Generan señal eléctrica en respuesta a presiones o vibraciones.
- Magnéticos: Detectan variaciones en campos magnéticos por imanes o electricidad.
- Ultrasonido: Crean ondas inaudibles que rebotan en objetos y generan información.

### Sensor infrarrojo

Se trata de un módulo fotoeléctrico que se fundamenta en el principio de un transmisor y receptor de infrarrojos. Este módulo es capaz de detectar obstáculos en un rango desde 2 hasta 30 cm, con referencia a la posición del sensor. Su respuesta es sólida y constante, incluso en condiciones de luz ambiental o en total oscuridad. En la Figura 3 se detalla las partes de dicho sensor.

### Figura 3

*Sensor infrarrojo*



*Nota.* Estructura de un sensor infrarrojo. Tomado de (AG | Tienda Virtual, s.f.)

En el mercado existe una variedad de sensores infrarrojos que son utilizados para distintos trabajos, dependiendo del requerimiento del usuario. Las especificaciones que tiene el sensor más usado se describen en la Tabla 1.

**Tabla 1***Especificaciones del sensor*

<b>Parámetro</b>	<b>Valor</b>
Voltaje de trabajo	3 V – 6 V
Ángulo de cobertura	35°
Rango de detección	2 – 30 cm
Consumo de corriente	23 mA (3.3 V)

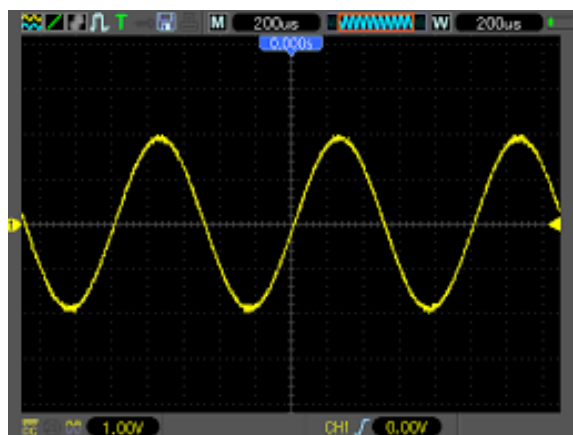
*Nota.* La Tabla indica las especificaciones de funcionamiento que tiene el sensor. Tomado de (AG | Tienda Virtual, s.f.)

**Tipos de señales**

A lo largo de los años, la industria automotriz ha evolucionado con la introducción de la electrónica en los vehículos, con el objetivo de detectar fallas utilizando señales de sistemas electrónicos que se pueden observar con un osciloscopio. La Figura 4 indica los tipos de señales generadas por el sensor de actividad.

**Figura 4**

*Visualización de una señal en el osciloscopio*



*Nota.* Tipo de señal que emite un sensor cuando está en funcionamiento. Tomado de (DS2122PSS)

## **Señales de entrada y salida**

La tecnología avanza cada día más y en el sector automotriz con mayor importancia con el fin de realizar una conducción más fácil y segura. Los vehículos modernos ya incorporan sensores que ayudan a ser posible esto, pero se debe tener en cuenta que sin importar el sensor que sea, estos siempre utilizaran estas señales:

- Señal de entrada
- Señal de salida

### ***Señal de entrada***

Es la información o los datos que el sensor recibe del sistema que esté monitoreando.

### ***Señal de salida***

Es la respuesta que el sensor genera como resultado de la medición de señal de entrada.

## **Señales análogas y digitales**

- La señal análoga varía de forma continua con el tiempo.
- La señal digital puede obtener valores de amplitud discretos en instantes concretos, en que únicamente tiene dos estados de voltaje y se representan de la siguiente forma:
  - 1 / 0
  - Alto / Bajo (High / Low)
  - ON / OFF (Activado / Desactivado)

## **Relé**

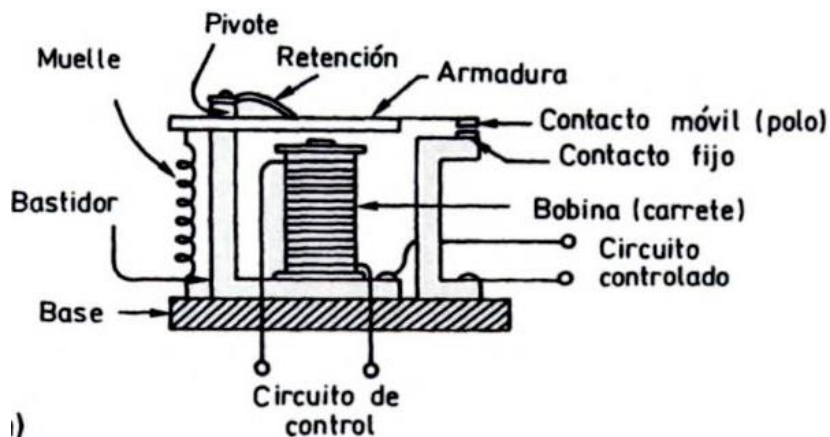
Es un interruptor mecánico controlado por una corriente eléctrica. Este consta de dos o más contactos, correspondientes a uno o a varios circuitos independientes, y de un dispositivo que controla la conmutación. (Areny, 1993) La principal función es permitir que una pequeña corriente o señal eléctrica controle el flujo de una corriente más grande, actuando como un intermediario que proporciona aislamiento eléctrico entre los circuitos de control.

### Características del relé

Los relés automotrices varían según modelo y uso, como se ilustra en la Figura 5. Suelen tener alta capacidad de corriente, operar en voltajes comunes (12 V o 24 V), controlar varias cargas, múltiples contactos, conexiones fáciles, protecciones eléctricas, durabilidad en entornos automotrices, sellado contra elementos, activación por señales eléctricas, y compatibilidad con estándares. Se debe verificar las especificaciones del fabricante para cada caso, ya que varían.

### Figura 5

*Partes del relé electromagnético*



*Nota.* Indica las diferentes partes que componen un relé para su funcionamiento. Tomado de (Areny, 1993)

### Mantenimiento del vehículo

Para mantener el vehículo funcionando en óptimas condiciones, se debe prevenir y corregir falencias y averías leves, para prolongar el tiempo de vida útil de las partes del motor y a esto se lo llama "mantenimiento automotriz".

Darle mantenimiento a un vehículo tiene varias razones fundamentales, ya que afectan a la seguridad tanto del conductor como la de los ocupantes. También afecta el rendimiento y vida útil del vehículo. Es importante realizar un mantenimiento adecuado para asegurar el correcto funcionamiento, eficiencia y desempeño del vehículo.

Realizar un mantenimiento regular y adecuado prolonga significativamente la vida útil de las partes móviles del motor y por ende la del automóvil. También mantener los fluidos en niveles correctos, cambiar el aceite y los filtros a tiempo ayudan a prevenir el desgaste prematuro de los componentes evitando así, daños prematuros.

Un mantenimiento preventivo ayuda a evitar costosas reparaciones y reemplazos de piezas que pueden evitarse con un mantenimiento adecuado. Resolver problemas pequeños antes que se conviertan en grandes averías resulta más económico y evita gastos innecesarios. Un vehículo bien mantenido conserva un valor alto en el mercado de segunda mano.

### **Lubricación**

Se denomina a cualquier sustancia colocada entre las superficies que se encuentran en movimiento entre sí, reduciendo el desgaste de las superficies lubricadas, el calor por fricción, el consumo de energía, el ruido y, en última instancia, el impacto ambiental negativo al eliminarlo. (Alarcon Garamendi, 2008)

### ***Programación de mantenimiento general del vehículo***

Los fabricantes de vehículos proponen un mantenimiento adecuado como condición para mantener la garantía del mismo. Si el mantenimiento no se realiza según las especificaciones del fabricante, la garantía se vería anulada, lo que dejará al propietario con la responsabilidad total de los costos de reparación.

Los parámetros importantes para lograr que el sistema de lubricación trabaje de manera eficiente son:

- El tipo de vehículo al que se realizará el cambio del lubricante.
- El tipo de combustible con el que funciona el vehículo.
- La clase y calidad de lubricante que se utiliza en el vehículo.

Todos estos parámetros se deben tomar en cuenta tanto para realizar un plan de mantenimiento como para ejecutarlo, y así obtener un funcionamiento adecuado. El desgaste

de los componentes del motor se produce por la presencia de partículas de suciedad en el aceite, las cuales son producto de la fricción anormal de las partes móviles del motor.

Las funciones y beneficios clave de la lubricación son:

- Menos fricción y desgaste
- Protección contra desgaste
- Disipación de calor
- Mayor eficiencia
- Prevención de corrosión

### **Programa de mantenimiento general del vehículo**

Debido que los vehículos GMM se utilizan en distintos ámbitos, las necesidades de mantenimiento varían. Es posible que se requieran intervalos de mantenimiento más frecuentes que otros tipos de vehículos. En la Tabla 2 se describe el mantenimiento a realizar cuando un vehículo convencional llega a los 15.000 km. (GMM, Manual de taller de servicio, 2004)

#### **Tabla 2**

*Mantenimiento a los 15.000 km*

<b>Operación a los 15.000 km</b>
Cambiar aceite y filtro
Revisión y/o servicio del filtro de combustible
Revisión y/o servicio del filtro de aire
Revisión y/o servicio de la rotación de los neumáticos
Revisión y/o servicio de los frenos
Revisión y/o servicio de todos los líquidos
Revisión y/o servicio del sistema eléctrico
Revisión y/o servicio del tensor de la banda de mando
Revisión y/o servicio de los frenos delanteros



---

**Operación a los 15.000 km**

Revisión y/o servicio de las mangueras de goma

Revisión y/o servicio del equilibrio y alineación de las ruedas

---

*Nota.* La Tabla mostrada indica lo que se debe realizar cuando el vehículo cumple un recorrido de 15.000 kilómetros. Tomado de (GMM, Manual de taller de servicio, 2004)

**Programación**

Es el proceso de escribir un código en lenguajes de programación para comunicarse con las computadoras, desarrollar soluciones, aplicaciones que resuelvan problemas y automaticen tareas en diversos campos o sectores. En la era digital, es una habilidad esencial y un campo en constante evolución con avances tecnológicos y nuevas aplicaciones.

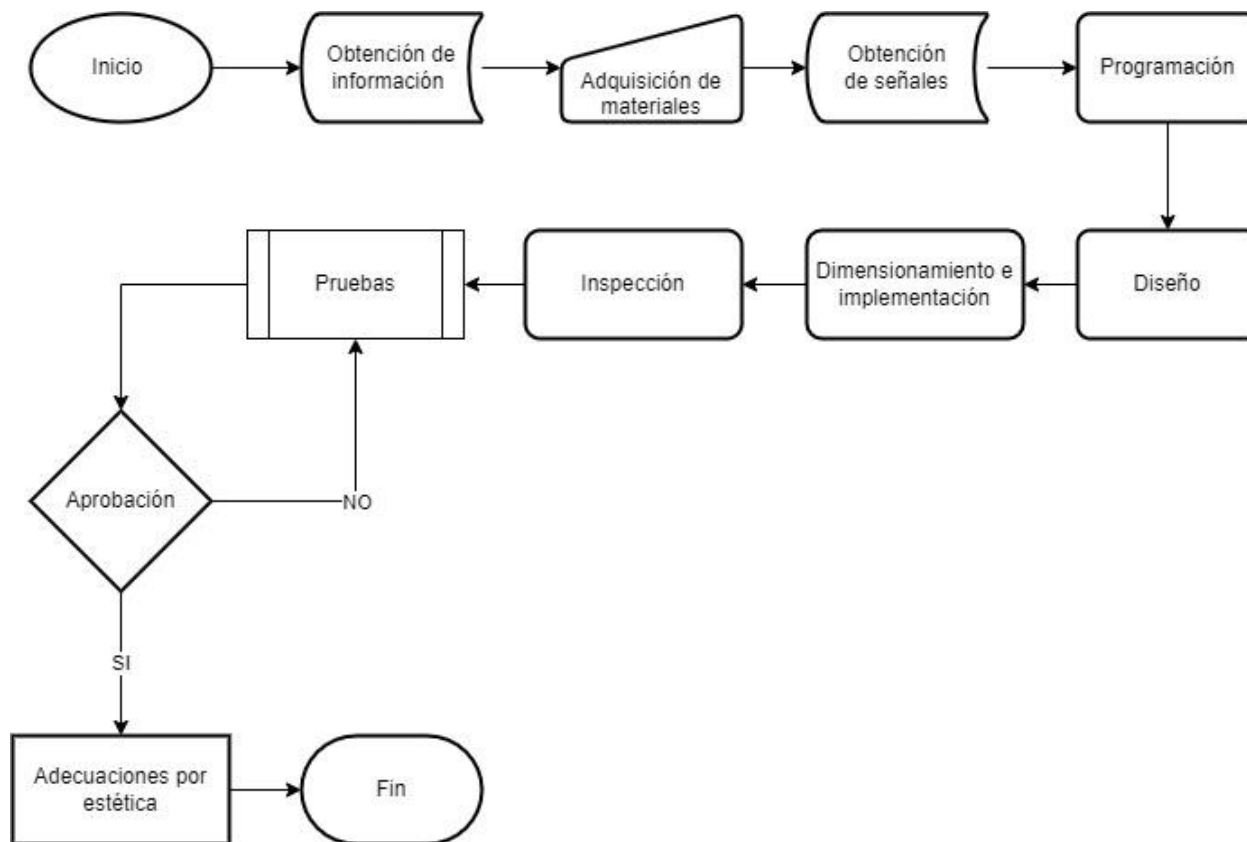
Para el desarrollo de este proyecto se utilizan herramientas de programación que permiten ajustar los dispositivos electrónicos a la necesidad planteada.

