



Powered by
Arizona State University

INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

**Proyecto Previo a la Obtención del Título de Ingeniero en
Mecánica Automotriz**

Autor: Klever Jesús Suárez Jordán

Tutor: Ing. Fernando Gómez Berrezueta, M.Sc.

**Implementación de un Sistema de Control de Temperatura
Automatizado para Climatización Interna de Cabina Vehicular**

Guayaquil-Ecuador |2024

Certificado de Autoría

Yo, Suárez Jordán Klever Jesús, declaro bajo juramento, que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido presentado anteriormente para ningún grado o calificación profesional y que se ha consultado la bibliografía detallada. Cedo mis derechos de propiedad intelectual a la Universidad Internacional del Ecuador, para que sea publicado y divulgado en internet, según lo establecido en la Ley de Propiedad Intelectual, reglamento y leyes.

Suárez Jordán Klever Jesús

C.I.: 0950458752

Aprobación del Tutor

Yo, Fernando Gómez Berrezueta certifico que conozco al autor del presente trabajo siendo responsable exclusivo tanto de su originalidad y autenticidad, como de su contenido.

Ing. Fernando Gómez Berrezueta, M.Sc.

Director de Proyecto

Dedicatoria

" Dedico este proyecto de titulación a las personas que creyeron en mí, que aportaron con su ayuda, gracias por ser parte de este proceso a lo largo de mi carrera académica. A mi familia, por su gran apoyo incondicional, por su amor y constante estímulo, que me siguen motivando para grandes objetivos. A mi profesores y mentores cuyo conocimiento compartido he podido adquirir conocimientos y ser parte del grupo de profesionales de la institución."

Klever Jesús Suárez Jordán

Agradecimiento

Quiero iniciar siendo agradecido con mi tutor el Ing. Fernando Gómez, gracias por el apoyo brindado, orientación experta y constante seguimiento de este proyecto, no cabe duda la clase de tutor que es para esta institución. Este logro significa mucho, para lo que creyeron en mí quiero decirles, gracias en especial a mi esposa, madre, y mi hija que ha sido la motivación perfecta para lograr este objetivo que me he trazado en la vida. Agradezco a mis compañeros de aula, a mis profesores, a los guardias, a los consejeros por enseñarnos un poco de ellos, por las risas y los enojos, este tramo de estudio en esta valiosa institución ha sido un buen pasaje en el transcurso de mis estudios, sin nada más que acotar quedo agradecido de por vida por enseñarme y educarme prestigiosa Universidad Internacional del Ecuador. ¡Gracias!

Klever Jesús Suárez Jordán

Índice General

Certificado de Autoría.....	iii
Aprobación del Tutor.....	iv
Dedicatoria.....	v
Agradecimiento.....	vi
Índice General.....	vii
Índice de Figuras.....	x
Índice de Tablas.....	xii
Resumen.....	xiii
Abstract.....	xiv
Capítulo I.....	1
Antecedentes.....	1
1.1 Tema de Investigación.....	1
1.2 Planteamiento, Formulación y Sistematización del Problema.....	1
1.2.1 Planteamiento del Problema.....	1
1.2.2 Formulación del Problema.....	4
1.2.3 Sistematización del Problema.....	4
1.3 Objetivos de la Investigación.....	5
1.3.1 Objetivo General.....	5
1.3.2 Objetivos Específicos.....	5
1.4 Justificación y Delimitación de la Investigación.....	5
1.4.1 Justificación Teórica.....	5
1.4.2 Justificación Metodológica.....	7
1.4.3 Justificación Práctica.....	8
1.4.4 Delimitación Temporal.....	9

1.4.5	<i>Delimitación Geográfica</i>	9
1.4.6	<i>Delimitación del Contenido</i>	9
	Capítulo II	11
	Marco Referencial	11
2.1	Marco Teórico	11
2.1.1	<i>Conceptos Preliminares</i>	12
2.1.2	<i>Sensores</i>	12
2.1.3	<i>Sistema Elevelunas</i>	13
2.1.4	<i>Elementos del Sistema de Elevelunas</i>	13
2.1.5	<i>Controles Eléctricos Elevelunas</i>	14
2.2	Marco Conceptual	16
2.2.2	<i>Sistema de Medición del Sensor de Temperatura de Cabina del Vehículo</i>	17
2.2.3	<i>Resistencia del Sensor de Temperatura</i>	18
2.2.4	<i>Rayos del Sol en Interior de Cabina Vehicular</i>	19
2.2.5	<i>Máximas Temperaturas y Daños dentro de Cabina Vehicular</i>	19
2.2.6	<i>Condiciones de Calentamiento Solar</i>	20
2.2.7	<i>Propiedades del Sensor de Temperatura</i>	20
2.2.8	<i>Tecnología de los Sensores</i>	21
2.2.9	<i>Comercialización de Vehículos Livianos en el Ecuador</i>	21
2.2.10	<i>Sistema de Conectividad del Sensor de Temperatura</i>	22
2.2.11	<i>Economía de los Sensores</i>	22
	Capítulo III	23
	Implementación de un Sistema de Control de Temperatura Automatizado	23
3.1	Elementos de Implementación	23
3.2	Circuito de Conexión General	32

3.3	Vehículo a Implementar.....	33
3.4	Código Arduino 1	35
3.5	Metodología Aplicada.....	35
3.5.1	<i>Métodos</i>	35
3.5.2	<i>Tipo de Estudio</i>	37
3.5.3	<i>Investigación Exploratoria</i>	37
3.5.4	<i>Investigación de Campo</i>	38
3.5.5	<i>Investigación Aplicada</i>	38
	Capítulo IV.....	40
	Adaptación del Prototipo al Vehículo.....	40
4.1	Descripción	40
4.1.1	<i>Conexión del Prototipo Electrónico</i>	43
4.1.2	<i>Pruebas de Funcionamiento</i>	45
4.1.3	<i>Modificación del Sistema de Elevavidrios</i>	46
4.1.4	<i>Formato General</i>	48
4.1.5	<i>Obtención de Datos</i>	49
	Conclusiones	51
	Recomendaciones	52
	Bibliografía	53
	Anexo	55
	Código de Arduino 1.....	55

Índice de Figuras

Figura 1 <i>Transición de Cambios Climáticos</i>	3
Figura 2 <i>Variación Climática Universal</i>	4
Figura 3 <i>Sistemas Elevavidrios o Elevelunas por Cable de Tracción</i>	14
Figura 4 <i>Switch Elevavidrios de Kia Sportage 2012</i>	15
Figura 5 <i>Función del A/C Actuando contra la Insolación en Cabina Interna del Vehículo</i> ...	16
Figura 6 <i>Medidor de Temperatura Digital en Pantalla LCD</i>	17
Figura 7 <i>Termistor con Señal Digital de Resistencia 10k</i>	18
Figura 8 <i>Rayos de Sol en Parabrisa Frontal Principal</i>	19
Figura 9 <i>Ventas de Vehículos por Segmento en el Ecuador</i>	21
Figura 10 <i>Relé 8 Canales 5v Arduino no Sólido</i>	26
Figura 11 <i>Módulo Regulador XL4015 5A</i>	27
Figura 12 <i>Módulo W1209 Control de Temperatura</i>	28
Figura 13 <i>Arduino 1 WeMos D1</i>	30
Figura 14 <i>Bluetooth HC-06</i>	31
Figura 15 <i>Arnés Universal de 16 Cables</i>	32
Figura 16 <i>Circuito General de Conexión</i>	33
Figura 17 <i>Modificación de Paso de Entrada de Cables (Antes y Después)</i>	34
Figura 18 <i>Kia Rio Stylus 2013 1.5</i>	35
Figura 19 <i>Montaje del Sistema</i>	40
Figura 20 <i>Sistema en el Vehículo</i>	41
Figura 21 <i>Integración del Sistema Embebido en el Vehículo</i>	42
Figura 22 <i>Indicador de Temperatura</i>	42
Figura 23 <i>Prototipo con el Cableado Eléctrico</i>	43
Figura 24 <i>Verificación del Conexión del Cableado</i>	44

Figura 25 <i>Identificación del Cableado</i>	44
Figura 26 <i>Pruebas de los Sockets de Conexión</i>	45
Figura 27 <i>Indicador de Funcionamiento</i>	45
Figura 28 <i>Sensor de Temperatura</i>	46
Figura 29 <i>Desmontaje del Sistema</i>	49
Figura 30 <i>Datos de Temperatura Obtenidos del Sistema</i>	50

Índice de Tablas

Tabla 1 <i>Valores de Temperatura – Sistema en Funcionamiento</i>	50
---	----

Resumen

El proyecto de "Implementación de un Sistema de Control de Temperatura Automatizado para Climatización Interna de Cabina Vehicular" tiene como objetivo principal desarrollar un sistema innovador que mejore la gestión térmica dentro de vehículos automotores. Este sistema automatizado se encarga de regular la temperatura interna de la cabina de manera eficiente y precisa, proporcionando un ambiente confortable para los ocupantes del vehículo. Para lograr este objetivo, el proyecto involucra varias etapas. En primer lugar, se llevará a cabo un análisis detallado de las necesidades y requisitos del sistema de climatización, considerando factores como el tamaño de la cabina, el número de ocupantes y las condiciones ambientales externas. A continuación, se procede al diseño e implementación de los componentes del sistema, usando un Arduino, que incluirán sensores de temperatura colocados estratégicamente en la cabina, así como actuadores que controlarán los dispositivos de climatización, como el aire acondicionado y la calefacción. Una vez instalado el sistema, se realizan pruebas exhaustivas para verificar su funcionamiento y calibrar los ajustes necesarios. Durante esta fase de pruebas, se recopilan datos sobre el rendimiento del sistema en diferentes condiciones ambientales y de uso del vehículo. Finalmente, se llevará a cabo una evaluación del impacto del sistema de control de temperatura automatizado en términos de confort del usuario. Se analizarán los datos recopilados durante las pruebas y se realizarán ajustes finales al sistema según sea necesario.

Palabras Clave: Vehículo, climatización, temperatura automatizada, sensores.

Abstract

The main objective of the project "Implementation of an Automated Temperature Control System for Internal Air Conditioning of Vehicle Cabins" is to develop an innovative system that improves thermal management within motor vehicles. This automated system is responsible for regulating the internal temperature of the cabin efficiently and precisely, providing a comfortable environment for the vehicle's occupants. To achieve this objective, the project involves several stages. Firstly, a detailed analysis of the needs and requirements of the air conditioning system will be carried out, considering factors such as the size of the cabin, the number of occupants and the external environmental conditions. Next, we proceed to the design and implementation of the system components, using an Arduino, which will include temperature sensors strategically placed in the cabin, as well as actuators that will control climate devices, such as air conditioning and heating. Once the system is installed, extensive tests are performed to verify its operation and calibrate the necessary settings. During this testing phase, data is collected on system performance under different environmental and vehicle usage conditions. Finally, an evaluation of the impact of the automated temperature control system in terms of user comfort will be carried out. Data collected during testing will be analyzed and final adjustments will be made to the system as necessary.

Keywords: Vehicle, air conditioning, automated temperature, sensors.

Capítulo I

Antecedentes

1.1 Tema de Investigación

Implementación de un sistema de control de temperatura automatizado para climatización interna de cabina vehicular.

1.2 Planteamiento, Formulación y Sistematización del Problema

En Ecuador se tiene más de un millón y medio de vehículos motorizados, lo que conlleva a mucha contaminación en el medio ambiente, ya que Ecuador es un país subdesarrollado, debido a las organizaciones y mandatarios que no implementan normas de cuidado ambiental.

1.2.1 Planteamiento del Problema

Comprender los cambios climáticos, es un tema difícil de asimilar ya la población es causante de la contaminación, enfatizando en los motores de combustión interna, en la cultura de actual, no implementación de normas de ingresos de vehículos que cumplan con la estandarización de cuidado del medio ambiente.

En el año 2015 Ecuador registro 1'925.368 en vehículos motorizados, lo que impulsa a la contaminación ambiental, en Ecuador no existen normas de tránsito sobre el cuidado ambiental y si fuera tal caso no la cumplen, por el mismo motivo las casas comerciales han tenido éxito en las ventas de vehículos híbridos y eléctricos (Riofrio, 2016).

Los vehículos híbridos tienen una comercialización desde el año 2009, hasta el año 2017 se han vendido en el Ecuador más de 12.989 unidades, y una de las marcas más reconocidas en el Ecuador y por sus ventas es la marca Toyota (El Universo, 2017).

La implementación de un sistema de control de temperatura automatizado para climatización interna de cabina vehicular es muy necesario por las altas temperaturas que está

sometido Ecuador, su implementación dará muchos beneficios ante dicha implementación, el costo de este sensor no será de una inversión grande, al contrario, es un bajo costo.

Actualmente en la industria automotriz, ningún tipo de vehículo consiste con la de un sistema de control de temperatura automatizado para climatización interna de cabina vehicular, a como avance la tecnología y los cambios climáticos empeoren se necesitará innovaciones.