El tipo de software utilizado es:

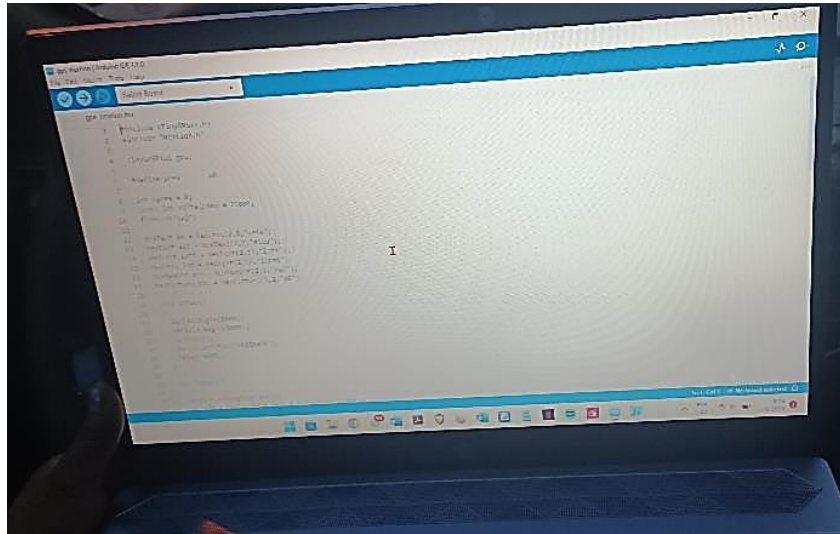
- Software para los diagramas eléctricos
- Software para la programación del control del sistema
- Software para la programación de la pantalla

***Programación para el control del sistema***

La programación para el control del sistema se refiere al proceso de escribir y cargar un código en una placa para controlar y realizar diversas funciones. Esta plataforma es un prototipo de hardware de código abierto muy popular entre los estudiantes, ingenieros y artistas que desean crear proyectos electrónicos interactivos. En la Figura 6 se explica el procesos de la programación.

**Figura 6***Diagrama de flujo de la programación**Nota.* Autoría propia.

El entorno de programación para el control del sistema es el lenguaje de programación basado en C/C++ simplificado, ilustrándose en la Figura 7 el panel de trabajo. Este lenguaje ha sido adaptado para facilitar la creación de proyectos para personas con diferentes niveles de experiencia en programación.

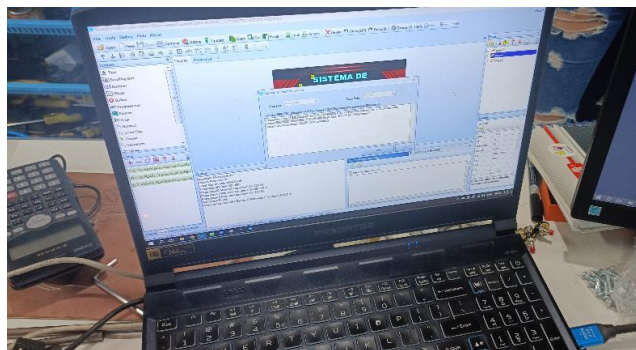
**Figura 7***Panel de programación*

*Nota.* Panel de programación para el control del sistema a implementar en el vehículo.

### ***Programación de la pantalla***

La programación de pantalla es una solución HMI que usa un procesador y pantalla táctil para crear interfaces gráficas con software específico. Implica crear interfaces lógicas para pantallas táctiles. (Zhou, 2023).

La programación de esta pantalla combina tanto la creación de la interfaz visual como la programación de la lógica en un solo entorno. En la Figura 8 se visualiza el programa, lo que facilita la creación de proyectos interactivos.

**Figura 8***Programación de la pantalla*

*Nota.* Programación de la pantalla.

### **Adquisición de datos**

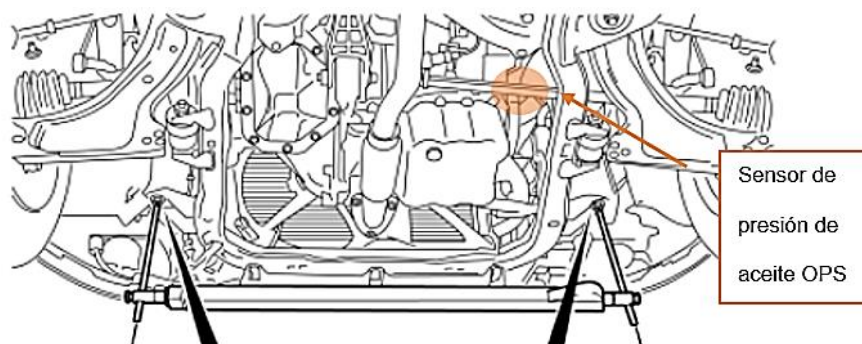
Los parámetros de funcionamiento provienen de la señal del sensor de presión de aceite OPS (Oil Pressure Sensor, inglés), que suministra la señal de voltaje generada por el propio mecanismo. El sensor, también conocido como bulbo de aceite, consiste en una conexión eléctrica cubierta con un pequeño plástico negro y atornillada al motor.

(Martinsolutions, 2021)

Su función principal es medir la presión del aceite lubricante en el sistema y enviar esta información al indicador de presión de aceite en el tablero de instrumentos del vehículo, que está ubicado en la parte inferior del vehículo, en la Figura 9 se presenta una vista inferior de la ubicación del sensor. También puede suministrar datos al sistema de gestión del motor para monitorear y resguardar el motor contra daños por falta de suficiente presión de aceite.

### **Figura 9**

*Ubicación del sensor de presión de aceite (vista inferior)*



*Nota.* Parte inferior del vehículo y el círculo de color naranja indica la ubicación del sensor.

Tomado de (GMM, Manual de taller de servicio, 2004)

El sensor de presión de aceite OPS generalmente está constituido de una carcasa con un orificio o puerto de entrada, y unidad de sensor interna. El orificio se conecta al sistema de lubricación del motor, lo que permite que el aceite circule hacia el interior del sensor. La unidad de sensor mide la presión de aceite y genera una señal eléctrica proporcional a esa presión.

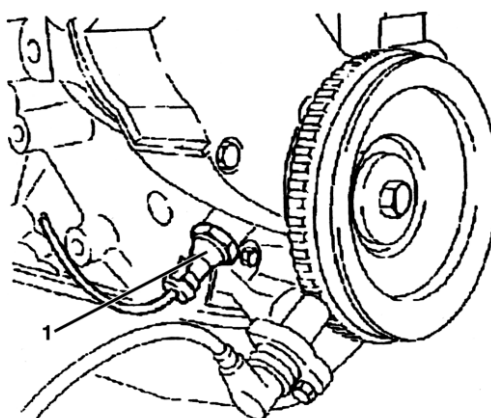
Cuando la presión de aceite es adecuada, el sensor envía una señal que indica que todo se encuentra en óptimas condiciones. El sensor puede llegar a fallar por razones como:

- Baja presión de aceite
- Bomba de aceite defectuosa
- Nivel de aceite bajo
- Señales defectuosas
- Lecturas engañosas

El sensor desde su ubicación la cual se puede observar en la Figura 10, enviará una señal de advertencia al conductor a través del indicador de presión de aceite en el tablero. Esto alerta al conductor sobre una posible disminución en la presión de aceite, lo que puede causar daños graves al motor, si no se soluciona adecuadamente.

### **Figura 10**

*Sensor OPS (vehículo Chevrolet Corsa Wind)*



*Nota.* Ubicación del sensor OPS con una vista más cercana. Tomado de (GMM, Manual de taller de servicio, 2004)

### ***Conversión de la señal analógica-digital***

La conversión analógica a digital (ADC), convierte señales continuas en digitales, siendo esencial en sistemas electrónicos y computadoras. Asegura una representación digital precisa del valor analógico. (Huircán)

Se emplean varios métodos para llevar a cabo esta conversión:

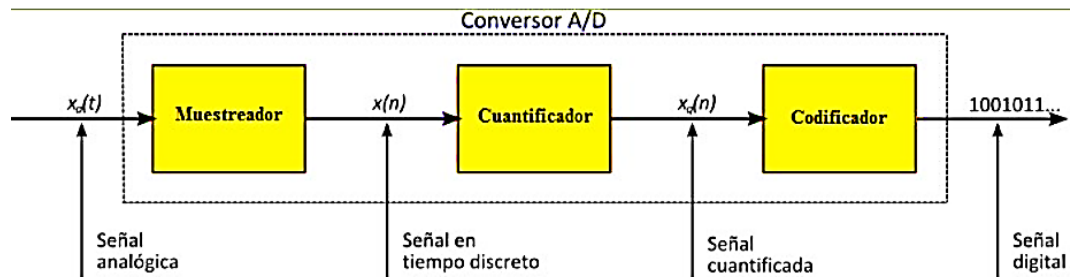
- Rampa de escalera
- Aproximaciones sucesivas
- Paralelo (flash)
- Doble rampa
- Voltaje a frecuencia
- Tipo serie

El proceso de conversión de señal analógica a digital tiene varias etapas:

- Muestreo: La señal analógica se visualiza a intervalos regulares. El muestreo consiste en tomar ejemplares de la señal analógica en puntos específicos del tiempo. Cuanto mayor sea la frecuencia de muestreo, mayor será la precisión de la conversión digital
- Cuantificación: Las muestras de la señal analógica se cuantifican, es decir, se asignan valores digitales discretos a cada muestra. La cuantificación se basa en la resolución del ADC, que determina el número de niveles discretos que pueden representar la señal analógica.
- Codificación: Las muestras cuantificadas se codifican en un formato digital, como binario o Gray, para representar el valor de cada muestra.
- Almacenamiento: Las muestras digitales resultantes se almacenan en una memoria digital o se utilizan en tiempo real para su procesamiento o visualización.

Figura 11

Esquema de un conversor A/D



*Nota.* Línea de procedimiento para la conversión de la señal. Tomado de (Martin, 2008)

### **Códigos de programación**

Los códigos de programación son secuencias de instrucciones escritas en lenguajes de programación que se utilizan para darle órdenes a una computadora o dispositivo electrónico. Los lenguajes de programación permiten a los programadores comunicarse con las máquinas y crear software y aplicaciones que realicen tareas específicas.

En las diferentes etapas de la programación se verifica que los códigos sean los adecuados para lograr que los trabajos programados no generen errores en cualquier momento en el que el vehículo esté en funcionamiento. Analizar los códigos de programación utilizados tiene un beneficio importante ya que esto ayuda a disminuir los errores y también las líneas de programación.

## Capítulo III:

### Diseño y construcción del sistema

El diseño y construcción del sistema de alerta temprana, monitoreo y control del sistema de lubricación del motor de vehículo, involucra una cadena de pasos y componentes claves para garantizar un funcionamiento óptimo y seguro del mismo. Los parámetros fundamentales que ayudan al diseño y construcción del sistema son:

- Necesidades
- Requerimientos
- Restricciones

Estos tres parámetros se deben tomar en cuenta debido a que implica una combinación de electrónica, software y mecánica para garantizar el funcionamiento confiable y seguro del motor, y por ende, del vehículo en general.

#### **Necesidad**

Es necesario implementar un sistema de alerta temprana, monitoreo y control del sistema de lubricación del motor que tiene como objetivo garantizar la seguridad y el rendimiento óptimo del motor, mediante la detección temprana de problemas en el sistema de lubricación y la implementación de medidas de control adecuadas.

#### **Requerimientos**

Diseñar y construir un sistema que pueda monitorear y alertar de forma temprana el comportamiento del sistema de lubricación como principal requerimiento, donde dicho sistema debe ser fabricado con materiales que sean resistentes a las temperaturas que opera el motor y con un bajo peso. Además, debe tener un bajo costo y alta accesibilidad de sus componentes, en el caso que se llegue a dañar algún elemento implementado, se logre conseguir su reemplazo en cualquier lugar.

El tamaño del sistema debe ser lo suficientemente adecuado para la interacción con el usuario y para que la ubicación del sistema no reduzca ni obstaculice la visibilidad del



conductor; y al mismo tiempo cómodo para que pueda cumplir con la finalidad de alertar sobre el sistema de lubricación.

### **Restricciones**

La principal restricción que tiene este sistema es el costo, ya que se planea comercializarlo en el mercado local para usuarios que requieran de una alerta y monitoreo sobre el sistema lubricación en su vehículo.

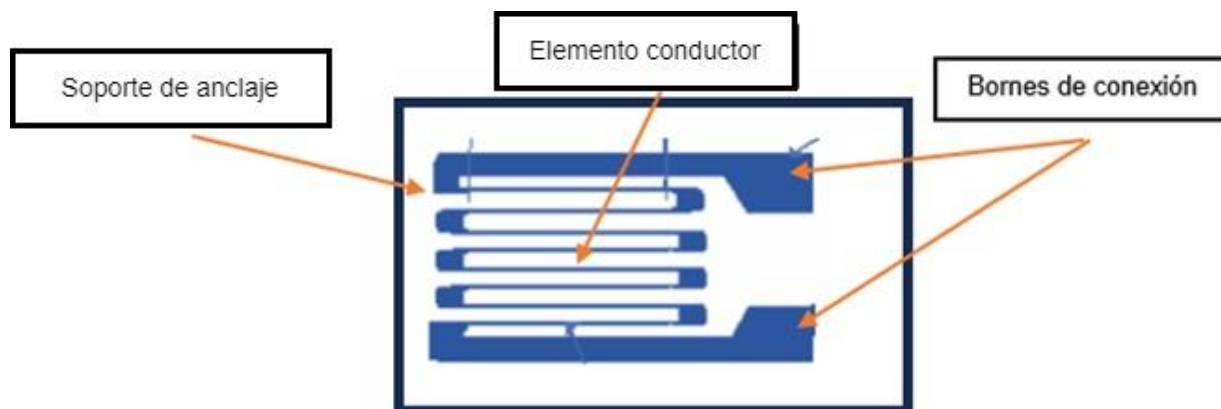
Buscar elementos que puedan resistir a las altas temperaturas y a la presión a la que es sometido el sistema de lubricación.

### **Lluvia de ideas**

Esta técnica creativa ayuda a la resolución del problema planteado, la lluvia de ideas debe satisfacer la necesidad, los requerimientos y las restricciones tomadas en cuenta. Se puede resolver de diferentes maneras donde una puede ser muy costosa y otra muy creativa; fusionando todas estas ideas se puede llegar a una idea sólida y clara para solventar el problema.

### ***Alternativa 1***

En esta alternativa se propone utilizar una galga extensiométrica por su tamaño el cual es muy pequeño y fácil de ubicar en cualquier parte del sistema. Para conseguir este elemento resulta un poco difícil, ya que se necesita una galga que mida hasta 5 kilogramos. En la Figura 12 se observa las partes que lo componen.

**Figura 12***Galga extensiométrica*

*Nota.* Constitución de una galga.

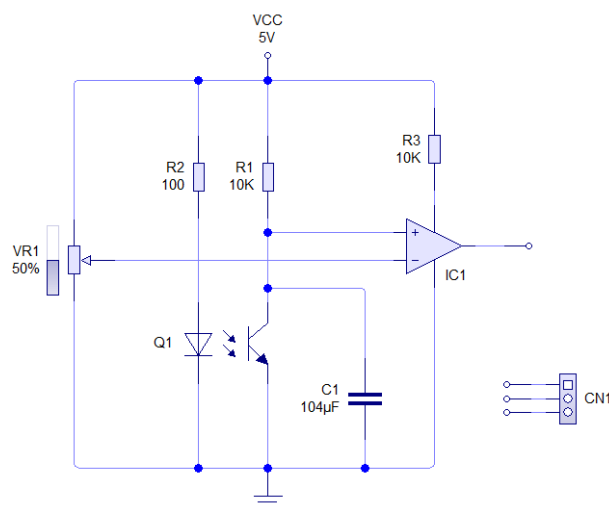
Esta galga extensiométrica tiene la cualidad de transmitir información rápidamente y con poco margen de error, el uso de este componente evitaría la perforación del cárter. En el análisis previo del sistema a desarrollar, se piensa implementar un tira led de luces donde sea controlado por medio de la programación. Para el sonido, se pretende incorporar un parlante extra donde esté dedicado solo a emitir el sonido de alerta y funcione en combinación con los parlantes de la radio. En el sensorial, implementar vibradores de teléfono en las moquetas del vehículo para que en el momento de alertar la vibración sea emitida hacia los pies del conductor.

**Alternativa 2**

En esta alternativa se plantea implementar un sensor infrarrojo en el odómetro con la finalidad que este elemento contabilice los kilómetros que recorre el vehículo y sea transmitido hacia un microcontrolador y tener los datos de manera digital. Gracias a los elementos que componen este sensor, mostrados en la Figura 13, se puede realizar la contabilización de kilómetros.

### Figura 13

#### Diagrama del sensor infrarrojo



*Nota.* Estructura del diagrama de un sensor infrarrojo.

En la sección de alerta visual un hilo RGB para cuidar las líneas de fabricación con las que viene el vehículo, y así, no alterar o modificar la estructura del tablero. En la sección auditiva un buzzer que emite un sonido por unos dos segundos para alertar al usuario, y para la sección de sensorial, motores desbalanceados en el asiento del conductor ya que es la parte que está en constante contacto con el conductor.

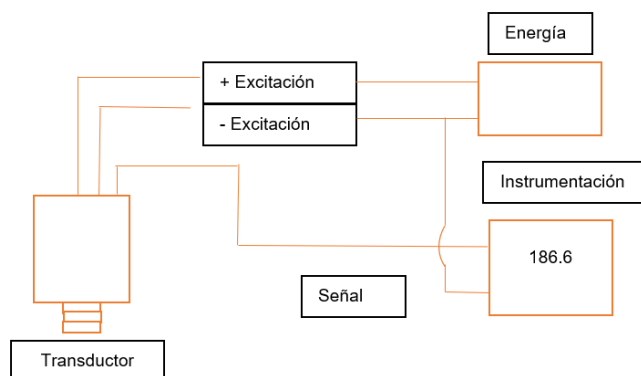
En el monitoreo, se propone incorporar una pantalla de 3.5 pulgadas, con eso se cubriría la función de monitoreo y la pantalla no es grande para disminuir la visibilidad y tampoco pequeña para que no se pueda observar el monitoreo. En el sonido, incorporar un buzzer ubicado en la carcasa de la pantalla y que pueda emitir el sonido tranquilamente, también con relés cortar el sonido de la radio si en caso estuviera activada para que esta se silencie y se escuche solamente el buzzer. En la sensorial, incorporar motores vibradores, siendo estos económicos y que se pueden encontrar en cualquier electrónica para su reemplazo y también tienen un largo periodo de durabilidad.

### Alternativa 3

En esta alternativa se propone incorporar un sensor transductor por su funcionalidad ya que este sensor se dedicaría solo a medir la presión de aceite. Su instalación sería complicada ya que se debe realizar una perforación al cárter para poder incorporar dicho sensor y también no es muy comercial. El funcionamiento del transductor se visualiza en la Figura 14, y es ideal para la obtención de datos numéricos y no de ceros y unos como lo es un sensor analógico.

### Figura 14

Esquema eléctrico del transductor de presión



*Nota.* Diagrama de funcionamiento del transductor de presión.

Para la visualización, incorporar una pantalla de 7 pulgadas donde se podrá visualizar la información con claridad y con mucho espacio, perjudicando el campo de visibilidad del conductor y saliéndose de las líneas de fabricación que lleva el tablero. En el sonido, implementar una voz que se escuche una frase cuando la alerta entre en funcionamiento. En el sensorial, incorporar vibradores de teléfono en el volante teniendo en cuenta la alta probabilidad de la explosión del airbag por las vibraciones generadas al momento de activarse la alerta.

### Evaluación de alternativas

La opción más efectiva para este proyecto que cumpla con el sistema de alerta temprana y monitoreo se evaluará diferentes parámetros que se consideraron. En la Tabla 3 se indica los parámetros que se necesitan para elegir una alternativa adecuada.

**Tabla 3**

*Parámetros de evaluación para las alternativas*

<b>Parámetros</b>	<b>Alternativa 1</b>	<b>Alternativa 2</b>	<b>Alternativa 3</b>
Funcionalidad	4	5	4
Costo	3	4	3
Disponibilidad del material	2	4	1
Facilidad de instalación	2	3	1
Estética	2	4	2
Total	13	20	11

*Nota.* La Tabla mostrada presenta los valores obtenidos de los parámetros que se requiere, siendo 5 la nota más alta y 0 la nota más baja.

### Selección de alternativas

De acuerdo con la Tabla 3, la alternativa más factible es la número 2, ya que tiene una mayor puntuación con respecto a las otras alternativas y contempla algunas de las características necesarias para los autores. No obstante, esta alternativa no cumple en su totalidad con los requerimientos necesarios, de tal manera que se decidió tomar ideas de las otras alternativas para complementar la alternativa. Esto con la finalidad de satisfacer los parámetros requeridos para el sistema de monitoreo y control.

Es necesario incorporar un transductor de presión, ya que el vehículo cuenta con un trompo de aceite analógico, es decir, solo se obtiene datos entre 0 y 1. El transductor arroja datos digitales con lo cual se puede obtener valores numéricos y así poder trabajar con la implementación de alertas.

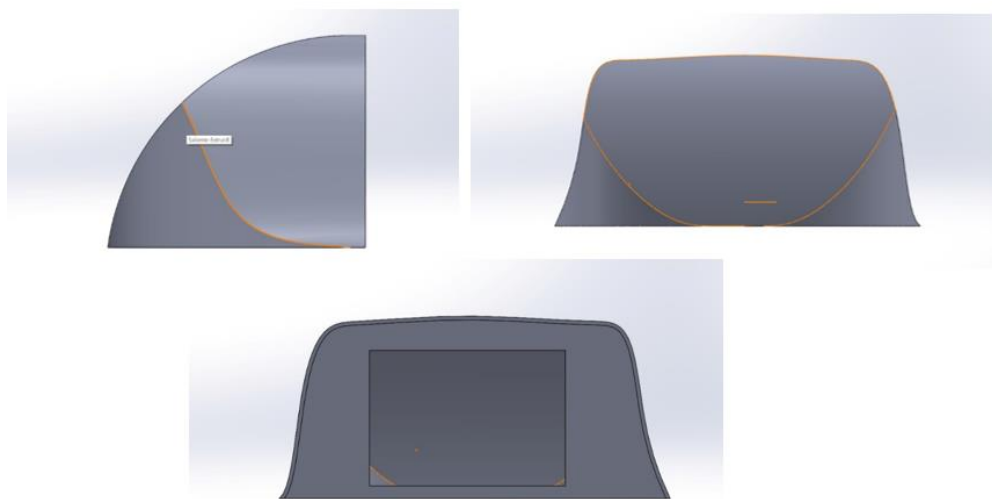
### ***Dimensionamiento***

El dimensionamiento del sistema de control a implementar es un factor clave para su funcionamiento, ya que será la única parte del sistema que se podrá observar. Se debe tomar en cuenta las dimensiones del habitáculo donde esta debe incorporarse, ubicando en un lugar donde no se limite la visibilidad del conductor. Para el diseño de la carcasa de la pantalla se tomó mediciones del lugar donde se va a instalar el sistema y se optó por instalar en la parte superior del mando central, ya que ahí existe un desnivel y no ocuparía mucho espacio al implementar la carcasa.

Después de haber considerado el tamaño de la pantalla, su ubicación con la carcasa y las mediciones adecuadas se procede a realizar el diseño de la carcasa con la ayuda de un software CAD. En la Figura 15, se puede visualizar distintas vistas del modelo. Este software es compatible posteriormente con una máquina de impresión en 3D para agilizar el trabajo.

### **Figura 15**

*Modelo de la carcasa para la pantalla*



*Nota. Boceto de la carcasa*

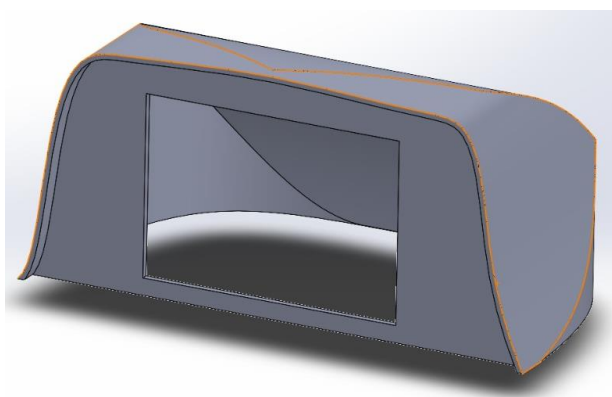
## **Geometría**

En cuanto a la geometría, se optó por mantener la estética del habitáculo; el lugar donde se va a instalar el sistema tiene líneas curvas y redondeadas así que la carcasa de la pantalla no puede ser con líneas rectas. La silueta en la parte trasera de la carcasa debe ser un poco robusta para que los cables de conexión de la pantalla tengan libertad y no se estropeen.

Otro factor que influye es el color del material y en este caso el tablero presentará un color negro brillante. Como se mencionó anteriormente para seguir la estética se decidió imprimir en 3D en color negro brillante. En la Figura 16 se presenta el diseño final de la carcasa del sistema de monitoreo, antes de su impresión.

### **Figura 16**

*Diseño final de la carcasa*



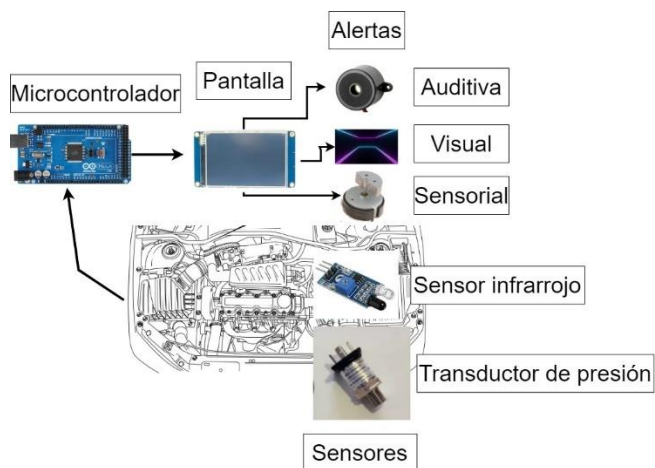
*Nota.* Diseño de la carcasa de la pantalla para el sistema de control.

## **Diseño del sistema**

Después de mejorar la segunda opción y al incorporar elementos de otras alternativas, se desarrolla un sistema que cumple con los parámetros definidos por los autores para implementar el sistema de monitoreo y control en el sistema de lubricación. El diseño definitivo del sistema a implementar en el vehículo se ilustra en la Figura 17.