El acondicionamiento de las personas y conductores necesitan tener un confort dentro de su vehículo, y más aún cuando esta elevada las temperaturas, se puede dañar el sistema de refrigeración de aire acondicionado y es allí donde la implementación de un sistema de control de temperatura automatizado será la solución a las insolaciones.

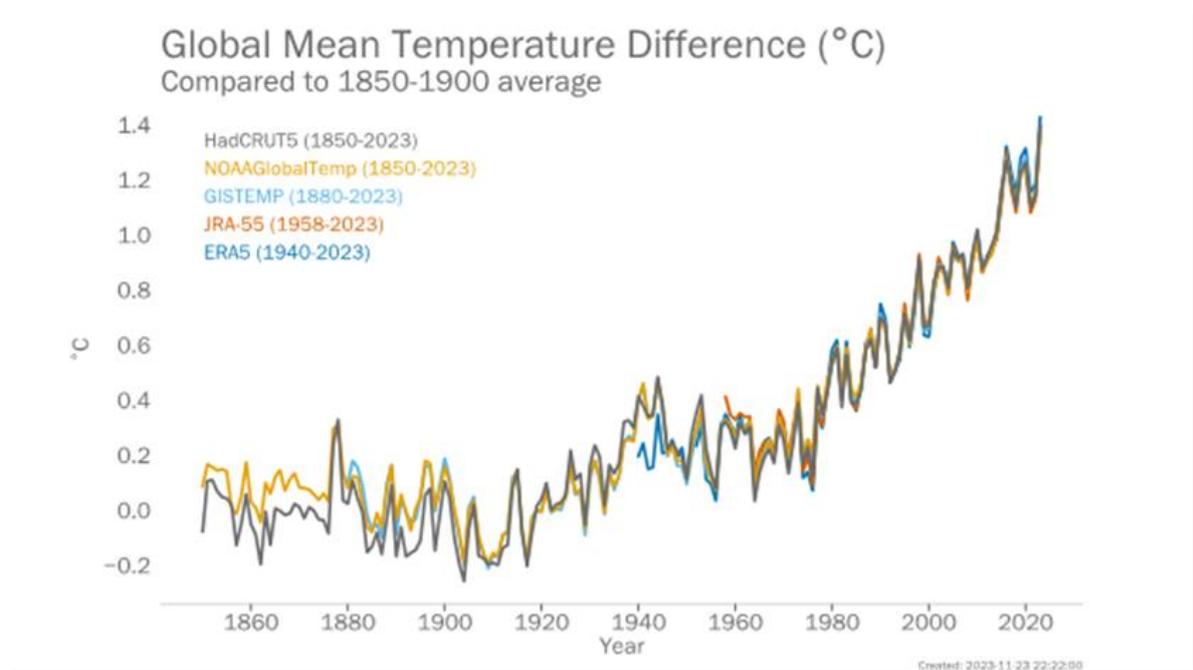
Mitsubishi Motor recomienda a los conductores poner el aire acondicionado en aire fresco durante unos 10 minutos. Usar el ajuste de recirculación significa que sólo estás moviendo ese aire caliente, atrapado alrededor de tu vehículo. (Mitsubishi Motors, 2021).

Hay muchas cosas que pueden provocar enfermedades dentro del vehículo debido a las insolaciones es por esto por lo que dentro de este proyecto se implementó el sistema de control de temperatura automatizado para climatización interna de cabina vehicular, que tratara de dispensar un poco estas insolaciones, en el presente año 2023 se ha denominado el año más caluroso de todos los tiempos.

En el presente año 2023 la Organización Meteorológica Mundial ha anunciado que la temperatura aumento 1.4 grados de lo normal batiendo los récords de todos los tiempos, se ha estado presenciando el aumento de temperatura por el fenómeno del niño según la OMM (Organización Meteorológica Mundial, 2023) pero en Ecuador, el fenómeno del niño no ha causado tanta influencia ya que la sequía del agua no se ha presenciado, y los calentamientos se ven notables (Figura 1).

Figura 1

Transición de Cambios Climáticos

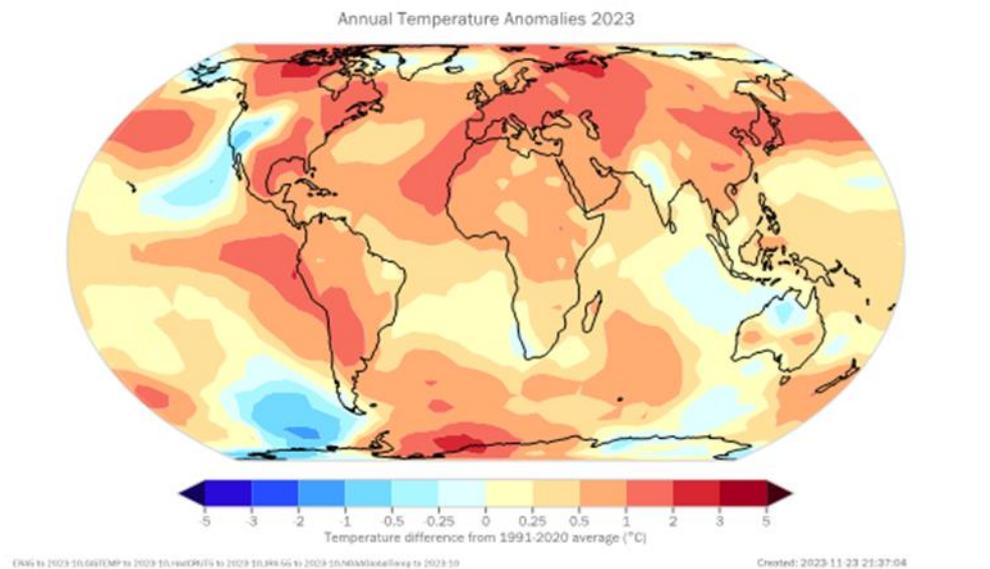


Tomado de: <https://wmo.int/es/news/media-centre/los-records-climaticos-se-han-sucedido-en-2023-y-han-conllevado-graves-consecuencias>

En Ecuador se ha incrementado mucho las insolaciones, por el Fenómeno del Niño, pero la Oficina Nacional de Administración Oceánica y Atmosférica, da su certeza que el fenómeno se presentara en Ecuador en el mes de diciembre 2023 y enero del 2024, actualmente no existe la presencia de este, y esto hace que la temperatura aumente, ya que la OMM enseña y se puede situar en la escala de insolaciones más afectadas hasta de un rango 3 a 5, se espera que con el Fenómeno del Niño pueda este, ayudar a la disminución solar (Figura 2).

Figura 2

Variación Climática Universal



Tomado de: <https://wmo.int/es/news/media-centre/los-records-climaticos-se-han-sucedido-en-2023-y-han-conllevado-graves-consecuencias>

Con la implementación se va a tratar de reducir, las insolaciones que se presenten en el interior de la cabina vehicular que por muchos años no se ha implementado y se espera que sea de gran éxito en la industria.

1.2.2 Formulación del Problema

¿El proyecto se dará para el cambio de temperatura en el interior del vehículo, conllevará al conductor y los pasajeros a sentir comodidad en el transcurso vial?

1.2.3 Sistematización del Problema

- ¿Qué incide a implementar este control de temperatura automatizado?
- ¿Qué beneficio tendrá esta implementación de un sistema de control de temperatura automatizado para climatización interna de cabina vehicular?
- ¿Tendría algún peligro la implementación del control de temperatura automatizado?

1.3 Objetivos de la Investigación

1.3.1 Objetivo General

- Implementar de un sistema de control de temperatura automatizado para climatización interna de cabina vehicular que parametrize los valores de condiciones ambientales y técnicas influyentes en la confortabilidad del conductor y pasajeros.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Realizar un circuito eléctrico-electrónico de un de un sistema de control de temperatura automatizado mediante el uso de componentes de simulación y verificación del circuito.
- Modificar el sistema de elevavidrios, siguiendo el procedimiento técnico que garantice el acceso de ventilación externa automática.
- Verificar los valores y comprobaciones de los parámetros de confortabilidad en el interior del vehículo usando guías de control y visualización de valores.

1.4 Justificación y Delimitación de la Investigación

Definiendo los objetivos de nuestra investigación e implementación se puede dar el respetivo análisis de la justificación y delimitación sobre el proyecto dado. El fin es dar a los conductores una mejor confortabilidad y evitar las insolaciones, respondiendo a todas las preguntas plasmadas.

1.4.1 Justificación Teórica

Los altos cambios climáticos son la razón de este proyecto, las altas temperaturas solares son muy frecuentes a nivel mundial es por esto por lo que se implementa el sistema de control de temperatura automatizado para la climatización interna de cabina vehicular, siendo este una posible y grande solución a las insolaciones que se viven dentro del vehículo, que inclusive afecta a todos los pasajeros.

La implementación de un sistema de control de temperatura automatizado para la climatización interna de la cabina vehicular tiene varias justificaciones teóricas fundamentales que respaldan su utilidad y eficacia. A continuación, se presentan algunas de estas justificaciones:

- **Comodidad del conductor y pasajeros:** Mantener una temperatura interior confortable es esencial para garantizar una experiencia de conducción agradable. Un sistema de control de temperatura automatizado puede ajustar la temperatura según las preferencias del conductor y los pasajeros, lo que mejora significativamente su comodidad durante el viaje.
- **Seguridad vial:** La comodidad térmica del conductor puede influir en su nivel de atención y concentración mientras conduce. Un ambiente interior demasiado caliente o frío puede distraer al conductor, afectando su capacidad para reaccionar ante situaciones de tráfico adversas. Por lo tanto, un sistema de climatización automatizado puede contribuir a mantener condiciones óptimas dentro de la cabina, promoviendo así la seguridad vial.
- **Eficiencia energética:** Los sistemas de control de temperatura automatizados pueden optimizar el uso de energía al regular la cantidad de calor o frío generado para mantener la temperatura deseada. Esto puede reducir el consumo de combustible o energía eléctrica del vehículo en comparación con los sistemas manuales, lo que resulta en un menor impacto ambiental y costos operativos más bajos a largo plazo.
- **Adaptabilidad a las condiciones externas:** Los sistemas automatizados pueden ajustar rápidamente la temperatura interior del vehículo en respuesta a cambios en las condiciones climáticas externas, como la temperatura ambiente, la humedad y la radiación solar, como las que suceden en Guayaquil. Esto asegura un nivel

constante de confort térmico independientemente de las condiciones externas, lo que es especialmente beneficioso en entornos climáticos variables.

- Reducción del estrés térmico: La exposición prolongada a temperaturas extremas puede provocar estrés térmico en los ocupantes del vehículo, lo que puede afectar su salud y bienestar. Un sistema de control de temperatura automatizado puede prevenir el estrés térmico al mantener un ambiente interior dentro de los límites de confort humano, lo que es especialmente importante en regiones con climas extremos.

En resumen, la implementación de un sistema de control de temperatura automatizado para la climatización interna de la cabina vehicular se justifica teóricamente por su capacidad para mejorar la comodidad de los ocupantes, promover la seguridad vial, optimizar la eficiencia energética, adaptarse a las condiciones externas y reducir el estrés térmico. Estas ventajas contribuyen en última instancia a una experiencia de conducción más placentera, segura y sostenible.

1.4.2 Justificación Metodológica

El uso del sistema de control de temperatura automatizado para climatización interna de cabina vehicular este dado para que en el interior del vehículo el conductor y los pasajeros no estén tan expuestos a la radiación solares, que en Ecuador se ve tan afectado por las insolaciones, el sistema está dado para que no tengan que bajar los vidrios en un momento caluroso y de insolaciones.

La elaboración de este es totalmente nueva, una innovación para la industria que lo necesita y le urge la implementación, cabe resaltar que no se viven en buenos tiempos ya que se está expuesto a la delincuencia y el sistema está dado para una conexión directa, pero esta va a cambiar por el motivo del riesgo que se puede tener que son, el robo, el peligro de la

sustracción de cosas y objetos que estén al alcance de los hurtadores, y su conexión será por medio de corriente cerrando el switch.

Existen algunas investigaciones acerca de cómo evitar las insolaciones dentro del vehículo, pero no se ha dado nada como este sistema de control de temperatura automatizado para la climatización de cabina interna vehicular, y espero que sea un gran aporte a nuestra industria automotriz.

1.4.3 Justificación Práctica

Mediante la implementación del proyecto se puede obtener grandes beneficios y tratar de reducir las insolaciones dentro del vehículo, existen diversas formas de hacerlo, pero se ha implementado Arduino, bluetooth, regulador de voltaje y termostato o sonda, medidor digital de temperatura, conductores eléctricos de excelente resistencia al calor, se implementa estos dispositivos ya que su alta resistencia al calor es eficaz.