## Figura 17

### Diseño final del sistema



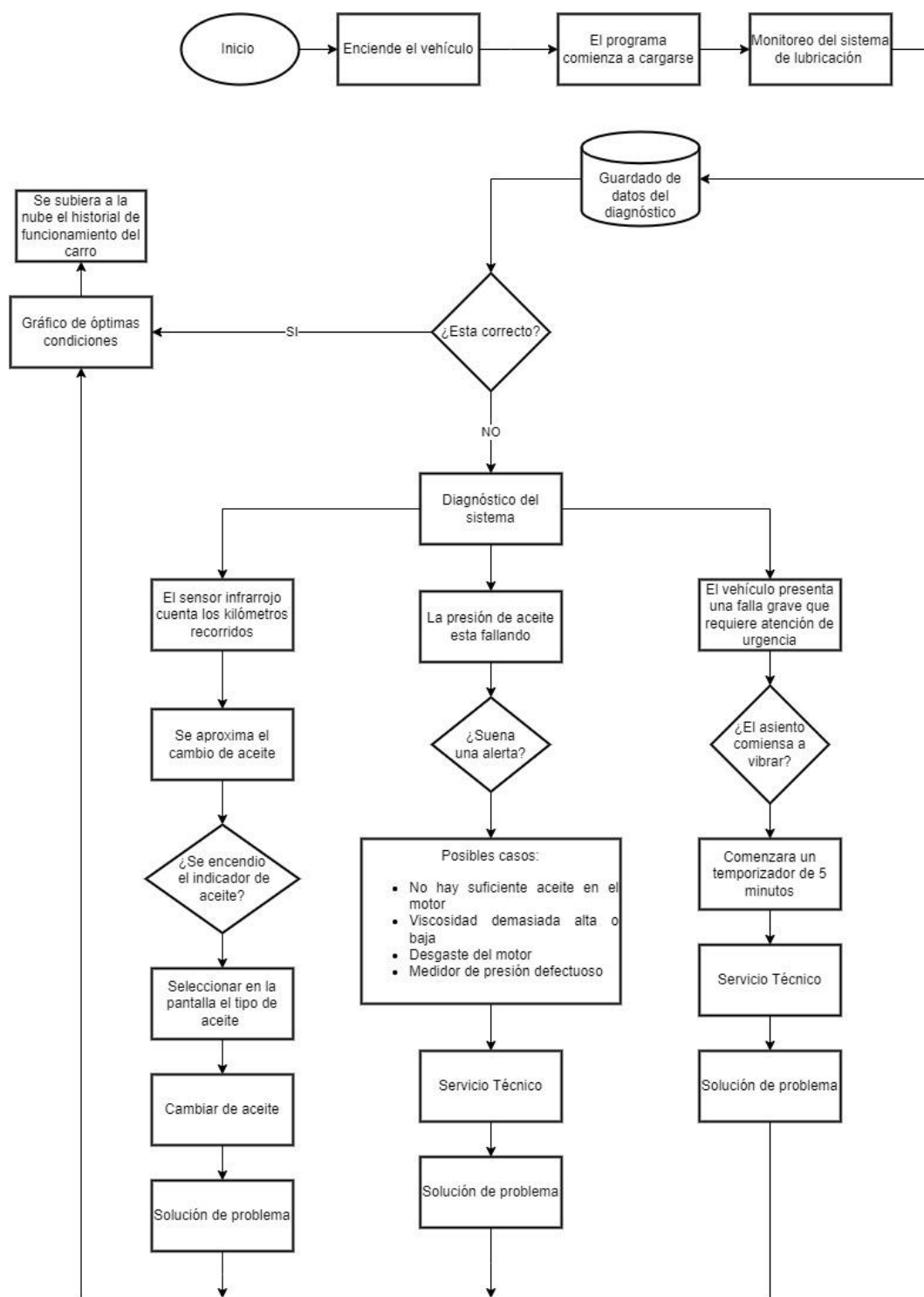
*Nota.* Diseño final del sistema con los parámetros de los autores.

Para una comprensión con los parámetros requeridos y su funcionamiento se realizó un diagrama de flujo. En la Figura 18 se puede observar a detalle la función a cumplir de cada una de las alertas.



Figura 18

Diagrama de flujo del sistema de alerta temprana



Nota. Autoría propia.

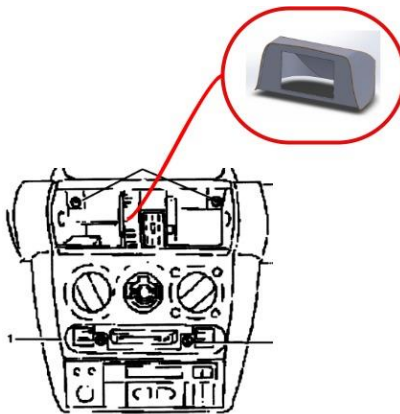
Es fundamental comprender los requisitos y expectativas del cliente y las demandas del mercado. Esto incluye factores como el tipo de vehículo, rendimiento, la eficiencia y las características tecnológicas. Los parámetros para la implementación del sistema de alerta temprana elevan las características del vehículo. Para la implementación de dicho sistema se toma en cuenta las siguientes variantes:

- Eficiencia
- Ergonomía
- Fácil manejo
- Interfaz amigable
- No obstaculizar la visibilidad del conductor

La implementación de la pantalla de 3.5 pulgadas se realizará en la parte superior del mando central, como se observa en la Figura 19. Se tiene en cuenta que dicha implementación no obstruye ni mucho menos disminuirá la visibilidad del conductor.

### Figura 19

*Ubicación de la carcasa para la pantalla*



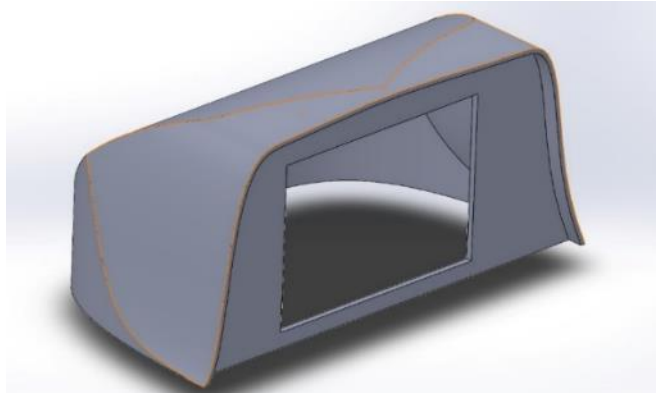
*Nota.* Ubicación para la instalación de los componentes del sistema de monitoreo.

El diseño de la carcasa de la pantalla a implementar se realizó en el software de diseño como se observa en la Figura 20. El primer diseño e impresión de la carcasa de la pantalla tuvo problemas para la implementación en el mando central, porque era muy delgada dando como

resultado una inestabilidad y dificultad al momento de interactuar con la pantalla. Además tiene una geometría casi cuadrada lo cual no sigue el concepto de simetría con el vehículo.

### **Figura 20**

*Carcasa de la pantalla (vista isométrica)*

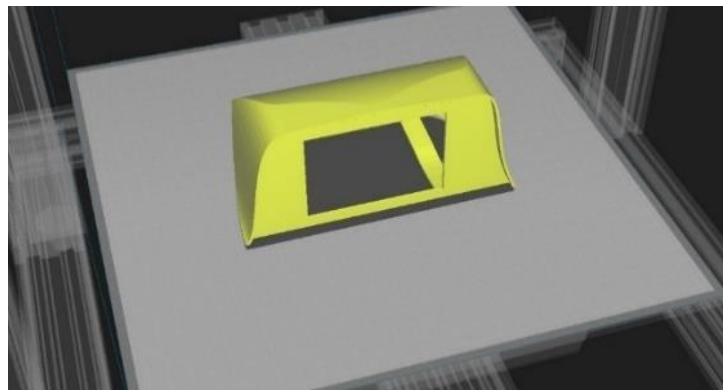


*Nota.* Simulación del prototipo definitivo de la carcasa de la pantalla.

Una vez realizada la modelación de la carcasa se procede a verificar las medidas para no tener problemas posteriormente con la instalación en el vehículo y encaje la pantalla correctamente. Tomado las debidas precauciones y para seguir la combinación de colores que lleva el tablero, se opta por el color negro y se procede a la impresión en 3D como se observa en la Figura 21.

### **Figura 21**

*Programa para la impresión de la carcasa de la pantalla*

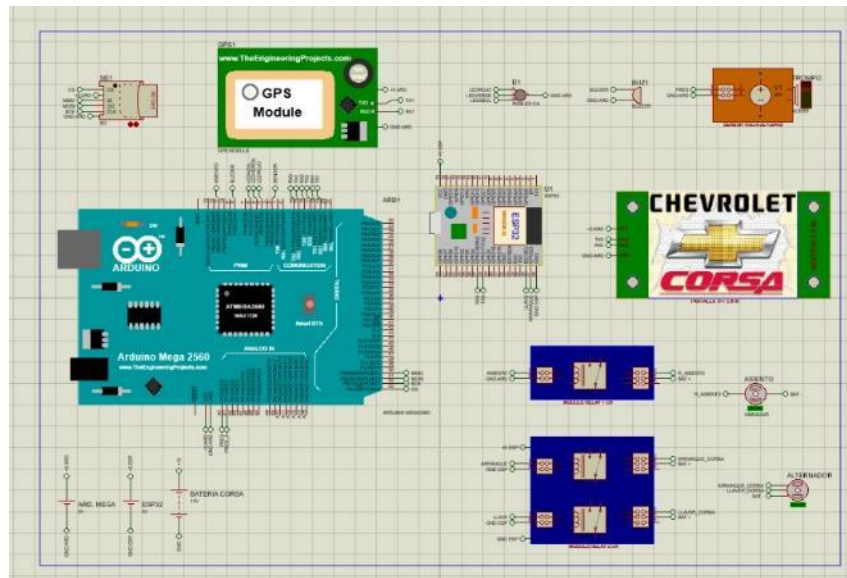


*Nota.* En la Figura se muestra el menú de impresión en 3D.

Se realizó un diseño de las conexiones que lleva el sistema de monitoreo y control con la ayuda de un software de circuitos. En la Figura 22, se observa el diseño del circuito que incorpora el vehículo en su interior.

### Figura 22

*Diseño del circuito de monitoreo y control*

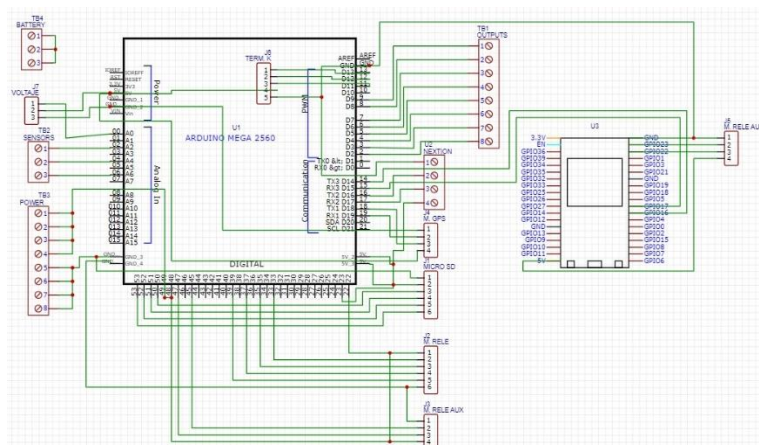


*Nota.* Conexiones con sus respectivos componentes.

Posterior al diseño de la carcasa de la pantalla se realizó el diseño de la placa donde alberga las conexiones realizadas para el funcionamiento de todo el sistema de monitoreo y control. El diseño final de la placa se puede observar en la Figura 23.

**Figura 23**

*Diseño de la placa de conexiones*

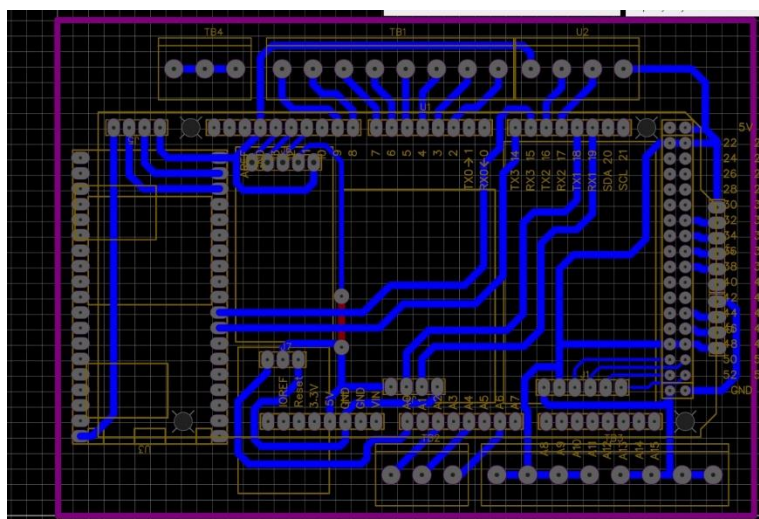


*Nota.* Diseño de la placa con todas las conexiones del sistema.

Con la ayuda de un software dedicado al diseño de placas para posteriormente serán quemadas por medio de un láser. En la Figura 24 se visualiza la parte trasera de la placa con las líneas de conexión.

**Figura 24**

*Parte trasera de la placa de conexiones*



*Nota.* Líneas de conexión de la parte trasera de la placa.

## **Diseño del sistema de alerta temprana**

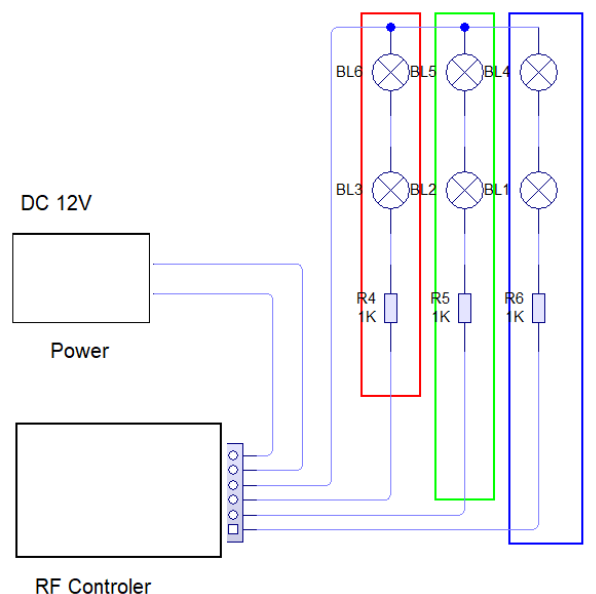
### ***Alerta visual***

Una alerta visual es una señal o aviso que se presenta de manera visual con la finalidad de llamar la atención del conductor sobre una situación importante en este caso el estado del aceite. Este tipo de alerta es comúnmente utilizado para comunicar información relevante de forma rápida y efectiva. La ubicación de una alerta visual es un poco complicada ya que no se debe perjudicar la visualización del conductor al camino. De forma estratégica tiene que ser un lugar donde llame la atención sin tener que mover la cabeza para que esta sea visualizada pero tampoco pasa desapercibida.