La elección de estos dispositivos dependerá mucho de su eficiencia al momento de su trabajo, es por eso por lo que se ha decidido tomar los mejores y estos se pueden clasificar en varias calidades y características las cuales son:

- Conductores eléctricos calibre 16, para este proyecto se necesita de un buen conductor eléctrico ya que es primordial y puede garantizarnos su resistencia al calor por eso se ha decidido implementarlo en la marca Incable, prestigiosa empresa de 35 años garantizando su calidad y resistencia.
- Diseño de estructura de soporte de proyecto, únicamente su diseño será una caja que pueda soportar el calor, se situará en la parte inferior de la secreta del vehículo, para evitar un sobrecalentamiento de piezas que se sitúan en la caja, donde están el Arduino 1, regulador de voltaje y el bluetooth.

En la práctica de la implementación, no se pudo observar ningún tipo de avería, se ha hecho la prueba constantemente, pero debido al tema de seguridad y peligro que vive

Ecuador, fue necesario hacer una modificación al tema de corriente, al cual estaba predeterminado una corriente continua y se hizo una corriente al cerrar el contacto del cilindro de la llave (Gómez, 2023).

Por lo tanto, es importante recordar que este cambio afectara un poco el tema de la climatización interna del vehículo, sin verse afectado el dispositivo de lo cual estaba predominado, según Michelin, los autos tienen a calentarse porque su estructura está hecha de acero y aluminio, y estos materiales absorben más calor, y en la actualidad los vehículos modernos están compuestos por parabrisas que pueden filtrar un 5% de los rayos se reflejan, el vidrio absorbe el 25% y el 70% restante penetra dentro del vehículo.

1.4.4 Delimitación Temporal

La implementación se ejecuta desde el mes de septiembre 2023 hasta enero 2024, tiempo que es necesario para hacer pruebas, cabe recalcar que la investigación se empezó desde el mes de abril 2023 y se concluye hasta febrero 28 del año 2024.

1.4.5 Delimitación Geográfica

La implementación se desarrolla en los vehículos de segmentos tipo D, Familiares – medianos en la ciudad de Guayaquil, sector centro y oeste.

1.4.6 Delimitación del Contenido

El primer capítulo está enfocado al establecimiento de una justificación sobre el sobrecalentamiento que se sitúa dentro del vehículo y como puede este perjudicar al consumidor, dado esto se procede hacer una investigación profunda sobre las radiaciones dentro de la cabina vehicular, proceso que se lleva a cabo desde abril 2023 hasta el año próximo del mes de enero.

El segundo capítulo abarca el marco referencial que nos explicará y nos dará la certeza que la investigación es plenamente autentica. Se da la información de economía del

sensor, donde se debe situar el mismo, y su gran aporte a la industria que ayuda mucho a la insolación interna.

El tercer capítulo está basado completamente a la implementación, sea este la conexión, el código de programación, piezas y características de estos.

El cuarto capítulo se presenta los valores y los datos obtenidos de estos.

Capítulo II

Marco Referencial

2.1 Marco Teórico

Desde el año 1911, cuando se diseñó el sistema de encendido eléctrico ha establecido comodidad, se reemplazó las manivelas, esto ha hecho de nuestra industria automotriz un crecimiento enorme, pero los cambios climáticos es un peligro que aún no se controla, en la industria automotriz se ha reducido este calentamiento global, muchos de los vehículos actualmente denominados eléctricos reducen este problema del calentamiento global (Gestion, 2015).

Actualmente ningún vehículo se ha propuesto a tener un control de temperatura en el interior de la cabina, básicamente se tiene muchos sensores, pero en la industria automotriz aún no se implementan, por tal motivo se ha propuesto este control, con la ayuda de esta implementación de un sistema de control de temperatura automatizado para climatización interna de cabina vehicular.

Para alguna instalación o implementación de sensor o electrónicos se debe recordar que existen tres modelos de circuitos electrónicos que son el circuito abierto, cortocircuito y alta resistencia, en el circuito abierto se refiere a cuando esta interrumpido lo cual la corriente deja de fluir, cuando está en cortocircuito da referencia cuando se tiene una anomalía y por último el de alta resistencia es cuando la cantidad de corriente se reduce (Denton, 2016).

Según Michelin los daños que pueden verse afectado dentro del vehículo, ya que por las altas temperaturas estas pueden ser las quemaduras, ya que la temperatura aumenta 1 grado por minuto hasta estabilizarse en torno a los 70 grados centígrados en el aire, y los 80 grados centígrados en el salpicadero, el volante y los asientos (Michelin, 2023).

2.1.1 Conceptos Preliminares

Los calentamientos globales han afectado mucho al ser humano, y al planeta tierra, la madre naturaleza, tanto como glaciares y sequías de lagos etc. Algunos gases poliatómicos pueden absorber y remitir la radiación produciendo el denominado efecto invernadero al retener en la atmósfera una parte de la energía adquirida por el sol.

Las emisiones de CO₂ actualmente oscila entre los 7 a 8 millones de toneladas al año, que podrían duplicarse en los próximos 50 años, estas emisiones provienen de gas natural y petróleo, la producción de energía por combustión de carbón y la industria del cemento (Porto, 2009).

2.1.2 Sensores

Se los denominan con el nombre de sondas, cuya función en la industria automotriz es monitorear todas las condiciones operativas del automóvil, y que va a hacer controlada a través de un módulo de control, con fin de llevar información. Su función es muy compleja ya que cuando reciben una magnitud física o química las convierten en señales eléctricas y le informan a la ECU, Unidad de Control Electrónica o llamada computadora del vehículo. Los sensores son una parte fundamental en la industria ya que ayuda a ver el rendimiento y el correcto funcionamiento del motor (Sensor Automotriz, 2017).

El sensor de temperatura que está previsto a implementarse es de sonda, que su forma es tipo alargada y pueden ser utilizado para el control y medición de la temperatura. La sonda está conectada a un sensor que detecta y puede convertir la temperatura en una señal eléctrica, esta señal es procesada y reflejada a su vez en un panel digital (Reuscher, 2024)

Esta sonda está compuesta por un recubrimiento de metal, ya que se somete a grandes temperaturas y que dentro de este recubrimiento se tiene al sensor de temperatura que se le denomina AT, la cual es la que recibe los cambios de temperatura (Lambda, 2023).

2.1.3 Sistema Elevalunas

Actualmente el sistema de elevavidrios se ha actualizado ya que su sistema de subida y bajada se da por un cable de acero como, lo es en gran parte de la actualidad un mecanismo de cuerda de acero para dar el movimiento lineal de sus vidrios o lunas (Chiluisa, 2010).

Su funcionamiento se da por un alambre o cordón tirante, el motor eléctrico impulsa al tambor conectado a un cordón con la ayuda de un tornillo sin fin.

En el tambor se sitúan dos cordones tirantes de acero que están diseñados para que con el giro un extremo se enrolle y el otro se desenrolle.

Max Brose autor del gran invento de sistemas elevalunas o sistema elevavidrios y que lo patento cuando hizo su primer sistema de elevavidrios moderno en el año 1926.

El accionamiento de los sistemas elevavidrios eléctricos se puede obtener por medio de un mecanismo que consta de un motor y un mecanismo que transforma el movimiento lineal de subida y bajada que tendrá conexión con las lunas o vidrios de las puertas del vehículo.

2.1.4 Elementos del Sistema de Elevalunas

Los elementos del sistema vienen variados, ya que por su distinta fabricación se puede encontrar con sistema de tijeras y sistemas de cordones tirantes de acero, entre los más comerciales en el mercado, su diferencia se identifica en los elementos y el tiempo de subida y bajada del sistema (Cavenaro, 2020).

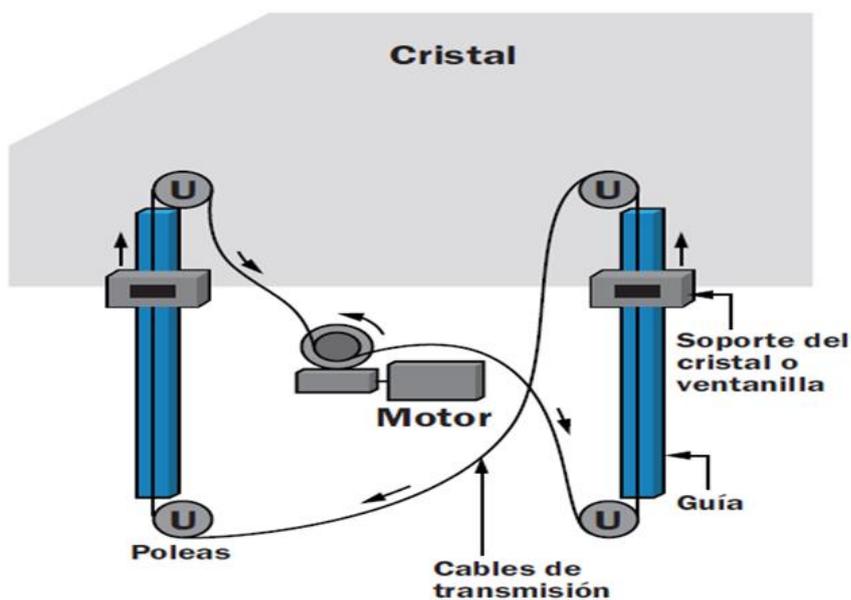
El mecanismo de elevalunas puede optar por diversas formas, se describe según su constitución:

- Cable de tracción: se lo puede denominar también con el nombre de cordones tirantes de acero, en donde el motor mueve un cable de tracción en ambos sentidos, como pueden observar en la Figura 3.

- Cable rígido de accionamiento: el motor mueve uno u otro sentido un cable rígido normalmente dentado parecido al que se utiliza en el sistema de limpiaparabrisas.
- Brazos articulados: el motor acciona un sector dentado que se articula a unas de las palancas en forma de tijera.

Figura 3

Sistemas Elevavidrios o Elevelunas por Cable de Tracción



Tomado de: <https://electrotec.pe/>

2.1.5 Controles Eléctricos Elevelunas

Los controles o switches elevavidrios se dividen en dos sean estos mecánicos o eléctricos, pero en la implementación que se realiza solo se puede usar sistemas eléctricos, ya que la funcionalidad de la implementación sería la adecuada, la función de los switches eléctricos elevavidrios es de subir y bajar, se conectan con el motor eléctrico que dará la señal para convertir el movimiento rotativo en un movimiento lineal, a la cual está diseñado el mecanismo.

Los switches máster son lo que dan la conexión a los switches secundarios, si existe una desconexión del switch máster los demás switches no podrán ni subir ni bajar los vidrios,

en la implementación se ha sacado la conexión desde el switch máster con la finalidad de reducir los metrajes de instalación. En los vehículos de segmentos SUV (Sport Utility Vehicle) y MPV (Multi Purpose Vehicle) contienen desde 12 pines hasta 18 pines como se puede ver en la Figura 4, en donde se observa un switch máster de un Kia Sportage con 16 pines (Figura 4).

Figura 4

Switch Elevavidrios de Kia Sportage 2012



Tomado de: <https://www.kiafaq.com/>

El riesgo a que se someten estos switches máster son al agua ya que en tiempos de lavado del automóvil o simplemente a las lluvias, es que pueden sufrir sulfatos y corrosión en sus contactos hasta inclusive óxido, para verificar que no exista tales daños se debe destapar el switch, y verificar visualmente si contiene algún tipo de daño (PortalAutomotriz, 2014).

Las posibles soluciones para algún tipo de daño mencionado se deben secar y limpiar con un trapo totalmente seco, luego de realizar este proceso se recomienda rociar con prudencia un aerosol de limpia contacto electrónico, ya que es el adecuado para piezas como lo es el switch máster elevavidrios.

2.2 Marco Conceptual

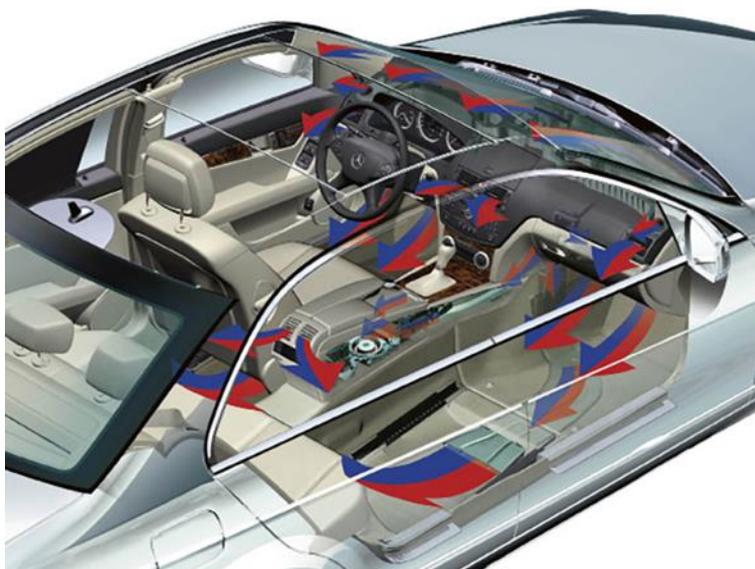
2.2.1 Sistema de Reducción de Insolación en Interior de Cabina del Vehículo

El sistema que nos ayudará a controlar las altas temperaturas y se espera ser controlada por la sonda o sensor de temperatura del interior de la cabina del auto para su reducción cumplirá con la función de detectar las altas temperaturas que tendrá comunicación con el sistema elevavidrios del vehículo, lo cual depende de ser un sistema elevavidrios eléctricos.

La reducción de insolación se puede disminuir no en su totalidad, pero si reducirla en menos proporción gracias a la implementación del sensor de temperatura de interior de cabina. Su finalidad no solo determinará la medición de la temperatura del interior del vehículo, sino que informará al conductor y pasajeros a que temperatura se están sometiendo sin la necesidad de buscar en la web o en su móvil, mediante un medidor de temperatura a la cual el sensor o sonda está conectada, este lector es digital y facilita la visualización (Figura 5).

Figura 5

Función del A/C Actuando contra la Insolación en Cabina Interna del Vehículo



Tomado de: <https://noticias-renting.aldautomotive.es/importancia-sistema-climatizacion>

El sistema de reducción de insolación es un tema que muy poco se ha hablado, es cierto que el Aire Acondicionado (A/C) es una ayuda grande ante las insolaciones ya que disipa el calor, al hacer circular el aire frío y eliminar el aire caliente de la cabina, los sistemas de A/C evitan la acumulación de calor excesivo que puede contribuir a la insolación.

La implementación se dará con la finalidad de no someterse al encendido del A/C y sin la necesidad de encender el vehículo. Es verdad que el A/C nos ayuda mucho, ya que puede reducir el sobrecalentamiento y enfermedades relacionadas con el calor (Energy5, 2023).

2.2.2 Sistema de Medición del Sensor de Temperatura de Cabina del Vehículo

Para la medición del sensor de temperatura se utilizará un medidor de temperatura digital que se hará visible para el conductor y los pasajeros, para conocer a qué temperatura está sometido el interior de la cabina, el medidor de temperatura tendrá como funcionalidad dar a conocer si el sensor está funcionando a la temperatura que esté relacionado con su trabajo específico, ya que el sensor tendrá un rango de temperatura mínimo y máximo para el respectivo trabajo, que se conectará con el Arduino 1 y este da la información al sistema de elevallas, en la Figura 6 se puede observar el modelo del medidor que se implementa en el sistema de control.

Figura 6

Medidor de Temperatura Digital en Pantalla LCD



Tomado de: <https://afel.cl/>

Una gran responsabilidad al momento de ingresar al vehículo es saber a qué temperatura se encuentra y por muchas veces se desconoce el nivel de calentamiento que se puede adquirir, con la ayuda de este medidor digital se puede observar, así se podrá reducir ciertas quemaduras que se dan por el tema de sobrecalentamiento.

2.2.3 Resistencia del Sensor de Temperatura

La resistencia del sensor está dada en dos conceptos, una a la resistencia máxima de temperatura que puede adquirir y la segunda es la resistencia del mismo termistor al cual está diseñado por el fabricante.

Resistencia máxima que puede adquirir mediante el trabajo que está en su función, durante el trabajo del sistema de control de temperatura, puede oscilar en el rango desde -100 a 300 grados centígrados.

Resistencia del termistor que se encuentra dentro del sensor está diseñada por fabricantes que hacen diversos rangos para trabajos específicos, pero del cual se encuentra en nuestra implementación es de un valor de 10k el termistor se encuentra recubierto por una capa metálica al cual tiene una mejora de protección que permitirá una durabilidad larga (Figura 7).

Figura 7

Termistor con Señal Digital de Resistencia 10k



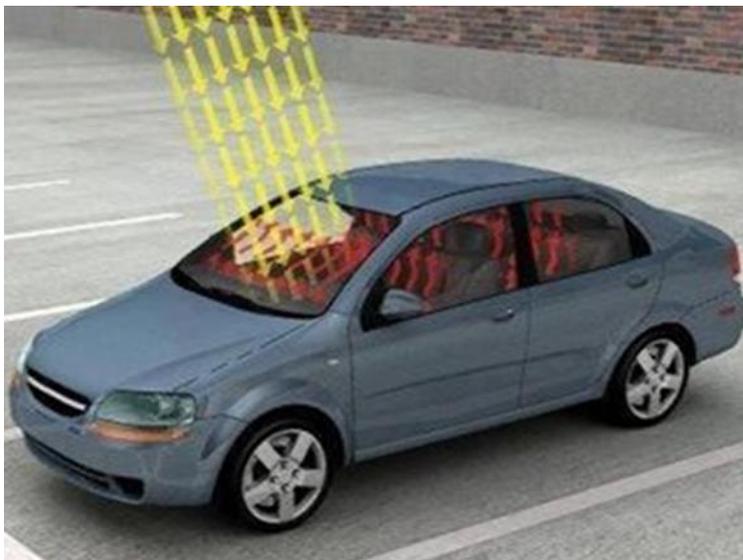
Tomado de: <https://la3za.blogspot.com/2021/04/learning-hard-way-that-to-92-is.html>

2.2.4 Rayos del Sol en Interior de Cabina Vehicular

Los parabrisas están muy sometidos a los rayos solares es por eso por lo que se ha prevenido esto gracias a las placas de UV, que nos permite no quemarnos tanto al momento de ingresar al vehículo es por eso por lo que se decidió a colocar el sensor, esto facilitará al sensor de temperatura obtener una lectura real sobre el calor intenso que se vive en el interior de la cabina tal como lo muestra la Figura 8, en donde se observa los rayos solares directamente al parabrisa principal frontal.

Figura 8

Rayos de Sol en Parabrisa Frontal Principal



Tomado de: https://www.mlive.com/weather/2017/05/when_temperatures_soar_to_80_d.htm

2.2.5 Máximas Temperaturas y Daños dentro de Cabina Vehicular

Si la temperatura exterior es de menos, se debe saber que la temperatura interior es totalmente más fuerte, por ejemplo, si está sometido el auto a una temperatura exterior de 35 grados, el interior podría alcanzar los 55 a 60 grados si se lo deja estacionado bajo el sol. Los daños que pueden ocasionar las altas temperaturas serian el deterioro de la pintura de paneles interiores, el daño del cuero sintético, y averías al sistema de refrigeración, entre los más importantes, es por tal motivo que no se debe estar expuestos a la insolación (Viso, 2015).

2.2.6 Condiciones de Calentamiento Solar

El calentamiento global y el cambio climático son conceptos muy confusos que comúnmente se habla, puesto que, aunque el calentamiento global es tan solo uno de los aspectos recogidos por el cambio climático, este también es empleado para referirse a la evolución de la tendencia del clima a lo largo de la historia geológica.

El calentamiento global hace referencia al aumento de la temperatura media de los océanos y de la atmósfera terrestre, y actualmente ha sido alarmante a nivel mundial en las últimas décadas.

En que coinciden el cambio climático y el calentamiento global es que ambos tienen un daño fatal que es la emisión masiva de los diferentes gases de efectos invernaderos o el GEI que retienen el calor dentro de la atmósfera y sobre la superficie terrestre a través del denominado efecto invernadero.

El efecto invernadero es un proceso natural, por el cual se produce la retención del calor, y así mismo procedente del Sol, existen cientos de gases que están sobre la tierra para mantener una temperatura de 33 grados, sin estos gases se estaría a un nivel más alto.

La gran mayoría de la presencia de estos gases se ve a la quema de combustibles fósiles, a lo largo del siglo XX se ha producido un aumento de la temperatura de 0,6°C. Para los investigadores esta es la causa de que la temperatura de los océanos se elevase, provocando su expansión y el aumento del nivel del mar de 10 a 12 centímetros (Morian, 2019).

2.2.7 Propiedades del Sensor de Temperatura

El sensor de temperatura tiene como propiedades internas, dos conductores de material conocido que se unen en un punto denominado unión caliente, y los otros dos extremos están conectados a una placa de terminales denominada unión fría, que se conecta al instrumento de medida directamente

2.2.8 Tecnología de los Sensores

La tecnología de los sensores es la medición de diversas informaciones mediante los sensores, la tecnología es un término común que cuantifican y utilizan varias informaciones obtenidas para la detección de su respectivo funcionamiento, la tecnología de los sensores tiene como finalidad la lectura de la medición, la cuantificación y la transmisión (Guananga Totoy, 2013).

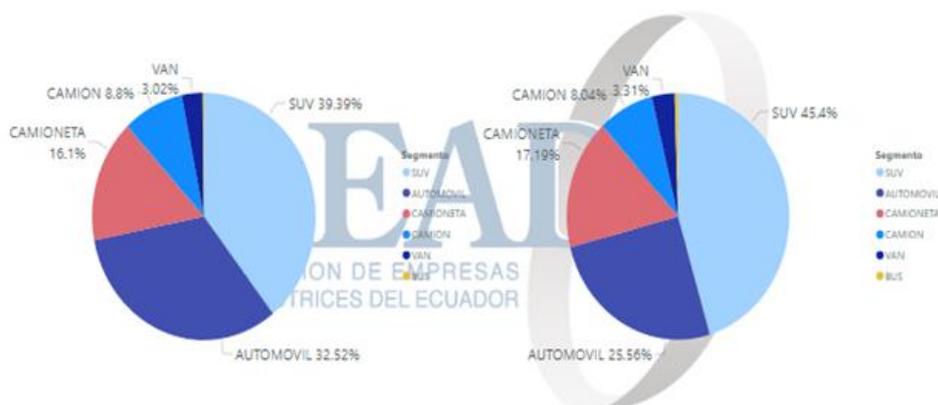
Actualmente se ha presentado la nueva tecnología de IA, en donde contiene diversos sensores ya que es compartido con la tecnología IoT, la cual tiene el potencial de cambiar la vida de las personas en cosas nuevas.

2.2.9 Comercialización de Vehículos Livianos en el Ecuador

Desde enero 2021 hasta mayo 2022 Ecuador ha comercializado en sus ventas más de 50548 a nivel nacional (Figura 9), y ningún prototipo de modelo Sedan ah implementación un sistema de software o sensor que se preocupe por el ambiente en el interior de la cabina (AEADE, 2022).

Figura 9

Ventas de Vehículos por Segmento en el Ecuador



Tomado de: AEADE

Los segmentos más vendidos hasta la actualidad son los de la sección SUV, seguidos se las camionetas, que representan una demanda muy fuerte, actualmente las ensambladoras están en crisis por el tema de la crisis global de los microchips, lo que dificulta la entrega de vehículos y su demora representaría inversión y tiempo

2.2.10 Sistema de Conectividad del Sensor de Temperatura

Los sensores de temperatura de tienen conectividad mediante una conexión ya sea desde una Unidad de Control Electrónica (ECU), o simplemente un Arduino1 que tienen similitud de conexión, reciben una señal electrónica y la envían hacia un actuador la cual tendrá como función de realizar un trabajo específico.

2.2.11 Economía de los Sensores

La economía de los sensores es muy importante en la industria global, ya que se espera que el tamaño del mercado de sensores crezca de 116.72 mil millones en 2023 a 165.47 mil millones de dólares para 2028, a una tasa anual de 7.23% durante el período de pronóstico 2023 – 2028.

La aparición de la automatización puede aumentar la demanda de sensores, ya que tienen un desempeño vital es la detección, análisis, medición y procesamiento de varias transformaciones, como la alteración de la posición, la longitud, la altura, el exterior, y la dislocación en los sitios de la fabricación industrial (Modor Intelligence, 2024).

Capítulo III

Implementación de un Sistema de Control de Temperatura Automatizado

La industria automotriz es una innovación que cada día crece, que conlleva muchos intereses en las personas, pero siempre es bueno seguir innovando la necesidad y el cuidado hacia los conductores y pasajeros es algo que la industria debe de mirar, es por tal motivo que esta implementación se da para que, de un gran giro a la industria ya no solo ver velocidad, confort, diseño, este proyecto no va en dirección de eso, va dirigido a la necesidad que todo conductor busca la salud.

Debido a la innovación de los sensores, con la ayuda de estos este proyecto se ha dado, y tendrá un buen alcance en la industria ya que no se ha implementado, a continuación, se da toda la información y equipos que se debe de implementar para un futuro de implementación en otros vehículos.

3.1 Elementos de Implementación

Para implementar un sistema de control de temperatura automatizado para la climatización interna de una cabina vehicular, se requieren varios elementos que trabajen en conjunto para garantizar un funcionamiento eficiente y cómodo. Aquí hay una lista de los elementos principales:

- **Sensores de temperatura:** Son dispositivos que detectan la temperatura dentro de la cabina del vehículo. Pueden ser termistores, termopares u otros tipos de sensores de temperatura. Estos sensores proporcionan datos precisos sobre la temperatura actual en diferentes partes de la cabina.
- **Unidad de control:** Es el cerebro del sistema y se encarga de procesar la información de los sensores de temperatura y enviar señales a los actuadores para ajustar la climatización según sea necesario. Puede ser una unidad electrónica dedicada o parte del sistema de control del vehículo.