Para no alterar las luces de los testigos se opta por implementar en un lugar donde siempre se pueda manipular y este lugar es el panel central ya que ahí se puede encontrar la radio que es un elemento donde la mayoría de las veces es manipulada por cualquier motivo. Por lo tanto, en la Figura 25 se visualiza un hilo de RGB por su combinación de colores, es una opción factible para la visualización en la noche y unos focos RGB a los lados de la pantalla para la visualización del día y así se cuida las líneas de diseño que tiene el tablero y son de fácil instalación.

**Figura 25**

*Circuito de luces RGB*



*Nota.* Hilo de RGB que se va a instalar en el vehículo.

La alerta visual está enfocada en el estado del aceite donde indica el próximo cambio y para esto se ha tomado la idea de un semáforo. Se decide que el hilo led RGB se encienda con los colores verde, amarillo y rojo donde el significado será el siguiente:

- Se pondrá en color verde cuando el aceite se encuentre en óptimas condiciones de funcionamiento.
- Se pondrá de color amarillo cuando el aceite este a mitad de sus capacidad y el mantenimiento de aceite está próximo a su cambio.
- Se pondrá de color rojo cuando el aceite haya finalizado su tiempo de vida útil y si no se realiza el cambio el aceite comenzara a perjudicar por la pérdida de los aditivos que contiene.

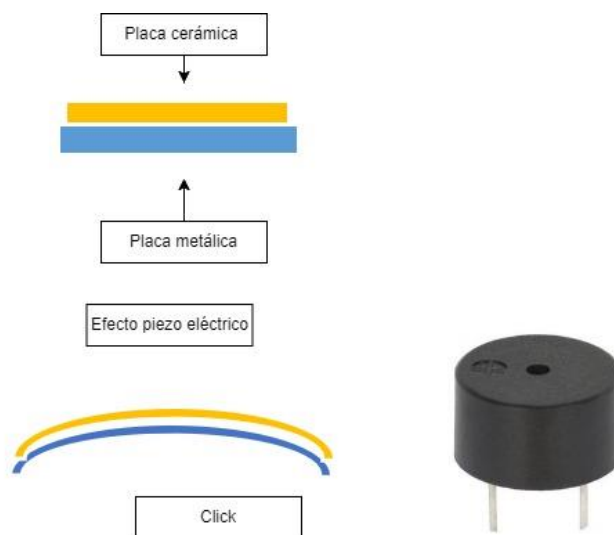
### ***Alerta auditiva***

La alerta auditiva se presenta en forma de sonido con la finalidad de fastidiar al conductor del vehículo, y que comprenda que alguna situación importante está ocurriendo en el

sistema de lubricación y pueda tomar acciones adecuadas. Una forma de implementar esta alerta es por medio de un buzzer ya que contiene una placa cerámica y metálica. En la Figura 26 se logra divisar como emite un sonido. Se tiene en cuenta que la radio puede estar activada, siendo este el caso, se cortará el paso de corriente de los parlantes con la ayuda de un relé para que se escuche solamente la alerta y el conductor conozca que existe alguna anomalía en el sistema de lubricación.

## Figura 26

### *Circuito del Buzzer*



*Nota.* Buzzer previo a la instalación.

La alerta auditiva está enfocada a la presión de aceite del motor. Por ende, si llega a fallar dicha presión el buzzer se activará cortando el audio de la radio para que se pueda escuchar libremente el pitido molesto que se emite.

### **Alerta sensorial**

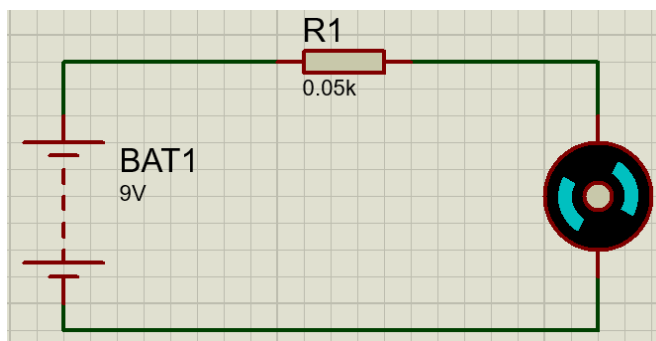
La alerta sensorial es esencial para una comunicación efectiva ya que está en contacto directo con la persona que está manejando. Esta alerta se activa cuando la gravedad es alta, en este caso cuando el vehículo presenta una falla grave que requiera atención de urgencia de un técnico profesional.



Una forma adecuada de transmitir al conductor esta alerta es a través de motores desbalanceados o motores con contrapeso. Este tipo de vibrador tiene un tamaño pequeño y es de peso ligero, generando posibles vibraciones al momento que comienza a girar el eje. La Figura 27 indica los componentes del motor, son pocos y es perfecto para usarlo como alerta.

### Figura 27

*Circuito de un motor de corriente continua*



*Nota.* Motor de corriente continua.

### Diseño del sistema de monitoreo

El monitoreo en tiempo real del sistema de lubricación se realiza mediante la pantalla Touch de 3.5 pulgadas, la cual está ubicada en la parte superior del mando central del tablero. Aquí se puede visualizar los datos monitoreados en tiempo real. En la Figura 28 se presenta una vista previa del monitoreo.

### Figura 28

*Monitoreo del sistema*

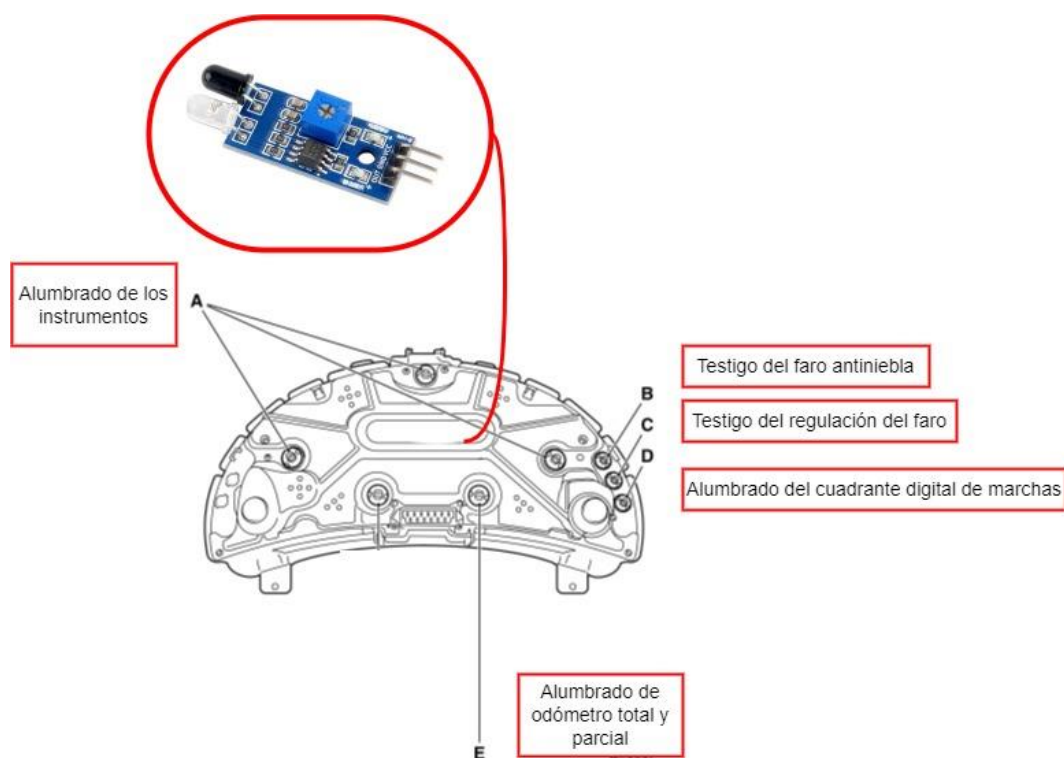


*Nota.* Conexión de los componentes para el monitoreo del sistema a implementar.

La operación de la pantalla es fácil e intuitiva, dividiéndose en tres páginas, cada una con una función específica. En la primera página, se muestra el nivel y presión de aceite, el porcentaje de carga y el kilometraje. En la segunda página, se visualizan la velocidad, la temperatura y las coordenadas de ubicación del vehículo. Para acceder a la tercera página, es necesario ingresar una contraseña como medida de seguridad para evitar el uso indebido por parte de niños. Esta tercera página se enfoca en el tipo de aceite utilizado, permitiendo ingresar la marca y el tipo de aceite.

### ***Odómetro***

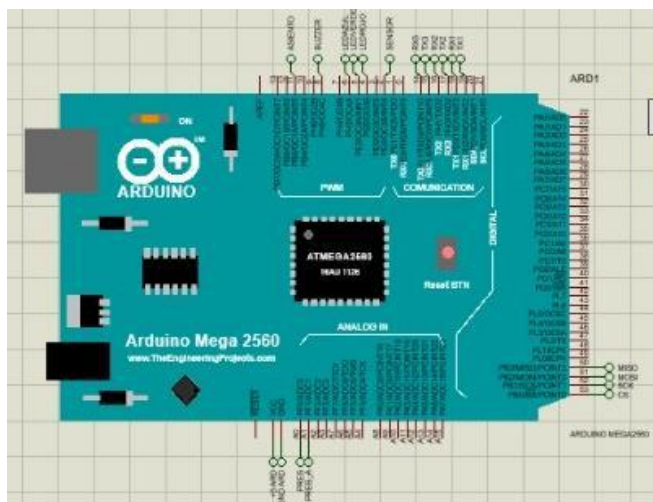
Se sabe que el odómetro de la Figura 29, es una buena fuente de información para la navegación de vehículos terrestres ya que puede medir la distancia recorrida y está construido con una serie de engranajes en la parte interior. Todos los objetos emiten cierta cantidad de radiación que es invisible para el ojo humano, pero para un sensor infrarrojo no, ya que estos pueden detectar formas, colores entre otras cosas más. Para la instalación del sensor se tiene que extraer el odómetro del tablero de instrumentos. El odómetro del Chevrolet Corsa Wind es analógico y para transformarlo a digital es necesario la implementación de dicho sensor infrarrojo.

**Figura 29***Tablero de instrumentos*

*Nota.* Diferentes componentes del tablero del vehículo.

### Diseño del control del sistema

Para llevar a cabo este proyecto se opta por utilizar el software para la programación del control del sistema para realizar la programación y controlar los diferentes componentes, para un correcto funcionamiento y monitoreo. Esta plataforma permite crear y modificar los parámetros que se necesita implementar, y también a la vez que se compatible con el resto de los componentes a instalar. Toda esta información se cargaría en una placa como en la Figura 30.

**Figura 30***Microcontrolador*

*Nota.* Placa donde se graba la programación y se conecta los componentes para el sistema de control y monitoreo.

En la industria de software, para la programación del control del sistema existe varias placas y la que más se ajustaba a las necesidades del proyecto es el Arduino Mega. La programación se basa en el lenguaje de C++ y utiliza un entorno de desarrollo integrado (IDE) haciendo más fácil la programación y carga del código en la placa.

### ***Encendido a distancia***

En la implementación del encendido del vehículo a distancia se utiliza la aplicación móvil que está disponible tanto para App Store y Play Store llamada "IoT Cloud Remote". La Figura 31 presenta una vista previa de la plataforma de software para la programación del control del sistema que permite colocar hasta 10 iconos que interactúan e informan, También, toda la información recolectada puede llegar al correo electrónico del conductor con la que se registre. Después, se conecta a la placa y a una comunicación inalámbrica en este caso por medio de Wi-Fi.

**Figura 31**

*Aplicación IoT*



*Nota.* Icono con el que se encontrará en la aplicación móvil. Tomado de (Electronics, 2021)

El botón de encendido a distancia del vehículo se configuró en la plataforma de software para la programación del control del sistema. La Figura 32 muestra cómo se presenta la aplicación en el teléfono.

**Figura 32**

*Botón de encendido en la aplicación móvil*

ENCEDIDO



*Nota.* Configuración para el encendido del vehículo por medio de la aplicación móvil.

Al momento de deslizar el botón entra en acción los relés conectados y con la ayuda de la programación se dispone que el relé del arranque sea accionado por 0.2 segundo y el relé de las luces de testigo del tablero quede accionado dando como resultado un encendido normal, pero con la diferencia que no es necesario de la llave de ignición. El acceso a la aplicación es por medio de una clave, y de ser el caso que una persona tenga la aplicación, pero no la contraseña, el vehículo no podrá ser encendido mientras no se ingrese la clave. La aplicación

del teléfono es muy intuitiva para el manejo donde se podrá visualizar varios parámetros del sistema de lubricación y por seguridad la ubicación del vehículo. La Figura 33 se visualiza la vista de la aplicación desde un teléfono.

### Figura 33

*Navegación en la aplicación móvil*



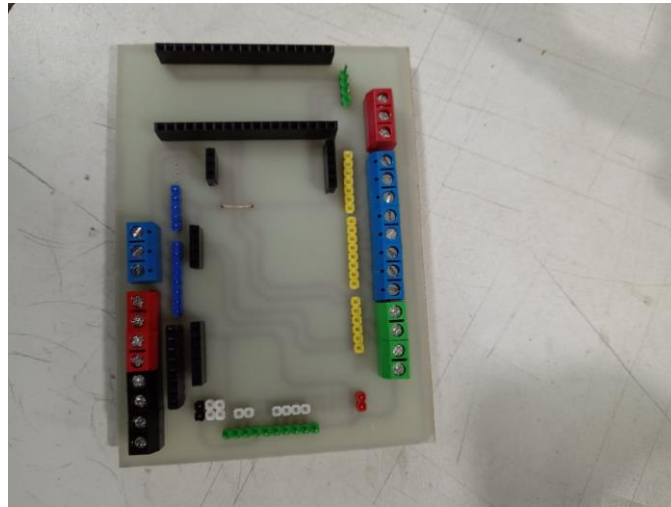
*Nota.* Formato completo de cómo se vería en la aplicación móvil.

### Construcción del sistema

Una vez determinados los requisitos específicos con los que se va a llevar a cabo este sistema de alerta temprana, se procede a realizar el circuito donde se simulará los componentes a implementar. La Figura 34 indica la placa con los pines a conectar y verificar si existe alguna falla para corregirlo.

**Figura 34**

*Circuito del sistema a implementar*



*Nota.* Circuito con los componentes a implementar para el sistema de monitoreo y control.

La carcasa de la pantalla al principio se pensó en un diseño sencillo de forma cuadrada para ahorrar espacio al incorporar en la parte superior del mando central, pero se perdía la estética completamente. El tablero tiene curvas y solo la carcasa de la pantalla era un cuadrado como se presenta en la Figura 35.

**Figura 35**

*Primera carcasa de la pantalla*



*Nota.* Primer prototipo de la carcasa de la pantalla.

La implementación de un nuevo elemento en el vehículo debe combinar con el resto de las partes del tablero. Por esa razón, para continuar con las líneas de fabricación que tiene el tablero del vehículo se opta por un molde con curvas.

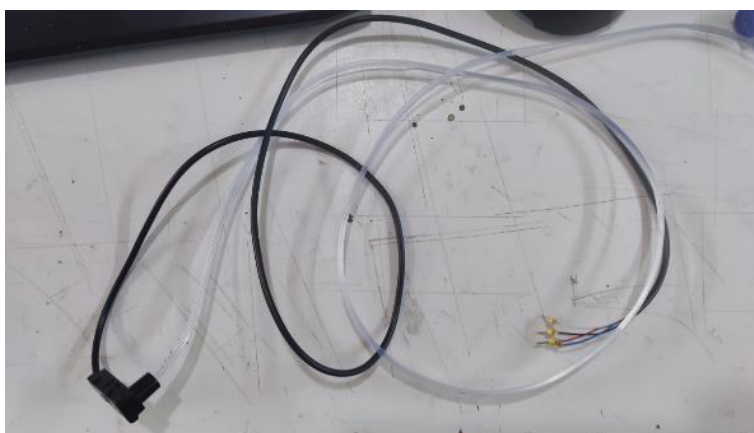
### **Construcción del sistema de alerta temprana**

#### ***Alerta visual***

El hilo led RGB de la Figura 36 se implementó en los bordes del mando central ya que es una de las partes más grandes y donde el usuario siempre está en contacto, ya sea para encender la radio, la calefacción o desempañar los vidrios y como ya se mencionó el color de las luces que se presenten son similar a la idea de un semáforo.

### **Figura 36**

#### ***Hilo led RGB***



*Nota.* Hilo de RGB que se va a instalar en el vehículo.

La cantidad de luz que emite el hilo led RGB no se puede visualizar en gran medida en el día. En la Figura 37 se presenta el color que se optó para incorporar en la carcasa de la pantalla dos leds RGB con la misma función del hilo led.



**Figura 37**

*Implementación del hilo led RGB en el mando central*



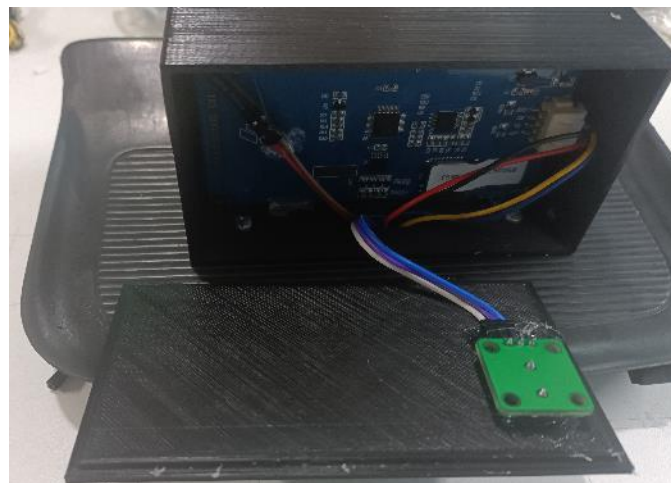
*Nota.* Hilo de RGB que se va a instalar en el vehículo.

***Alerta auditiva***

El buzzer mostrado en la Figura 38, se implementó en el interior de la carcasa de la pantalla. También es un pequeño elemento con una capacidad de hacer mucho ruido. Esta alerta se activará al momento que la presión del sistema de lubricación sea inadecuada para el funcionamiento del vehículo y para la seguridad del conductor.

**Figura 38**

*Vista posterior de la carcasa de la pantalla*



*Nota.* Ubicación del buzzer para la alerta auditiva.

Implementar una alerta auditiva con un buzzer es una forma efectiva ya que su versatilidad y facilidad al momento de implementar. La Figura 39 muestra el buzzer implementado.

### **Figura 39**

*Buzzer implementado*



*Nota.* Buzzer previo a la instalación.

### ***Alerta sensorial***

Un motor desbalanceado como se presenta en la Figura 40 es un elemento de fácil adquisición, muy económico y fácil de instalar. En este caso se implementó en el asiento y espaldar del conductor. Por el motivo que esta alerta sensorial debe estar en constante contacto con el ocupante y dicha alerta se activará únicamente cuando el sistema de lubricación se encuentre en estado crítico y requiere servicio técnico.

**Figura 40**

*Motor desbalanceado*



*Nota.* Motor desbalanceado.

Estos motores se incorporaron en un forro del vehículo para mantener la estética que lleva el vehículo y pase desapercibido de las personas, pero que en el momento oportuno entre en funcionamiento. Se decidió implementar en el asiento y espaldar porque existen diferentes tipo de usuarios que tiene una manera distinta de sentarse para manejar el vehículo.

**Construcción del sistema de monitoreo**

Como se mencionó, el monitoreo del sistema está a cargo de una pantalla de 3.5 pulgadas, la cual se puede visualizar en la Figura 41. Gracias al software de programación de pantalla se logra presentar el monitoreo en tiempo real con diferentes parámetros relacionados al sistema de lubricación lo cual ayuda a entender el estado en el que se encuentra.

## Figura 41

### Monitoreo del sistema



*Nota.* Conexión de los componentes para el monitoreo del sistema a implementar.

Para una mejor comprensión de los parámetros que se presentan en la Figura 42. Se coloca márgenes alrededor de cada dato para evitar confusiones de lectura en los valores del sistema con gráficos para ayudar la comprensión del usuario.

## Figura 42

### Datos y gráficos del monitoreo



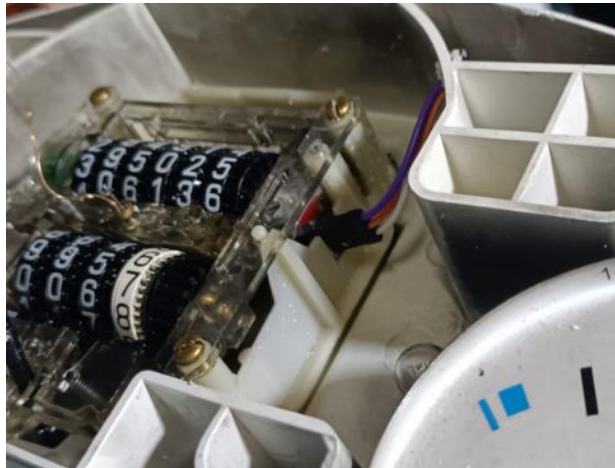
*Nota.* Monitoreo del sistema.

## **Odómetro**

La instalación del sensor infrarrojo tenía que ser en un lugar estratégico donde se mantenga una buena lectura y no perjudique a ningún componente aledaño. Por tal motivo se instaló en el odómetro como se ilustra en la Figura 43.

### **Figura 43**

*Instalación del sensor infrarrojo*



*Nota.* Instalación del sensor infrarrojo en el odómetro.

## **Construcción del control del sistema**

El sistema implementado está controlado por una placa que se presenta en la Figura 44 donde contiene toda la programación que ayuda a la toma de decisiones y a activar las diferentes alertas incorporadas en el vehículo. También se encuentran todas las conexiones de los componentes electrónicos, los cuales realizarán el trabajo designado por la programación.

**Figura 44**

*Microcontrolador*



*Nota.* Placa donde se carga la programación y se conectan los componentes para el sistema de control y monitoreo.

***Encendido a distancia***

Para llevar a cabo este encendido a distancia se procede a verificar el cableado que lleva el switch e identificar el que genere el arranque y el de los testigos del tablero. En la Figura 45 se visualiza que a cada cable se le instala un relé.

**Figura 45**

*Conexión de relés para el encendido a distancia*



*Nota.* Relés que ayudarán al encendido a distancia del vehículo.

## **Capítulo IV:**

### **Validación del sistema implementado y análisis de resultados**

En este capítulo se detalla el protocolo de operación del sistema incorporado en el vehículo para su posterior validación. Se realizan pruebas para verificar el óptimo trabajo del sistema de monitoreo, control y alerta temprana.

#### **Validación del sistema**

Para validar el sistema se crea un protocolo de operación donde se detalla los pasos que se debe seguir para su manejo, junto con su funcionamiento para que el usuario pueda operar y conozca los datos que se están presentando en la pantalla. También se indica el funcionamiento de cada alerta implementada. Por estas razones, a continuación, se detalla las diferentes pruebas realizadas al sistema de monitoreo y control con el objetivo de garantizar el correcto funcionamiento y lectura de datos en tiempo real.

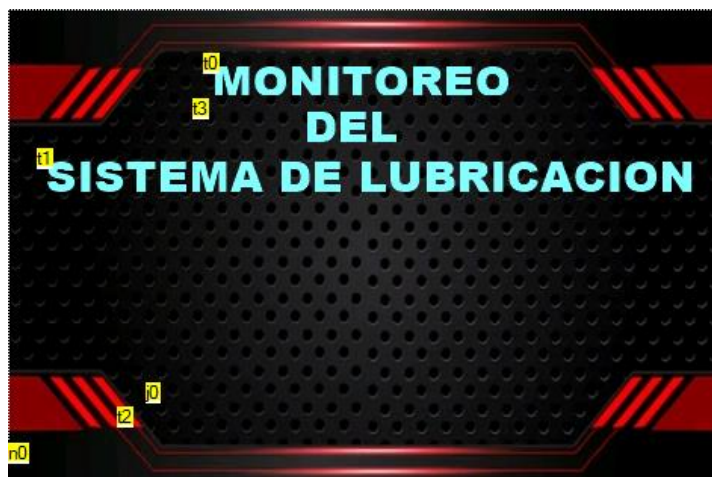
#### **Protocolo de operación del sistema**

El presente protocolo de operación del sistema se encuentra elaborado por los autores, para un manejo amigable y sencillo. Se describe a continuación los pasos para el correcto manejo de este sistema, donde se explica la reacción que tiene cada una de las alertas implementadas ante algún mal funcionamiento del sistema de lubricación. Se crea páginas personalizadas dentro de la interfaz de la pantalla. La primera página muestra una imagen de la marca y modelo del vehículo, como se observa en la Figura 46, implementado para la inicialización del sistema con una duración de 20 segundos.

**Figura 46***Imagen de inicio del sistema*

*Nota.* Marca y modelo del vehículo junto con su logo.

En la siguiente página se muestra el nombre del sistema que se crea con el título de “Monitoreo del sistema de lubricación”, como se aprecia en la Figura 47. En la parte inferior se presenta la palabra “cargando” y una barra que indicar el proceso.

**Figura 47***Presentación del sistema*

*Nota.* Leyenda del sistema.

En la siguiente página se indica la pantalla principal donde se puede observar la lectura de los datos. Se puede observar una imagen en la parte superior izquierda de aceite que cambia dependiendo de la lectura obtenida. En la parte superior derecha, el nivel de aceite con



el que cuenta el vehículo, en la parte inferior izquierda el kilometraje recorrido por el usuario y el porcentaje de aceite en la parte inferior derecha.

### ***Operación para bitácora de mantenimiento***

El cambio de aceite es un mantenimiento fundamental para los vehículos; a lo largo de la historia en la industria automotriz se ha realizado avances tecnológicos que advierten el cambio del lubricante. A pesar de eso se ha observado falencias, ya que en ciertos casos los vehículos no son conducidos por una sola persona, por lo cual esta innovación permite que el cambio de aceite sea hasta un tanto más didáctica, debido a que el nuevo sistema de control y monitoreo del sistema de lubricación es muy fácil de entender. Para el monitoreo del sistema existe una pantalla donde se puede ingresar la marca y tipo de lubricante que se utiliza en el vehículo. En la Figura 48 se visualiza dicha acción, creando así un historial que se guarda en la nube de la aplicación y esta información está disponible en el correo del usuario donde se observará el historial.

### **Figura 48**

*Ingreso de datos del lubricante*



The image shows a mobile application interface with a dark blue background and a network pattern of light blue lines and dots. At the top, the word "CONFIGURACION" is written in white capital letters. Below it, there are two input fields. The first is labeled "MARCA:" in white, with a small yellow square containing the number "10" to its left. The input field contains the text "marca". The second is labeled "TIPO:" in white, with a small yellow square containing the number "11" to its left. The input field contains the text "tipo". At the bottom center, there is a green button with the word "GUARDAR" in white capital letters. To the right of the button, there is a small yellow square containing the number "15" and a green arrow pointing to the right.

*Nota.* Parámetros para el ingreso de datos del lubricante.

### ***Operación del sistema de monitoreo***

El monitoreo del sistema de lubricación es muy importante debido a que es un sistema que permite la lubricación a las partes móviles dentro del motor. Por lo tanto, el monitoreo como se ve en la Figura 49, del cambio de aceite, nivel de aceite, presión del aceite son fundamentales para evitar daños dentro del mismo. En vista a la necesidad de la comunidad, se implementó una pantalla que muestra el tipo de aceite con el que cuenta el motor, el nivel de aceite, el recorrido que realiza el vehículo, permite el registro de datos, del cambio de lubricante, como es el tipo y marca de aceite. Todo esto va a un registro y un historial de la aplicación IoT REMOTE que se puede encontrar en Play Store de Android.

Esta aplicación da la facilidad de ver el estado de lubricación en el teléfono, lo que permite el control del sistema de lubricación a distancia mediante notificaciones. Se ha pensado también en la garantía que el usuario tiene al momento de comprar un vehículo con este sistema de monitoreo y control, siendo un beneficio para el nuevo usuario ya que este sistema permite tener un respaldo de mantenimiento que se le ha venido ejecutando al vehículo.