- **Actuadores:** Son dispositivos que realizan acciones físicas para controlar la temperatura, como abrir o cerrar las compuertas del sistema de aire acondicionado, ajustar la velocidad del ventilador, o regular la válvula de control del sistema de calefacción.
- **Sistema de calefacción:** Proporciona calor a la cabina del vehículo cuando es necesario. Puede ser un sistema de calefacción por aire o por líquido, que utiliza el calor del motor del vehículo o una fuente de energía independiente.
- **Sistema de aire acondicionado:** Refrigera el aire dentro de la cabina del vehículo cuando la temperatura es demasiado alta. Incluye un compresor, un evaporador, un condensador y conductos para distribuir el aire frío.
- **Controlador de temperatura:** Es un dispositivo que permite a los ocupantes del vehículo seleccionar la temperatura deseada y ajustarla según sus preferencias. Puede ser un panel de control montado en el tablero o un control remoto.
- **Sistema de distribución de aire:** Se encarga de dirigir el flujo de aire caliente o frío desde el sistema de calefacción o aire acondicionado hacia diferentes áreas de la cabina, como los conductos de ventilación y las salidas de aire.
- **Alimentación eléctrica:** Todos los componentes del sistema requieren alimentación eléctrica para funcionar correctamente. Esto puede provenir del sistema eléctrico del vehículo o de una batería independiente.
- **Diseño ergonómico:** Es importante tener en cuenta la disposición de los controles y la ubicación de las salidas de aire para garantizar que el sistema sea fácil de usar y proporcione una distribución uniforme de la temperatura en toda la cabina del vehículo.

Al integrar estos elementos de manera adecuada, se puede implementar un sistema de control de temperatura automatizado eficiente y cómodo para la climatización interna de una cabina vehicular.

3.1.1 Relé 8 Canales 5v Arduino no Sólido

La placa contiene varios relés que funcionan con 5 voltios, pero la señal de entrada puede provenir directamente de la salida de un microcontrolador que funciona con 3 a 5 voltios para controlar los relés, cada relé puede conmutar una variedad de cargas de alta corriente y voltaje de CA o CC que funcionen con una red eléctrica de 100 a 220 voltios de CA.

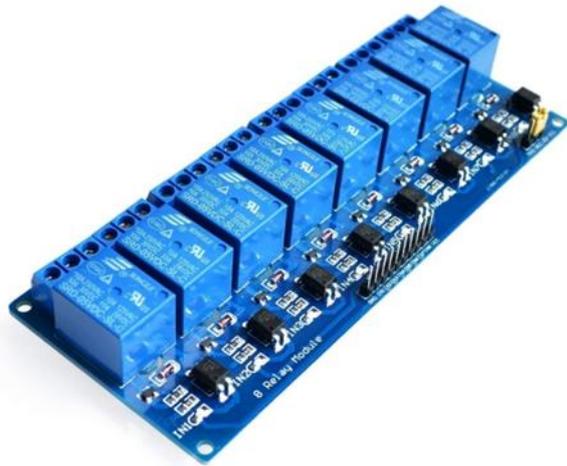
La función de los relés, cada relé es un interruptor electromagnético operado con una corriente relativamente pequeña que podrá controlar una corriente mucho mayor, en el vehículo se implementó también un regulador de voltaje, estos relés contienen un foco indicador que nos dará como respuesta un buen inicio de su trabajo.

Cuando esa pequeña corriente este en función fluirá a través del circuito que activará el imán y generará un campo magnético y así se podrá cerrar el ciclo de trabajo de cada relé que está situada en la placa.

Las características de esta placa de 8 relés es relativamente al trabajo que se desee realizar, es por tal motivo que se escogió esta placa (Figura 10), recordar que se necesita 8 relés porque son 4 puertas a la que se modifica el sistema de elevallas, es decir 2 relés por puertas esto da razón a que se necesitan 4 líneas por puerta que 2 serán de entrada y dos serán de salida.

Figura 10

Relé 8 Canales 5v Arduino no Sólido



Tomado de: <https://www.faranux.com/product/8-channel-5v-relay-module/>

3.1.2 Módulo Regulador Voltaje y Corriente 5a XI4015

El módulo es muy importante en este proyecto ya que nos permite reducir la entrada de voltios que se necesitará para los relés, ya que sin este regulador tendrían a quemarse, los relés contienen dos partes, una bobina que se debe de alimentar con 5 voltios, y la otra que es de carga a la cual sería la de las dos señales que recibirán desde el switch máster eleva lunas.

Algunas características de este módulo regulador es que pueden recibir desde 4 a 38 voltios, con una salida de voltaje de 1.25 a 32 voltios, su eficiencia es de 96%, por qué se implementó este módulo en el proyecto es por su eficiencia y su alto rendimiento a las altas temperaturas ya que consta con un sistema de apagado automático de salida.

El módulo regulador, tiene una instalación de 4 entradas, sus dimensiones son de 51.2 x 26.2 x 16.8 mm (Figura 11) es muy sencillo de instalar, se puede cambiar su chip en caso de disminuir la temperatura y poder poner un disipador de calor.

Figura 11*Módulo Regulador XL4015 5A*

Tomado de: <https://saisac.pe/producto/xl4015-5a-con-regulador-de-corriente-y-voltaje/>

3.1.3 Módulo W1209 Control de Temperatura

La parte más importante es este módulo debido a que tiene un gran trabajo en esta implementación, es la que se encargará de recibir la temperatura mediante el sensor o sonda de temperatura, este módulo W1209 puede configurarse de acuerdo con su función, es por el mismo motivo que se lo implementó, su eficiencia es muy buena, algunas de las características de este módulo son:

- Alimentación de voltaje 12v
- Operación de 3.3v
- Una corriente estática de: $\leq 35\text{mA}$
- Una corriente de activación de: $\leq 65\text{mA}$
- Sensor NTC 10k 0.5% resistente al agua
- Consumo de energía a la salida del relé de 20 A por 1
- Con display triple
- Peso de 25g

El módulo W1209 contiene botones que permite regular la temperatura que se desee, por muchos días de pruebas y resistencia de insolación se ha establecido que el sensor de

temperatura NTC se programe en un sistema de encendido de 37 grados y su desactivación a los 34 grados centígrados.

La conexión de este módulo W1209 es muy simple ya que tiene dos entradas y dos salidas a la cual la primera entrada es la del voltaje 12v a 14v, en donde su alimentación le obtiene por medio del interruptor de luces de parqueo, a la cual le llegan dos corrientes, una con corriente directa y otra cerrando el switch de encendido. Por otro lado, las dos salidas del módulo W1209 (Figura 12) están conectadas al Arduino 1, la que se da más detalles adelante.

El costo de módulo es muy accesible, es muy simple de maniobrar e inclusive fácilmente de configurar, cabe recalcar que es muy opcional en esta implementación dado a la facilidad y alta resistencia que tiene a las altas temperaturas, lo que nos proporciona este módulo es que enviara la señal de la temperatura configurada al Arduino 1, el que se encargará de realizar la programación y su respectiva señal, más adelante se detallará dicha información, en este módulo la sonda es muy resistencia al agua, y es la que recepta la señal calorífica, y es emitida a la pantalla led, al cual el panel digital puede mostrarse, y así saber a qué temperatura uno está sometido interiormente.

Figura 12

Módulo W1209 Control de Temperatura



Tomado de: <https://uelectronics.com/>

3.1.4 *Arduino 1*

El Arduino 1 parte importante de este proyecto ya que lleva toda la información de la programación que más adelante se detallará el código de programación, la función principal de este Arduino 1 es llevar toda la información a sus principales elementos que son el regulador, la placa de relés y al W1209 que recibirán la información y la convertirán en función de lo programado.

El Arduino 1 que se implementó es de la marca WeMos modelo D1, se elige este modelo por su alta capacidad y facilidad de programación, el Arduino tiene la conexión de corriente cerrando el switch de contacto del vehículo, lo que permitirá que cuando se apague el vehículo este deje de funcionar y así no poder enviar ninguna señal hacia los demás aparatos conectados.

El Arduino 1 WeMos D1 (Figura 13) tiene una conexión de bluetooth lo que permitirá modificar el nivel de subida y bajada del sistema de elevación, para poder controlar el nivel que el usuario desee es por tal motivo que se requiere el bluetooth, dado al nivel de delincuencia que vive el país, Ecuador no es un país seguro en estos momentos es por tal motivo que se tiene a implementar un bluetooth para poder modificar, cabe recalcar que este proyecto fue diseñado para que su función sea directa no depender de un cerrado de switch de contacto pero, mencionado el tema de delincuencia se requirió modificar su entrada de corriente.

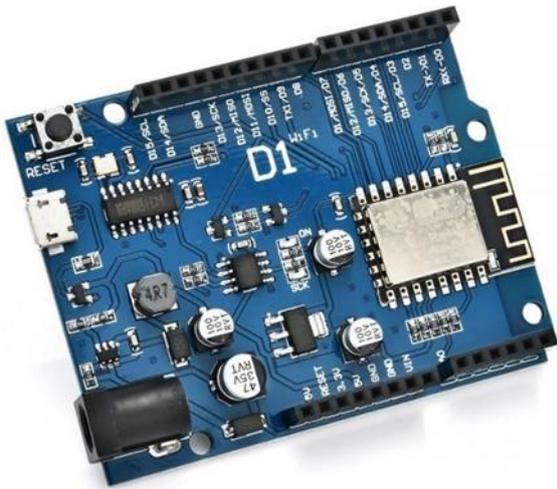
Con esto dado no se presentó ningún consumo de energía en el sistema de carga del vehículo ya que se modificó su corriente, pero si hubo se realizó un análisis que este proyecto no se podía dar con esta modificación, la de corriente directa ya que afectaba al consumo de batería y esto perjudicaba a los motores sube vidrios.

Mencionado lo anterior, el sistema se vio mejorando al encender el vehículo ya que el sistema de carga estaba en el rango normal de su carga 14.4 voltios, lo que por ende cuando

estaba directo la implementación de este proyecto tenía una carga de 11.5 voltios lo que desmejoraba la subida y descenso del sistema elevelunas.

Figura 13

Arduino 1 WeMos D1



Tomado de: <https://udvabony.com/>

3.1.5 Bluetooth HC-06

El Bluetooth HC-06 en este proyecto cumple la función de modificar y realizar subidas y bajadas al sistema de elevelunas, por medio de una app denominada *Bluetooth Electronics*, que nos permitirá realizar por medio de tiempo las subidas y bajadas del sistema elevelunas.

Gracias a esta implementación se puede estar más seguro debido al tema de delincuencia, su monitoreo es tan simple y rápido que el usuario puede hacer su uso sin ningún inconveniente desde la aplicación, este Bluetooth HC-06 está conectado directamente al Arduino 1 que permitirá el acceso de modificar el sistema elevelunas (Figura 14).

Cabe decir que es muy importante para que esto funcione, el dispositivo móvil debe de cargar datos móviles, ya que este Bluetooth HC-06 solo funciona con datos móviles sin afectar el consumo del móvil, el costo de este HC-06 es muy accesible, pero es realmente

delicado ya que sus conectadores no son de alta resistencia al maniobrar su instalación, pero con cuidado y buena técnica se puede lograr instalar.

Figura 14

Bluetooth HC-06



Tomado de: <https://udvabony.com/product/hc06-serial-port-bluetooth/>

3.1.6 Conductores Eléctricos

Para realizar este proyecto se ha implementado cable flexible automotriz de calibre 16 AWG hasta 600v, lo cual se ha construido un arnés (Figura 15) para tener conexión desde switch máster elevavidrios, donde se sacan 16 líneas lo que dividirá 4 líneas por puerta, el empate de estas conexiones se las hizo en forma de derivación doble H, y en su protección se implementó cinta auto fundente lo que nos ayuda contra los incendios vehiculares.

Para su implementación también se modifica el fusible de entrada de corriente, su amperaje correcto es de 20 A, recordar que su entrada de corriente es cerrando el switch de contacto del vehículo por temas de seguridad.

Más adelante se detalla el diagrama general de conexión, el que estará situado en el vehículo a implementarse.

Figura 15

Arnés Universal de 16 Cables



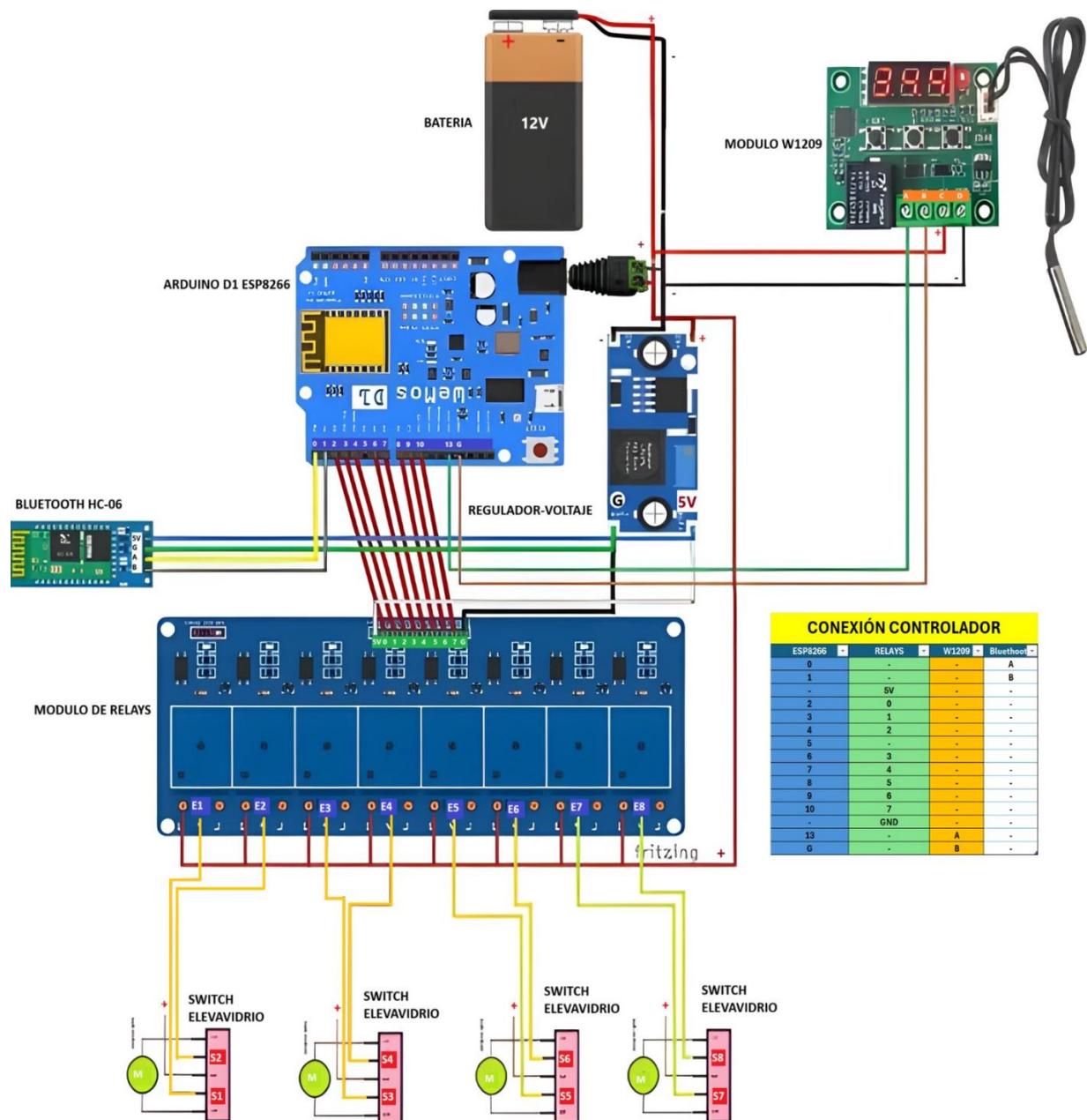
3.2 Circuito de Conexión General

La comunicación efectiva de los diseños es esencial para el éxito de cualquier proyecto. Uno de los elementos clave en esta comunicación es el Diagrama de Conexión General (DCG). Este diagrama, también conocido como diagrama unifilar o diagrama de cableado, proporciona una representación visual simplificada de cómo están interconectados los componentes eléctricos y electrónicos en un sistema. En el vehículo que se implementa el sistema se realiza algunas modificaciones que se muestran más adelante, la conexión que se muestra en la Figura 16 muestra la conexión general que se ha implementado lo que facilita a futuros el comercio de este.

La conexión de esta implementación es totalmente en un 95% ya que se modifica la entrada de corriente antes mencionado por el cierre del switch de arranque, lo que es un mínimo de diferencia.

Figura 16

Circuito General de Conexión



3.3 Vehículo a Implementar

El vehículo en el que se implementa este proyecto es el Kia Rio Stylus año 2013 con un motor 1500 CC. con un sistema de elevalunas eléctricos en sus 4 puertas, este proyecto tiene más de 3 meses de prueba y ha sido un total éxito, desde la manipulación de la App y de su sistema digital.

El vehículo contenía algunas inconveniencias al momento de pasar el arnés ya que no contaba con un orificio de fabrica es por eso por lo que se ha modificado la entrada del paso del arnés haciendo un orificio de dimensión $\frac{3}{4}$ y para su protección se colocó un caucho para evitar entrada de agua hacia el interior del auto (Figura 17).

Figura 17

Modificación de Paso de Entrada de Cables (Antes y Después)



Tomado de: <https://www.pmmag.com/articles/97177-fleet-tracking-technology-enhances-driver-accuracy>

Cabe recalcar que esta modificación se hizo con el fin de proteger a los cables y evitar futuros daños como lo pueden ser un corto circuito, incendio etc., el Kia Rio es un auto totalmente muy confortable.

Hubo mantenimientos de limpieza y de desmontaje para el sistema de elevavidrios, también hubo cambios de cauchos de elevalunas por falta de mantenimiento, ya que eso afectaba a la subida del sistema.

El vehículo estaba totalmente en descuido, por tal motivo se tuvo que hacer un mantenimiento total en el sistema de elevalunas, para que no sufran los motores y así poder operar de una manera exitosa (Figura 18).

Figura 18

Kia Rio Stylus 2013 1.5



3.4 Código Arduino 1

El código que se muestra a continuación es el código que se ha implementado, es de alto valor ya que conlleva mucho trabajo y una información única que se ha puesto, es por eso por lo que se pide profesionalismo y discreción.

El código contiene información valiosa sobre el funcionamiento del sistema, lo que va a realizar y lo que envía hacia el módulo W1209 y esta recepta la configuración para poder ejecutar el trabajo a realizarse, que es subir y bajar los vidrios de acuerdo con la temperatura programada.

3.5 Metodología Aplicada

3.5.1 Métodos

El proyecto de implementación del sistema de control de temperatura automatizado para la climatización interna de una cabina vehicular puede utilizar varios métodos y tecnologías para lograr su objetivo. Aquí hay un enfoque típico que podría ser aplicado:

- Sensores de temperatura: Se instalan varios sensores de temperatura dentro de la cabina del vehículo para monitorear las condiciones térmicas en diferentes áreas.

- Sistema de control centralizado: Se utiliza un sistema de control centralizado que recibe datos de los sensores de temperatura y puede tomar decisiones en función de estos datos. Este sistema puede estar basado en microcontroladores o en una computadora embebida.
- Actuadores para la climatización: Se instalan actuadores, como válvulas para el control del flujo de aire y sistemas de calefacción y refrigeración, que pueden ajustar la temperatura dentro de la cabina del vehículo.
- Algoritmo de control: Se desarrolla un algoritmo de control que procesa los datos de los sensores de temperatura y determina la acción necesaria para mantener la temperatura dentro de un rango deseado. Este algoritmo puede incluir lógica de control proporcional, integral y derivativa (PID) u otros métodos de control.
- Interfaz de usuario: Se proporciona una interfaz de usuario que permite a los ocupantes del vehículo ajustar la temperatura deseada y ver el estado del sistema de climatización.
- Pruebas y optimización: Una vez implementado el sistema, se realizan pruebas para asegurarse de que funcione correctamente en una variedad de condiciones. Se pueden realizar ajustes y optimizaciones en el algoritmo de control según sea necesario para mejorar la eficiencia y el rendimiento del sistema.

En resumen, el método aplicado en el proyecto de implementación del sistema de control de temperatura automatizado para la climatización interna de una cabina vehicular implica la instalación de sensores de temperatura, un sistema de control centralizado, actuadores para la climatización, un algoritmo de control, una interfaz de usuario, seguido de pruebas y optimización del sistema.

3.5.2 Tipo de Estudio

En el proyecto de titulación "Implementación del Sistema de Control de Temperatura Automatizado para la Climatización Interna de Cabina Vehicular", se pueden considerar varios tipos de estudios dependiendo de los objetivos y enfoques específicos del proyecto. A continuación, se presenta el tipo de estudio para este proyecto:

Estudio experimental: Este tipo de estudio implica la realización de experimentos para probar la eficacia y el rendimiento del sistema de control de temperatura automatizado.

Se llevan a cabo pruebas en condiciones controladas y reales para evaluar cómo el sistema responde a diferentes condiciones ambientales y de uso.

3.5.3 Investigación Exploratoria

Este estudio exploratorio tiene como objetivo investigar y evaluar diversas tecnologías y métodos disponibles para la implementación de un sistema de control de temperatura automatizado en la climatización interna de cabina vehicular. Se busca identificar las opciones más adecuadas en términos de eficiencia energética, precisión de control, costo y facilidad de integración en vehículos.

- **Revisión bibliográfica:** Se lleva a cabo una revisión exhaustiva de la literatura científica y técnica relacionada con sistemas de control de temperatura en vehículos, enfocándose en tecnologías emergentes, metodologías de control y casos de estudio relevantes.
- **Experimentación preliminar:** Se llevan a cabo pruebas preliminares utilizando prototipos o simulaciones para evaluar el rendimiento y la eficiencia de las tecnologías seleccionadas en condiciones controladas.

3.5.4 *Investigación de Campo*

Se instala y configura el sistema de control de temperatura automatizado en los vehículos seleccionados. Asegurarse de seguir los procedimientos adecuados y de realizar pruebas adicionales si es necesario.

- **Monitoreo y evaluación:** Una vez implementado el sistema, se monitorea su funcionamiento y recopila datos sobre su desempeño. Esto puede implicar el seguimiento continuo de la temperatura interna del vehículo, la retroalimentación de los conductores y pasajeros, y la comparación con sistemas de control de temperatura tradicionales.
- **Análisis de datos:** Analizar los datos recopilados para evaluar la eficacia del sistema de control de temperatura automatizado. Comparar los resultados con los objetivos de investigación y la revisión de literatura previa.

3.5.5 *Investigación Aplicada*

Se espera obtener una comprensión detallada de las tecnologías y métodos disponibles para la implementación del sistema de control de temperatura automatizado en la climatización interna de cabina vehicular. Los resultados de esta investigación exploratoria proporcionarán una base sólida para la selección y desarrollo de un enfoque específico en el proyecto, así como sugerencias para posibles áreas de investigación adicional.

Importancia y aplicación práctica:

El desarrollo de un sistema de control de temperatura automatizado en la climatización interna de cabina vehicular puede contribuir significativamente a mejorar la comodidad y la seguridad de los ocupantes del vehículo, así como a reducir el consumo de energía y las emisiones de gases de efecto invernadero asociadas con la climatización del vehículo. Además, este estudio exploratorio puede proporcionar información valiosa para

fabricantes de automóviles, empresas de tecnología y diseñadores de sistemas de climatización en la industria automotriz.

Esta investigación exploratoria sienta las bases para el desarrollo de un proyecto más específico y detallado, que incluye la implementación y evaluación práctica de un sistema de control de temperatura automatizado en un entorno vehicular real.

Capítulo IV

Adaptación del Prototipo al Vehículo

4.1 Descripción

La generación del control de temperatura en un ambiente cerrado o habitáculo se realiza mediante el control de dispositivos o actuadores que se comandan por medio del módulo de control y la adquisición de señales o datos provenientes de sensores colocados estratégicamente. Para la adaptación del prototipo se prepara al vehículo organizando el espacio necesario para su colocación, posterior a un análisis de la estructura y disposición del cableado eléctrico. En la Figura 19 se muestra el montaje del sistema, donde se considera realizar las conexiones necesarias en los componentes y accesorios intervenidos, en donde se observa cómo queda instalado el sistema en el vehículo (Figura 20).

Figura 19

Montaje del Sistema



Figura 20*Sistema en el Vehículo*

En circunstancias normales, se espera que la discrepancia de temperatura entre el interior del habitáculo y el exterior del vehículo oscile entre los 8°C y 10°C, siendo la temperatura interior generalmente más baja. Sin embargo, cuando la temperatura ambiente supera los 26.6°C, el habitáculo del vehículo puede calentarse hasta alcanzar los 40.6°C en menos de 20 minutos, lo que podría representar un riesgo para las personas que se encuentren dentro del vehículo.

La integración del sistema embebido en el vehículo se lleva a cabo con el objetivo de evitar interferir con la estética y la ergonomía de este. Por este motivo, se coloca el prototipo a un costado del tablero, aprovechando el espacio disponible en lugar de ocupar espacio

adicional en la cabina. La Figura 21 ilustra la disposición de las conexiones eléctricas que se dirigen al prototipo electrónico. En la Figura 22 se muestra el indicador de temperatura.

Figura 21

Integración del Sistema Embebido en el Vehículo



Figura 22

Indicador de Temperatura



Se emplean conectores socket de dos terminales para la conexión del prototipo con los sistemas y accesorios modificados en el vehículo. Estos conectores son comúnmente utilizados en el sector automotriz para conectar luces, dispositivos electrónicos, entre otros.