### **Figura 49**

*Panel de navegación*



*Nota.* Panel de navegación.

### **Alerta sonora**

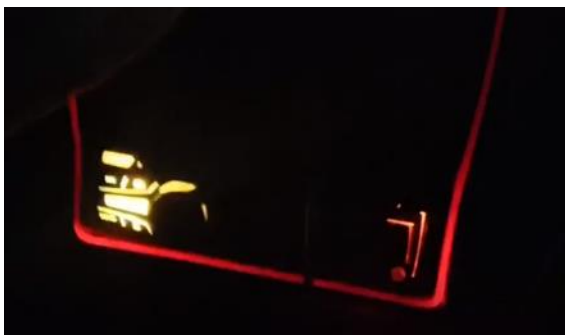
Es una alerta estimulante para el usuario, que tiene este nuevo sistema instalado en el vehículo, y una de las alertas sonoras que se ha instalado en el presente trabajo es un pequeño buzzer. Este emite un sonido que permite verificar los datos guardados correctamente en el sistema de monitoreo y control.

### **Alerta visual**

Se estableció una semaforización en la que ha dado resultados que aportan al cuidado de sistema de lubricación. Funciona inicializando con el color verde que manda una señal de su reciente cambio de aceite, continuando con el color naranja esté referencia el recorrido del aceite a partir de los 1500 km, finalizando con el color rojo como se muestra en la Figura 50 que pinta cuando el aceite está próximo a su cambio.

### **Figura 50**

*Color de la alerta visual en la noche*



*Nota.* Color rojo de la alerta visual en la noche.

### **Alerta sensorial**

Es un estímulo para el usuario, cuando la bomba de presión deja de funcionar ya sea por la falta de lubricante o por algún daño en la misma los vibradores empezaran hacer su trabajo, enviar señales de tipo sensorial lo cual alerta al usuario que algo está pasando con su vehículo en el sistema de lubricación. Por ende, está en manos del conductor orillarse y verificar que sucede con su vehículo y pedir auxilio mecánico para el mismo. De esta manera

se evitan daños mayores en el motor y a su vez se evitan costos excesivos por el mismo, comprobando así que el nuevo sistema es netamente funcional para la industria automotriz.

### ***Pantalla de control y monitoreo***

La pantalla de control y monitoreo es un pantalla de 3.5 pulgadas en la cual se refleja los datos del sistema de lubricación como es el nivel de aceite, la compuerta para el guardado de datos al momento de cambiar el aceite y filtro, la numeración del filtro que ocupa el vehículo. También aparecen parámetros como el kilometraje que recorre las cuales se acumula y al momento de cumplir los 5000 kilómetros establecidos para el cambio de aceite, todos los datos antes mencionados generan un historial en el que el usuario del nuevo sistema se puede descargar el mismo.

### **Validación del sistema implementado**

Para validar el sistema implementado, se realizan pruebas de comprobación en el mismo. Estas pruebas son: pruebas de campo, pruebas de control y monitoreo, pruebas de instalación, pruebas de alerta visual y pruebas de 0 km – 1500 km.

### ***Prueba de sistema de Monitoreo***

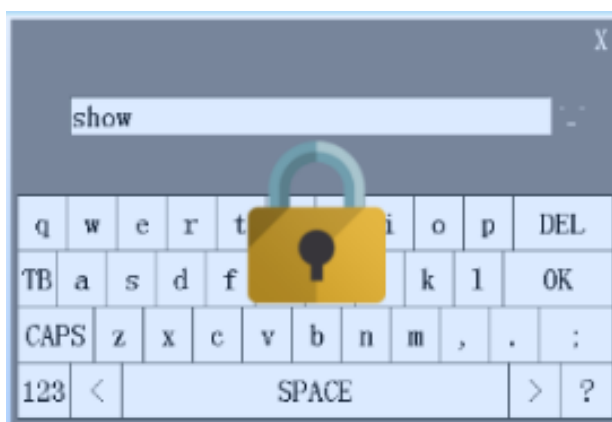
El monitoreo del sistema de lubricación se presenta en la muestra del nivel de aceite al que se encuentra el vehículo, monitorea el kilometraje que recorre guardando estos datos mediante una programación, haciendo visibles en la pantalla NEXION. Se recorre 500 km para la primera prueba de monitoreo el cual arroja datos coincidentes con lo programado, también la presión y el tipo de lubricante. La Figura 51 presenta los datos en pantalla.

**Figura 51***Interfaz de la pantalla*

*Nota.* Interfaz, datos de monitoreo y control.

### ***Prueba del sistema de Control***

Se realizó el cambio de aceite y se guarda los datos, la Figura 52 se visualiza el teclado bloqueado, cómo funciona el nuevo sistema implementado en el vehículo. Se observó que antes de guardar los datos pide una contraseña.

**Figura 52***Bloqueo del sistema*

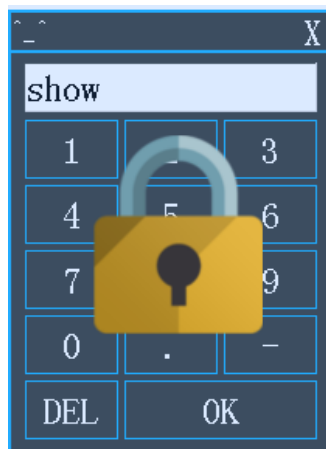
*Nota.* Bloqueo del sistema antes de poner la contraseña

Esto se implementó pensando en los pequeños de la casa ya que la pantalla está expuesta a ser manipulada por cualquier usuario que se encuentre en el vehículo. Se procede

a colocar la contraseña, tal como se muestra en la Figura 53, y hace referencia a esta acción, reflejando la pantalla en la que se coloca en tipo, marca, etc.

### Figura 53

*Interfaz de bloqueo para el usuario*



*Nota.* Interfaz de la pantalla clave a pedir.

Para el llenado los datos requeridos en la interfaz se proceden a guardar los siguientes datos:

- SAE del lubricante: 20W50
- Marca: HAVOLINE

Al guardar los datos se observa que los mismos se reflejan en el celular, consiguiendo un historial mediante el correo electrónico que se registró para acceder a la aplicación IOT REMOTE, comprobando la funcionalidad del sistema implementado en el vehículo. El manejo de la temperatura se realiza mediante un rango de tiempo sin encender a 5 minutos de funcionamiento a 800 rpm y 15 minutos de funcionamiento a 1500 rpm. En la Tabla 4 se observa los datos obtenidos sin encender el vehículo.

### Tabla 4

*Valores obtenidos sin encender el vehículo*

---

**Temperatura    Revoluciones**

---

(°C)	(RPM)
23.9	
23.2	
22.7	0
23.3	
23.2	

*Nota.* La Tabla muestra los valores obtenidos sin encender el vehículo.

Después de tomar los datos sin encender el vehículo, se procede a realizar la segunda prueba que es 5 minutos después de haber encendido a 800 rpm. En la Tabla 5 se muestra los valores obtenidos.

#### **Tabla 5**

*Valores obtenidos después de 5 minutos de haber encendido el vehículo*

Temperatura (°C)	Revoluciones (RPM)
63.0	
64.6	
65.3	800
66.2	
66.9	

*Nota.* La Tabla muestra los valores obtenidos 5 minutos después de encender el vehículo.

Después de tomar los datos con el vehículo encendido durante 5 minutos se procede a realizar una nueva toma de datos. Después de 15 minutos a 1500 rpm y los valores se pueden visualizar en la Tabla 6.

#### **Tabla 6**

*Datos obtenidos de la temperatura del aceite*

Temperatura	Revoluciones
-------------	--------------

(°C)	(RPM)
95.0	
91.2	
90.9	1500
89.6	
92.5	

*Nota.* La Tabla muestra los valores obtenidos después de 15 minutos de encender el vehículo.

Para obtener un solo valor se recolecta los valores obtenidos y se realiza un promedio como se muestra en la Tabla 7. Esto ayuda a tener un valor en específico para trabajar en las siguientes tablas.

### **Tabla 7**

*Promedio de los datos obtenidos de la temperatura de aceite*

Estado	Temperatura del aceite					
	P 1	P 2	P 3	P 4	P 5	°C
Sin encender	23.9	23.2	22.7	23.3	23.2	23.26
Encendido (5 min)	63.0	64.6	65.3	66.2	66.9	65.2
Encendido (15 min)	95.0	91.2	90.9	89.6	92.5	91.84

*Nota.* La Tabla muestra los valores obtenidos en diferentes condiciones con la cámara termográfica.

Si el sistema de control detecta un mal funcionamiento en el sistema de lubricación en la pantalla, se presentará el mensaje de “Alto falla en el sistema de lubricación” en color rojo junto con un temporizador de 5 minutos. También saldrá dos opciones donde la primera opción es “SI” en el caso de posponer el apagado del vehículo y “NO” en el caso de dar paso al apagado del vehículo, la Figura 54 presenta la pantalla de alerta.



**Figura 54**

*Mensaje de falla en el sistema de lubricación*



*Nota.* Mensaje de falla con las respectivas opciones.

### ***Prueba de la alerta visual***

#### **Prueba 1**

Para la prueba se accedió a la programación que envía la señal del cambio de color en las luces led instaladas en el vehículo. La reducción para a las pruebas fue a 5 km por color, simulando la división general que se realizó para el cambio de colores, de lo cual arroja resultados que inicia en 295749 km. Con el cambio de aceite registrando en la pantalla de control emite un color verde visualizado en la Figura 55.

**Figura 55**

*Visualización de la alerta en color verde*



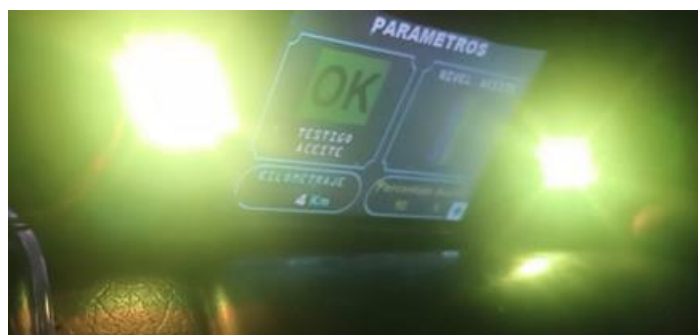
*Nota.* Semaforización al cambio de aceite (verde).

**Prueba 2**

Cuando el odómetro da 295754 km recorridos se observa el color amarillo que hace referencia al intervalo del kilometraje. De 1500 a 3250 km el color se cambiará inmediatamente al amarillo visualizado en la Figura 56.

**Figura 56**

*Visualización de la alerta en color Amarillo*



*Nota.* Semaforización al cambio de aceite (amarillo).

**Prueba 3**

Para finalizar las pruebas se recorrió hasta que el odómetro marque 265759 km, aquí se observa el cambio de color en las luces de referencia. Este color se da en el intervalo de 3250

a 5000 km, emitiendo un color rojo visualizado en la Figura 57, cumpliendo con la semaforización haciendo relevancia en el sistema de lubricación.

### Figura 57

*Visualización de la alerta en color Rojo*



*Nota.* Semaforización al cambio de aceite (rojo).

### **Prueba de la alerta auditiva**

#### **Prueba 1**

Es importante estar seguro de que se hayan guardado correctamente los datos del lubricante, por lo cual se procede hacer la prueba. En el momento que se realizó el cambio de aceite presencié el funcionamiento del sistema en el que se guardó la información y como resultado se tiene la reacción de un buzzer el cual afirma que la información introducida al panel se ha guardado con éxito. En la implementación del buzzer los decibelios que este puede emitir se encuentra en un rango de 105 dB a 0 dB, y en el momento de utilizar los 105 dB el buzzer presentaba una exigencia alta. En la Tabla 8 se muestra el rango de eficiencia del buzzer.

### **Tabla 8**

*Rango de decibelios*

Voltaje	Decibelios
(V)	(dB)

5	105
4.76	100
4.28	90
3.80	80
3.33	70
2.85	60
2.38	50
1.90	40
1.42	30
0.95	20
0.47	10

*Nota.* En la Tabla se muestra el rango de funcionamiento del buzzer.

## **Prueba 2**

El buzzer cumple una parte fundamental en el nuevo sistema debido a su funcionamiento, colindando con la presión de la bomba de aceite, modificando la presión de aceite se probó el accionar que realiza el buzzer cuando la presión varía en un intervalo de 0 a 2.86 psi, suspendiendo la música y colocándose en funcionamiento el buzzer. Se comprueba que es necesario alertar al usuario que el motor del vehículo está presentando algún tipo de falla ya sea por falta de lubricante o presión en la bomba.

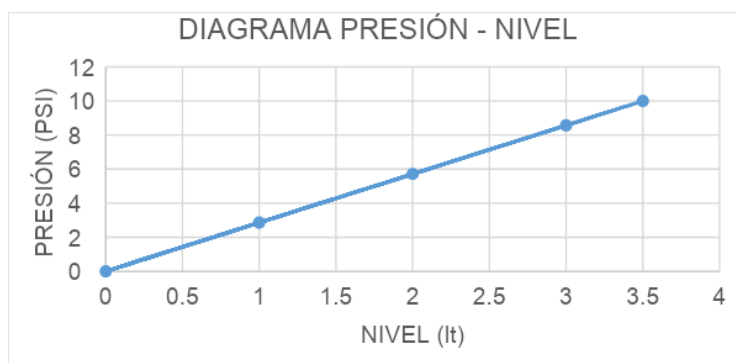
### ***Prueba de la alerta sensorial***

Los vibradores colocados en el asiento del conductor dieron como resultado su óptimo funcionamiento al no tener reacción de ningún tipo de presión en la bomba de aceite. El sistema de vibradores reacciona inmediatamente alertando al conductor que el vehículo se encuentra con alguna falla en el sistema de lubricación, evitando así algún tipo de daño mayor en el MCI; dando como resultado que el nuevo sistema instalado en el CHEVROLET CORSA

WIND 1.6L es un sistema funcional que, a más de alertar, monitorear y controlar el sistema de lubricación, evita daños severos que pueden llegar a altos costos en su reparación. Las instalaciones realizadas en el vehículo arrojan excelentes resultados que permite un monitoreo y control del sistema de lubricación, colocando en funcionamiento todas las alertas tempranas instaladas en el vehículo el cual se indica en la Figura 58.