En la Figura 23 se muestra el prototipo junto con el cableado eléctrico, incluyendo sus respectivos conectores.

Figura 23

Prototipo con el Cableado Eléctrico



4.1.1 Conexión del Prototipo Electrónico

Inicialmente, se lleva a cabo la conexión del prototipo electrónico realizando una verificación de la continuidad en las terminales y en todas las conexiones eléctricas previamente instaladas en el vehículo. Este procedimiento se lleva a cabo para prevenir cortocircuitos y asegurar el correcto funcionamiento del sistema. La Figura 24 ilustra el proceso de verificación de terminales y la conexión final del prototipo electrónico, y la

posterior conexión del cableado. El cableado debe tener marcado cada cable para su correcta identificación (Figura 25).

Figura 24

Verificación del Conexión del Cableado



Figura 25

Identificación del Cableado



4.1.2 Pruebas de Funcionamiento

Las pruebas se realizan tanto con el sistema conectado como el sistema desconectado.

Mediante esto se puede verificar el estado de cada uno de los elementos al realizar las pruebas (Figura 26).

Figura 26

Pruebas de los Sockets de Conexión



Es importante revisar todos sus componentes, como ejemplo el indicador de funcionamiento (Figura 27) y el sensor de temperatura (Figura 28), el cual debe estar correctamente ubicado en la cabina.

Figura 27

Indicador de Funcionamiento



Figura 28*Sensor de Temperatura*

Durante todo el proceso de desarrollo del prototipo electrónico, se lleva a cabo pruebas de funcionamiento de manera regular.

Estas pruebas son esenciales para identificar y rectificar posibles deficiencias en el diseño y la programación del sistema, con el objetivo de mejorar su eficacia. Se hace hincapié en garantizar la operabilidad y la comprensión del sistema por parte del usuario.

4.1.3 Modificación del Sistema de Elevavidrios

Procedimiento detallado para modificar el sistema de elevavidrios de un vehículo, asegurando el acceso de ventilación externa automática:

- Planificación y Evaluación Inicial:

Evaluar el diseño y la disposición del sistema de elevavidrios existente en el vehículo.

Determinar los requisitos de ventilación externa y cómo se pueden integrar con el sistema de elevavidrios.

- Selección de Componentes:

Seleccionar los componentes necesarios, como actuadores eléctricos, sensores de temperatura, relés y controladores.

Asegurarse de que los componentes seleccionados sean compatibles con el sistema eléctrico del vehículo y cumplan con los requisitos.

- **Desmontaje del Sistema de Elevavidrios:**

Desconectar la alimentación eléctrica del vehículo para evitar cualquier accidente eléctrico.

Desmontar las partes del panel de la puerta que necesitan ser modificadas para permitir la ventilación externa automática.

- **Instalación de Sensores de Temperatura:**

Instalar los sensores de temperatura en el interior del vehículo en lugares estratégicos que proporcionen lecturas precisas de la temperatura interna.

- **Integración de Componentes:**

Conectar los actuadores eléctricos a los mecanismos de elevación de las ventanas, asegurándose de que estén alineados correctamente y que puedan operar de manera eficiente.

Conectar los relés y controladores al sistema eléctrico del vehículo y a los sensores de temperatura.

- **Programación del Sistema de Control:**

Programar el sistema de control para que interprete las lecturas de los sensores de temperatura y actúe en consecuencia.

Establecer los parámetros de activación del elevavidrios en función de los cambios de temperatura interna y los requisitos de ventilación externa.

- **Pruebas y Ajustes:**

Realizar pruebas funcionales del sistema para asegurarse de que los elevavidrios se activen automáticamente en respuesta a los cambios de temperatura.

Ajustar la sensibilidad y los parámetros de activación del sistema según sea necesario para garantizar un rendimiento óptimo.

- Instalación y Ensamblaje:

Volver a montar las partes del panel de la puerta que se desmontaron anteriormente.

Asegurarse de que todas las conexiones eléctricas estén protegidas y que no haya cables sueltos o expuestos.

- Pruebas Finales y Validación:

Realizar pruebas finales del sistema modificado en condiciones reales de conducción para asegurarse de que funcione correctamente.

Validar el sistema para garantizar que cumpla con los requisitos de ventilación externa y que no haya problemas de seguridad o funcionamiento.

- Documentación y Capacitación:

Documentar todo el proceso de modificación, incluyendo los componentes utilizados, los procedimientos de instalación, las pruebas realizadas y los resultados obtenidos.

Proporcionar capacitación a los usuarios del vehículo sobre cómo utilizar el sistema de elevavidrios modificado de manera segura y efectiva.

Siguiendo este procedimiento, se puede modificar con éxito el sistema de elevavidrios de un vehículo para garantizar el acceso de ventilación externa automática, mejorando así la comodidad y la seguridad de los ocupantes del vehículo.

4.1.4 Formato General

- Se han seleccionado 1 vehículo de gasolina de tipo automóvil, año 2013.
- El vehículo tiene equipado vidrios eléctricos.
- Vehículos no presentan defectos en la parte mecánica ni electrónica.
- Se dispone de las mismas condiciones para realizar las pruebas con el sistema activado y le sistema desactivado.

4.1.5 Obtención de Datos

En la Figura 29 se muestra la implementación final del prototipo electrónico puesto en funcionamiento, cumpliendo todas las expectativas de la investigación y satisfaciendo las necesidades del usuario del vehículo y además de ser desmontable.

Figura 29

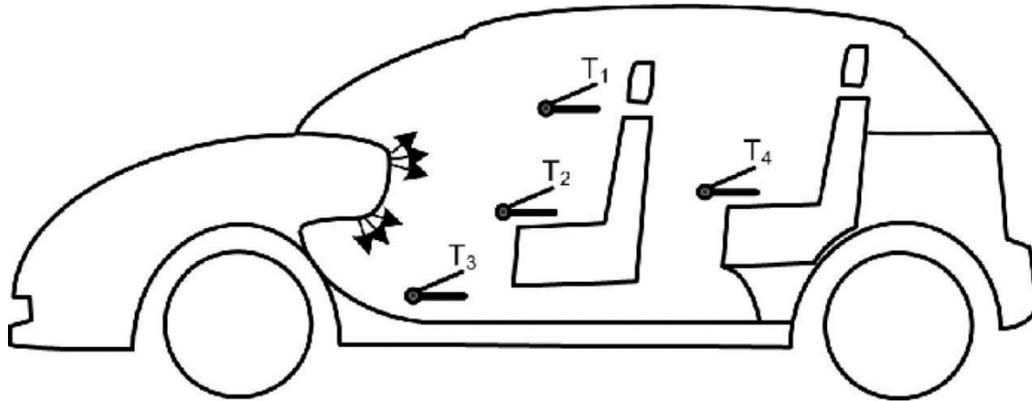
Desmontaje del Sistema



En la Figura 30 se observan los valores de temperatura obtenidos. El aire que ingresa por las ventanas se puede dirigir hacia el interior, tanto hacia el parabrisas y la zona superior o inferior del interior del habitáculo.

Figura 30

Datos de Temperatura Obtenidos del Sistema



La temperatura ambiente ideal para mantener la concentración, lucidez y confort oscila entre 18 °C y 25 °C, a diferencia de la del cuerpo humano que oscila entre los 35,5 °C y los 37 °C. Los datos obtenidos de la temperatura ambiente se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1

Valores de Temperatura – Sistema en Funcionamiento

Posición	Temperatura °C	Desplazamiento de la Ventana (mm)
I	26	31
II	25	35
III	26	41
IV	25	35

Conclusiones

El proceso de diseño y simulación permitió comprender y analizar el comportamiento del circuito en diferentes condiciones, lo que ayudó a optimizar su funcionamiento y a identificar posibles problemas antes de la implementación física. La verificación del circuito aseguró su correcto funcionamiento y confiabilidad, garantizando que cumpla con los requisitos establecidos para controlar la temperatura de manera eficiente y precisa.

Durante el proceso de modificación, se llevó a cabo un análisis exhaustivo de los componentes del sistema de elevavidrios existente y de los requisitos necesarios para implementar la ventilación externa automática de manera segura y eficiente. Se diseñó e implementó un procedimiento técnico que abordó de manera efectiva los desafíos técnicos y garantizó la integridad del sistema.

Este proceso ha permitido asegurar que los valores de estos parámetros se mantengan dentro de los rangos óptimos para garantizar la comodidad y seguridad de los ocupantes del vehículo. Además, la visualización de estos valores facilita la interpretación rápida y precisa de la información, lo que permite tomar medidas correctivas si es necesario.

Recomendaciones

Antes de comenzar con el diseño del circuito, se debe de tener una comprensión clara de los requisitos del sistema de control de temperatura y los componentes necesarios para cumplir con esos requisitos. Planificar el diseño del circuito en detalle, incluyendo los componentes específicos que se utilizará y cómo se conectarán entre sí.

Hay que asegurar de que cualquier modificación realizada al sistema de elevavidrios cumpla con los estándares de seguridad establecidos para el funcionamiento del vehículo. Esto implica garantizar que el sistema modificado no presente riesgos adicionales para los ocupantes del vehículo.

Es importante identificar los parámetros de confortabilidad más importantes para el interior del vehículo, como la temperatura, la humedad, la calidad del aire y la velocidad del aire. Estos pueden variar dependiendo de las preferencias del usuario y las condiciones ambientales.

Bibliografía

- Antón Pérez, E. (2020). Implementación de un sistema de aire acondicionado con energía fotovoltaica para disminuir el consumo de combustible en un vehículo motorizado liviano.
- Chicaiza Avila, Y. M. (2017). Implementación del sistema de climatización al vehículo Chevrolet Esteem (Bachelor's thesis).
- Ding, Y., & Zito, R. (2001). Cabin heat transfer and air conditioning capacity (No. 2001-01-0284). SAE Technical Paper.
- Fojtlín, M., Fišer, J., Pokorný, J., Povalač, A., Urbanec, T., & Jícha, M. (2017). An innovative HVAC control system: Implementation and testing in a vehicular cabin. *Journal of Thermal Biology*, 70, 64-68.
- Garza Sáenz, D. A. (2020). Diseño y desarrollo de un dispositivo electrónico para el confort y seguridad interna en el vehículo. Departamento de Diseño.
- Gómez Jacinto, J. (2022). Estudio de la viabilidad funcional de un sensor solar en la gestión del aire acondicionado de un automóvil.
- Gómez, M. (2023). Programación del transponder en sistemas inmovilizadores para automóviles tipo M1. *South Florida Journal of Development*, 4(2). <https://doi.org/https://doi.org/10.46932/sfjdv4n2-019>.
- Granda Jaramillo, W. O. (2021). Elaboración de un Manual de Manejo Ecodriving para Vehículos M1 en Guayaquil.
- Guananga Totoy, M. d. (2013). Diseño y construcción de un simulador de climatización automotriz. UIDE.
- Reuscher, T. (2024). Practical Application of Model Predictive Zonal Temperature Estimation and Control for Vehicle Cabins. *IEEE Transactions on Control Systems Technology*, 12. <https://doi.org/10.1109/TCST.2023.3345212>

- Silva Montenegro, E. J. A. (2023). propuesta de diseño de un sistema de aire acondicionado basado en termoeléctricidad para mejorar el confort térmico de la cabina del interior de un automóvil Mitsubishi mirage 2017 en zonas calurosas.
- Torregrosa-Jaime, B., Payá, J., & Corberan, J. (2013). Design of efficient air-conditioning systems for electric vehicles. *SAE International Journal of Alternative Powertrains*, 2(2), 291-303.
- Torres, P. W. M., Berrezueta, M. F. G., & Mena, A. F. L. (2020). Análisis de la viabilidad para la implementación de vehículo eléctrico que preste servicio de taxi en la ciudad de Cuenca. *INNOVA Research Journal*, 5(3.2), 295-308.
- Villagómez Palacios, C. H. (2019). Sistema de control inteligente para el funcionamiento del sistema de aire acondicionado de un vehículo liviano.
- Vinicio, N. M. M., Alexandra, J. M. D., Mero, C. M. L., & Barrezueta, M. F. G. (2023). Estimación del consumo de combustible en un vehículo Ford Explorer aplicando la técnica Ecodriving en la ciudad de Guayaquil. *South Florida Journal of Development*, 4(1), 520-535.
- Wang, H., Amini, M. R., Hu, Q., Kolmanovsky, I., & Sun, J. (2020). Eco-cooling control strategy for automotive air-conditioning system: Design and experimental validation. *IEEE Transactions on Control Systems Technology*, 29(6), 2339-2350.

Anexo

Código de Arduino 1

```

#include <EEPROM.h>

PINES PARA CADA RELE *No definidos por eso están en 0*

#define pingVentanaConductorUp 2

#define pingVentanaConductorDown 0

#define pingVentanaAcompañanteUp 13

#define pingVentanaAcompañanteDown 12

#define pingVentanaPasajeroIzqUp 14

#define pingVentanaPasajeroIzqDown 4

#define pingVentanaPasajeroDerUp 5

#define pingVentanaPasajeroDerDown 16

#define pinReleTermometro A0

int adcValue = 0;

INDICES PARA CADA VENTANA

#define Conductor 0

#define Acompañante 1

#define PasajeroIzq 2

#define PasajeroDer 3

NÚMERO DE VENTANAS

#define NumeroVentanas 4

Tipos de variables personalizadas

struct StructPeriodos {

    sin firmar largo tiempo;

    sin firmar largo abajo;

```

```

};

struct Ventana {

    bool ReleUp;

    bool ReleDown;

    StructPeriodos Periodo;

} ;//ventana[NumeroVentanas];//un arreglo de ventanas

struct ControlVentanas{

    char Activo;

    struct Ventana ventana[NumeroVentanas];

} controlVentanas;

unsigned int pinesVentana[NumeroVentanas*2] = {

    pingVentanaConductorUp,

    pingVentanaConductorDown,

    pingVentanaAcompañanteUp,

    pingVentanaAcompañanteDown,

    pingVentanaPasajeroIzqUp,

    pingVentanaPasajeroIzqDown,

    pingVentanaPasajeroDerUp,

    pingVentanaPasajeroDerDown

};

String palabra="";

bool IniciarBajarVentanas=false;//esta variable no pierde su valor durante todo el
tiempo

bool IniciarSubirVentanas=false;//esta variable no pierde su valor durante todo el
tiempo

```

```

=====EEPROM=====

bool GuardarMemoria() { //MANEJA EL GUARDADO DE MEMORIA
EEPROM.begin(sizeof(Ventana)*NumeroVentanas); //INICIO
EEPROM.begin(sizeof(ControlVentanas));
EEPROM.put(sizeof(ControlVentanas), controlVentanas);
/*for(int i=0; i<NumeroVentanas; i++ ) { //Laso repetitivo
EEPROM.put(i*sizeof(Ventana), ventana[i]); Guardo la config
}
*/

bool a = EEPROM.commit(); Guarda y cierra el uso de la memoria EEPROM
EEPROM.end();

return a; //retorna la respuesta de la memoria
}

bool LeerMemoria() { //MANEJA LA LECTURA DE MEMORIA
EEPROM.begin(sizeof(Ventana)*NumeroVentanas); //INICIO
EEPROM.begin(sizeof(ControlVentanas));
EEPROM.get(0, controlVentanas);
EEPROM.put(sizeof(ControlVentanas), controlVentanas);
/*for(int i=0; i<NumeroVentanas; i++ ) { //Laso repetitivo
EEPROM.get(i*sizeof(Ventana), ventana[i]); Configuración de carga
}
*/

bool a = EEPROM.commit(); //Lee y cierra el uso de la memoria EEPROM
EEPROM.end();

return a; //retorna la respuesta de la memoria
}

```

```

}
}
void setup() {
  Configuración de pinos como salida
  pinMode(pingVentanaConductorUp,OUTPUT);
  pinMode(pingVentanaConductorDown,OUTPUT);
  pinMode(pingVentanaAcompañanteUp,OUTPUT);
  pinMode(pingVentanaAcompañanteDown,OUTPUT);
  pinMode(pingVentanaPasajeroIzqUp,OUTPUT);
  pinMode(pingVentanaPasajeroIzqDown,OUTPUT);
  pinMode(pingVentanaPasajeroDerUp,OUTPUT);
  pinMode(pingVentanaPasajeroDerDown,OUTPUT);
  digitalWrite(pingVentanaConductorUp,HIGH);
  digitalWrite(pingVentanaConductorDown,HIGH);
  digitalWrite(pingVentanaAcompañanteUp,HIGH);
  digitalWrite(pingVentanaAcompañanteDown,HIGH);
  digitalWrite(pingVentanaPasajeroIzqUp,HIGH);
  digitalWrite(pingVentanaPasajeroIzqDown,HIGH);
  digitalWrite(pingVentanaPasajeroDerUp,HIGH);
  digitalWrite(pingVentanaPasajeroDerDown,HIGH);
  /*
  controlVentanas.Activo=0;
  Inicializar ventanas
  for(int i =0; i<NumeroVentanas; i++){
  controlVentanas.ventana[i]. ReleUp=false;

```

```

controlVentanas.ventana[i]. ReleDown=false;

controlVentanas.ventana[i]. Periodo.Up=3000;

controlVentanas.ventana[i]. Periodo.Down=3000;

}

guardar en memoria

GuardarMemoria();

*/

configuración de pin como entrada con pullup a 3.3V

pinMode(pinReleTermometro,INPUT_PULLUP);

Serial.begin(9600);//Inicio comunicación serial

Serial.println();

Serial.println("Contro de ventanas por temperatura");

Serial.print("Leyendo EEPROM...");

if(LeerMemoria()){//estructura logica simple si devuelve true o 1 la lectura

Serial.println("Listo.");

Serial.println("Inicio correcto.");

}else{//caso contrario

Serial.println("Error.");

Serial.println("Inicio sin valores guardados.");

}

if(controlVentanas.Activo){

Serial.println("Control Activo");

}else{

Serial.println("Control Inactivo");

}

```

```

}

void loop() {

    static bool ReleTermostato = false;//variable estática no se vuelve a inicializar

    static int8_t opcion = 0;//opcion de este menu

    static char activar = 'a';

    /*

    COMANDOS

    ! SET.0.U.xxxxxms//fija el periodo conductor subir tiempo en ms
    ! SET.1.U.xxxxxms//fija el periodo acompañante subir tiempo en ms
    ! SET.2.U.xxxxxms//fija el periodo pasajero izq subir tiempo en ms
    ! SET.3.U.xxxxxms//fija el periodo pasajero der subir tiempo en ms
    ! SET.0.D.xxxxxms//fija el periodo conductor bajar tiempo en ms
    ! SET.1.D.xxxxxms//fija el periodo acompañante bajar tiempo en ms
    ! SET.2.D.xxxxxms//fija el periodo pasajero izq bajar tiempo en ms
    ! SET.3.D.xxxxxms//fija el periodo pasajero der sbajar tiempo en ms
    ! GET.0.U//Devuelve el periodo conductor subir, tiempo en ms *axxxx*
    ! GET.1.U//Devuelve el periodo conductor subir, tiempo en ms *bxxxx*
    ! GET.2.U//Devuelve el periodo conductor subir, tiempo en ms *cxxxx*
    ! GET.3.U//Devuelve el periodo conductor subir, tiempo en ms *dxxxx*
    ! GET.0.D//Devuelve el periodo conductor bajar, tiempo en ms *exxxx*
    ! GET.1.D//Devuelve el periodo conductor bajar, tiempo en ms *fxxxx*
    ! GET.2.D//Devuelve el periodo conductor bajar, tiempo en ms *gxxxx*
    ! GET.3.D//Devuelve el periodo conductor bajar, tiempo en ms *hxxxx*

    Bb//activa o apaga la programación

    ! GET* //DEvielve todos los valores

```

```

! SAVE//guardar memoria
*/

char CharEntrada = '\0';

if(Serial.available() > 0){

  CharEntrada = Serial.read();

}

if(CharEntrada!=0){

  if(CharEntrada=='\n'){

    if(palabra.length()!=0){

      if(palabra.indexOf("! SET")>=0){

        palabra=palabra.substring(palabra.indexOf('.') +1,palabra.length());

        int i = palabra.charAt(0)-48;//la ventana elegida

        palabra=palabra.substring(palabra.indexOf('.') +1,palabra.length());

        char a = palabra.charAt(0);//U o D

        palabra=palabra.substring(palabra.indexOf('.') +1,palabra.length());

        if(palabra.indexOf("ms")>=0){

          palabra=palabra.substring(0,palabra.indexOf('m'));

          unsigned int p = palabra.toInt();

          if(a=='U')

            controlVentanas.ventana[i]. Periodo.Up = p;

          if(a=='D')

            controlVentanas.ventana[i]. Periodo.Down = p;

          Serial.println("ok");

        }else{//Si está mal el comando

          Serial.println("!");

        }

      }

    }

  }

}

```

```

    }

    }else

    if(palabra.indexOf("! GET")>=0){//leer el periodo guardado

    palabra=palabra.substring(palabra.indexOf('.') +1,palabra.length());

    int i = palabra.charAt(0);

    if((char)i=='*'){

    for(int i =0; i<NumeroVentanas; i++){//recorre cada ventana

    char a = 'a';

    Serial.println("*"+String(char(a+i))+String(controlVentanas.ventana[i].
Periodo.Up)+"*");

        Serial.println("*"+String(char(a+i+4))+String(controlVentanas.ventana[i].
Periodo.Down)+"*");

    }

    }else{

    i-=48;

    palabra=palabra.substring(palabra.indexOf('.') +1,palabra.length());

    char a = palabra.charAt(0);//U o D

    if(a=='U')

    Serial.println(controlVentanas.ventana[i]. Periodo.Up);//saca por consola el valor del
periodo up

    if(a=='D')

    Serial.println(controlVentanas.ventana[i]. Periodo.Down);//saca por consola el valor
del periodo down

    }

    }else

```



```

activar='a';

palabra=palabra+String(CharEntrada);

}

}

```

si el rele abre el termostato hay baja temperatura.

si el rele esta cerrado hay alta temperatura

```
adcValue = analogRead(pinReleTermometro);
```

```
if(!( adcValue < 1000) && ! ReleTermostato & controlVentanas.Activo){//si el rele
```

del termómetro se cerro y la variable es falsa

```

if(bajarVentanas()){

ReleTermostato=true;//cambia la variable

}

}else{

```

```
if((adcValue < 1000) && ReleTermostato && controlVentanas.Activo){//si el rele
```

del termómetro cerro y la variable rele es verdadera

```

if(subirVentanas()){

ReleTermostato=false;//cambia la variable

}

}else{

```

detiene los motores de las ventanas.

```
for(int i =0; i<NumeroVentanas; i++){//recorre cada ventana
```

```
digitalWrite(pinesVentana[(i*2)],!(controlVentanas.ventana[i].
```

ReleUp=false));//apaga el relay 0,2,4,6

```
digitalWrite(pinesVentana[(i*2)+1],!(controlVentanas.ventana[i].
```

ReleDown=false));//apaga el relay 1,3,5,7

```

}

IniciarSubirVentanas=false;

IniciarBajarVentanas=false;

}

}

}

bool subirVentanas(){

    static unsigned long InicioContadorMs=0;//guarda el momento que se activo el
    termostato

    if(! IniciarSubirVentanas){

        IniciarSubirVentanas=true;

        InicioContadorMs=millis();//inicializa el tiempo actual

        activamos cada rele para subir las ventanas

        for(int i = 0; i<NumeroVentanas; i++ ){

            digitalWrite(pinesVentana[(i*2)],!(                controlVentanas.ventana[i].
ReleUp=true));//enciende el relay 0,2,4,6

        }

    }

    if(IniciarSubirVentanas){

        IniciarSubirVentanas=false;//intenta detener

        for(int i =0; i<NumeroVentanas; i++){//recorre cada ventana

            if(millis(>InicioContadorMs+controlVentanas.ventana[i]. Periodo.Up)

                digitalWrite(pinesVentana[(i*2)],!(                controlVentanas.ventana[i].
ReleUp=false));//apaga el relay 0,2,4,6

            if(controlVentanas.ventana[i]. ReleUp)//revisa si un rele sigue encendido

```

```

IniciarSubirVentanas=true;//continua activo hasta que todos los relay estén apagados
}

if(! IniciarSubirVentanas)//si ya no queda nada por hacer

return true;//retorna verdadero

}

return false;

}

bool bajarVentanas(){

static unsigned long InicioContadorMs=0;//guarda el momento que se activo el
termostato

if(! IniciarBajarVentanas){

IniciarBajarVentanas=true;

InicioContadorMs=millis();//inicializa el tiempo actual

activamos cada rele para subir las ventanas

for(int i = 0; i<NumeroVentanas; i++ ){

digitalWrite(pinesVentana[(i*2)+1],!(          controlVentanas.ventana[i].
ReleDown=true));//enciende el relay 1,3,5,7

}

}

if(IniciarBajarVentanas){

IniciarBajarVentanas=false;//intenta detener

for(int i=0; i<NumeroVentanas; i++){//recorre cada ventana

if(millis(>InicioContadorMs+controlVentanas.ventana[i]. Periodo.Down){

digitalWrite(pinesVentana[(i*2)+1],!          (          controlVentanas.ventana[i].
ReleDown=false));//apaga el relay 1,3,5,7

```

```
digitalWrite(pinesVentana[(i*2)+1],!(
controlVentanas.ventana[i].
ReleDown=false));//apaga el relay 1,3,5,7
}
if(controlVentanas.ventana[i]. ReleDown)//revisa si un rele sigue encendido
IniciarBajarVentanas=true;//continua activo hasta que todos los relay estén apagados
}
if(! IniciarBajarVentanas)//si ya no queda nada por hacer
return true;//retorna verdadero
}
return false;
```