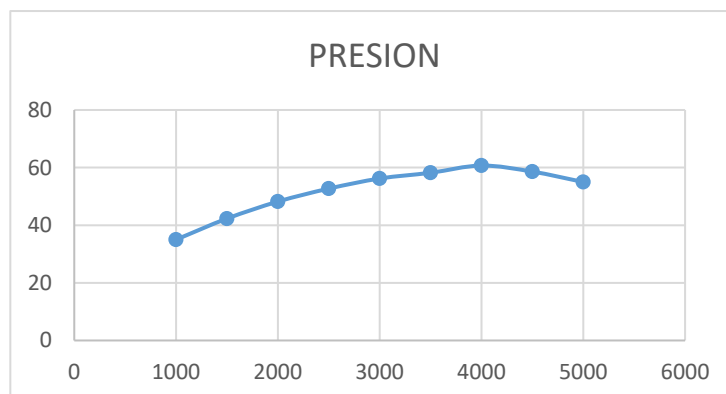
### Figura 58

*Diagrama presión – nivel*



*Nota.* Relación que tiene la presión y nivel del lubricante.

El termistor emana 10 psi en óptimas condiciones de trabajo, el cual está en óptimas condiciones de trabajo. Cuando tiene una presión de 8.3 psi se arrojan alertas que indican un consumo de aceite, llegando a su punto crítico de 2.3 psi de presión, que en esta ocasión la alerta indica que el motor está por quedarse sin lubricante y necesita un chequeo para evitar daños en el motor. En la Figura 59 se presenta un diagrama de RPM - presión.

**Figura 59***Diagrama RPM - presión*

*Nota.* Relación funcionamiento RPM - presión (psi)

### **Análisis de resultados**

Mediante el protocolo de operación del sistema de alerta temprana y las distintas pruebas que se ha realizado en el nuevo sistema implementado, sumando las comparaciones que se realizó con presiones y voltaje, los resultados que se obtienen del sistema implementado en el vehículo CORSA WIND 1.6L 2004 son eficientes. Esto con la finalidad de comprobar la validación del nuevo sistema implementado, el cual se encuentra en un rango aceptable de veracidad para el monitoreo y control del sistema, de acuerdo a las necesidades y requerimientos planteados por los autores. En las Figuras 55, 56 y 57 se observa los colores que emite esta alerta, elegidos y basados en la normativa INEN 439. En la Tabla 9 se observa el manejo de los colores al igual que tienen los semáforos, donde el color verde es “puede continuar”, amarillo “precaución” y rojo “alto”. Esta interacción dio una buena comunicación con el conductor ya que está familiarizado con los colores de un semáforo.

**Tabla 9***Colorimetría de la alerta visual*

<b>Color</b>	<b>Significado</b>	<b>Ejemplos de uso</b>
--------------	--------------------	------------------------

	Alto	Señal de parada
Rojo	Prohibición	Signos de prohibición
	Atención	
Amarillo	Peligro	Indicación de peligros (fuego, explosión, envenenamiento, etc.)
	Cuidado	Advertencia de obstáculos
Verde	Seguridad	Rutas de escape, salidas de emergencia de primeros auxilio

*Nota.* En la Tabla se muestra el significado de los colores. Tomado de (INEN 439, s/f)

El hilo led RGB implementado tiene una buena visualización por la noche y no obstruye la visibilidad del conductor. De igual manera las luces RGB implementadas en la carcasa de la pantalla se configuraron para emitir un nivel de brillo adecuado para la luz del día.

#### ***Comparación de decibelios del buzzer con la tolerancia del oído***

Como se observa en la Figura 36, el buzzer implementado tiene un alto nivel de ruido y para mejorar el sonido se tiene que limitar el paso de corriente a los parlantes, mientras que el buzzer entra en funcionamiento por 4 segundos. Una vez terminado, la corriente de los parlantes se restaurará nuevamente. Para el corte de corriente se utilizó un relé, para cuando la alerta este activa, realice el corte y después la restaure. Posterior a esto se realizó un ajuste a los decibelios que emite el buzzer y se comparó con la tolerancia que tiene el oído humano, hasta dejar en un rango que sea admisible como se muestra en la Tabla 10.

**Tabla 10**

*Comparación de decibelios del buzzer con la tolerancia del oído*

Decibelios (dB)	Tolerancia del oído
105	
100	No tolera
90	

80	
70	
60	Tolerable
50	
40	
30	
20	Ya no se escucha
10	

*Nota.* En la Tabla se muestra los decibelios tolerables para el conductor.

### ***Comparación de la temperatura con el sensor y una cámara termográfica***

Se empleó una cámara termográfica para medir la temperatura del aceite, con el propósito de contrastar los resultados del sensor con los proporcionados por la cámara. La Tabla 11 presenta la comparativa de los valores obtenidos.

**Tabla 11**

*Comparación de los valores obtenidos con el sensor vs la cámara termográfica*

<b>Estado</b>	<b>RPM</b>	<b>Sensor</b>	<b>Cámara termográfica</b>
Apagado	0	24.14	23.26
Después de 5 min.	800	65.93	65.2
Después de 15 min.	1500	92.58	91.84

*Nota.* En la Tabla se muestra la comparación de temperatura con los datos recolectados del sensor implementado con la cámara termográfica.



## Capítulo V: Marco administrativo

### Recursos

En el desarrollo del “Diseño y construcción de un sistema de alerta temprana, monitoreo y control del sistema de lubricación del motor” se ha hecho uso de diferentes recursos como:

- Recursos humano
- Recursos tecnológicos
- Recursos materiales

### *Recursos humanos*

Los miembros de este proyecto contribuyeron con conocimientos e ideas a lo largo de todo el proceso, lo cual fue fundamental para lograr y completar exitosamente el objetivo.

### *Recursos tecnológicos*

Los recursos tecnológicos empleados en la realización del trabajo de titulación se muestran en la Tabla 12.

**Tabla 12**

### *Recursos tecnológicos*

Equipo	Descripción
--------	-------------

Paquete de Microsoft office	Escritura de documentos
Software para la programación de la pantalla	Desarrollo y programación de la interfaz grafica
Software para la programación del control del sistema	Desarrollo y programación de los diferentes parámetros de funcionamiento
Software de diseño CAD	Diseño y simulación

*Nota.* En la Tabla se muestran los recursos tecnológicos utilizados para realizar el proyecto.

### ***Recursos materiales***

En la Tabla 13 se dará a conocer los materiales que se han utilizado en el trabajo de titulación.

**Tabla 13**

#### *Recursos materiales*

<b>Material</b>	<b>Cantidad</b>
Pantalla	1
Arduino Mega	1
Componentes electrónicos	20

*Nota.* En la Tabla se muestran los recursos materiales utilizados para realizar el proyecto.

### ***Financiamiento***

En la Tabla 14 se dará a conocer el costo de los componentes para realizar el trabajo de titulación.

**Tabla 14***Gastos de la investigación*

<b>Descripción</b>	<b>Costo</b>
Arduino Mega original	\$100
Pantalla inteligente HMI de 3.5 pulgadas	\$150
Cableado	\$30
Componentes electrónicos	\$550
Encendido a distancia	\$150
Acabados finales del sistema	\$100
<b>Total</b>	<b>\$1080</b>

*Nota.* En la Tabla se muestran los gastos de la investigación utilizados para realizar el proyecto.

### **Conclusiones**

El sistema de monitoreo, alertas y control para el sistema de lubricación del motor de vehículo permite al conductor recibir avisos tempranas sobre los parámetros de presión, temperatura y nivel del aceite existentes en circuito de lubricación, y próximos cambios de lubricante, con lo cual se determinará a tiempo posibles anomalías y a su vez, brindar de manera oportuna los respetivos mantenimientos de partes y componentes de mencionado sistema, protegiendo y alargado el ciclo de vida del motor.

La construcción e implementación de partes y componentes del sistema, se desarrolló a través de diversas etapas, que en primera instancia un sistema DAQ encargado de recolectar los datos de las variables inmersas en el sistema de lubricación, para luego continuar con la etapa de procesamiento de datos por medio de un algoritmo codificado en un microcontrolador (Arduino mega) y, finalmente, una etapa de monitoreo con el diseño de una interfaz intuitiva y fácil uso, desarrollada en una pantalla TOUCH (Nextion) e inclusión de alarmas sensorial, auditiva y visual, generando un proyecto sistemático y flexible para todo vehículo.

El sistema es fácil de configurar debido a que sus sensores no son invasivos y, debido a la tecnología IoT, no es necesario que el usuario lo ajuste constantemente, lo que garantiza que el sistema de lubricación del motor funcione de la mejor manera sin afectar sus parámetros originales de operación.

El sistema presenta respuestas instantáneas a errores reflejados por alarmas, con una duración entre uno y tres segundos, donde se tiene en cuenta la estabilidad y velocidad de la transmisión de datos, así como el tiempo de respuesta del oscilador interno del microcontrolador. Esto preserva la integridad del sistema de lubricación y permite el mantenimiento adecuado del mismo.

### **Recomendaciones**

Comprender los avances tecnológicos en la industria automotriz es crucial porque se pueden utilizar para entender de mejor manera el funcionamiento y la aplicación de los sistemas existentes. El conocimiento adquirido en el aula permite comprender estos desarrollos de manera más fácil y flexible porque son el punto de partida de todas estas innovaciones que pueden continuarse plasmando al incorporar mejoras en el vehículo, similares al desarrollado en el presente trabajo.

Una investigación futura debería examinar el diseño de sistemas electrónicos de alarma y monitoreo utilizando otras plataformas para registrar o almacenar parámetros o requisitos de mantenimiento que se pueden obtener de bases de datos o registros de redes.

En un futuro se puede implementar al sistema de monitoreo una aplicación que esté disponible para plataformas como Apple Store como Play Store, para que estas puedan

conectarse de manera automática por medio de Bluetooth y los datos sean leídos por medio de dicha aplicación.

Es necesario garantizar el buen funcionamiento del sistema de lubricación así como también del resto de sistemas que conforman un vehículo, pudiendo implementarse una réplica del sistema implementado en este trabajo a otros mecanismos del automóvil, previniendo así posibles fallas que puedan generarse por la falta de información de operación hacia el conductor.

## Bibliografía

- AG | Tienda Virtual. (s.f.). *AG | Tienda Virtual*. Obtenido de <https://www.agelectronica.com/?sc=compElectronicos>
- Alarcon Garamendi, H. W. (2008). *Lubricación de un motor de combustión interna y el*. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima.
- Amagua, R. (28 de Septiembre de 2014). *Implementación de un sistema de detección, control y registro de cronograma electrónico digital para cambios de aceite del motor y mantenimiento completo vehicular*. Escuela Superior Politecnica De Chimborazo, Chimborazo. Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/4692>
- Areny, R. P. (1993). *Adquisición y distribución de señales*. Barcelona.
- DS2122PSS. (s.f.). *Manual de usuario*.
- Ecarletti. (14 de Julio de 2014). *Sensores: proyecto de diseño de detectores de proximidad de bajo costo | Robots Didácticos*. Obtenido de <https://robots-argentina.com.ar/didactica/sensores-proyecto-de-diseno-de-detectores-de-proximidad-de-bajo-costo/>
- Electronics, H. T. (28 de Julio de 2021). *Using Arduino IoT Cloud with ESP8266 || Setup & Complete Guide*. Obtenido de [https://www.youtube.com/watch?v=KO-\\_zxESO18](https://www.youtube.com/watch?v=KO-_zxESO18)
- Engineering, T. d. (s.f.). Obtenido de <https://es.omega.com/prodinfo/transductores-de-presion.html>
- Figueroa, F. (2020). *SENSORICX*. Obtenido de GALGAS EXTENSIOMÉTRICAS- GUÍA COMPLETA: <https://sensoricx.com/mediciones/hablemos-de-las-galgas-extensiometricas/>
- GMM. (2004). *Manual de taller de servicio*. GMM.
- GMM. (2013). *Manual de usuario Chevrolet Corsa*.
- Huircán, J. I. (s.f.). *Convertidores Análogo-Digital y Digital-Análogo*.

Idrovo Urgiles , P., & Quintanilla Molina , L. (2010). *Aplicación de galgas extensiométricas en el laboratorio de mecánica de materiales de la Carrera de Ingeniería Mecánica para la obtención de deformaciones en elementos sometidos a cargas combinadas.*

Universidad Politécnica Saleciana, Cuenca.

Martin, R. M. (2008). *DISEÑO DE UN CONVERTOR A/D EMPLEANDO UN. ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR*, Madrid.

Martinsolutions. (2021). *Sensor Automotriz*. Obtenido de <https://sensorautomotriz.com/sensor-de-presion-de-aceite/>

Mecafenix. (2023). *Que es el buzzer y como funciona (zumbador)*. Obtenido de <https://www.ingmecafenix.com/electronica/componentes/el-buzzer/>

Online, E. (10 de Noviembre de 2020). *Electrónica Online*. Obtenido de <https://electronicaonline.net/electronica-automotriz/>

PrototipadoLAB. (05 de Mayo de 2018). *PrototipadoLAB*. Obtenido de <https://prototipadolab.com/2018/05/05/que-son-los-sensores/>

Spares, A. (s.f.). *Diferencia entre las tiras LED SMART y tiras LED RGB ordinarias*. Obtenido de <https://all-spares.com/es/articles-and-video/what-is-the-difference-between-smart-led-strips-and-regular-rgb-strips/>

Zhou, B. (6 de Junio de 2023). *NEXTION*. Obtenido de <https://nextion.tech/>

**Anexo**