



**Implementación de un sistema de calentamiento, filtración y extracción de aire automatizado  
para una cabina-horno de pintado automotriz para la Carrera de Tecnología Superior en  
Mecánica Automotriz de la Unidad de Gestión de Tecnologías.**

Caisaguano Chicaiza, Jairo Saúl

Departamento de Ciencias de Energía Y Mecánica  
Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz

Monografía, previo a la obtención del título de Tecnólogo Superior en Mecánica Automotriz

Ing. Carrera Tapia, Romel David

Latacunga

9 de septiembre, 2021



**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA**

**CARRERA DE TECNOLOGÍA EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ**

### **CERTIFICACIÓN**

Certifico que la monografía, **“Implementación de un sistema de calentamiento, filtración y extracción de aire automatizado para una cabina-horno de pintado automotriz para la Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz de la Unidad de Gestión de Tecnologías.”** fue realizado por el **Caisaguano Chicaiza, Jairo Saúl** la cuál ha sido revisada en su totalidad y analizado en su totalidad por la herramienta de verificación de similitud de contenido; por lo tanto cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que lo sustente públicamente.

Latacunga, Septiembre del 2021



Firmado electrónicamente  
por:

**ROMEL DAVID CARRERA**

---

**Director Del Trabajo De Titulación**

**Ing. Carrera Tapia, Romel David**

**C.C.: 0503393258**

## RESULTADO DE ANÁLISIS URKUND



### Document Information

---

Analyzed document	Monografía Caizaguano.docx (D112130479)
Submitted	9/6/2021 3:42:00 PM
Submitted by	Juan Carlos Altamirano
Submitter email	jc.altamiranoc@uta.edu.ec
Similarity	4%
Analysis address	jc.altamiranoc.uta@analysis.orkund.com

### Sources included in the report

---

**W** URL: <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/11729/1/T-ESPE-053099.pdf>  
Fetched: 12/17/2020 7:45:46 AM

**SA** **TESIS\_VITERI v 13.pdf**  
Document TESIS\_VITERI v 13.pdf (D21240770)

**SA** **ESCRITO TESIS.docx**  
Document ESCRITO TESIS.docx (D15551897)



Firmado electrónicamente  
por:

ROMEL DAVID CARRERA

---

Director Del Trabajo De Titulación

Ing. Carrera Tapia, Romel David

C.C.: 0503393258



**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA**

**CARRERA DE TECNOLOGÍA EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ**

**RESPONSABILIDAD DE AUTORÍA**

Yo, **Caisaguano Chicaiza, Jairo Saúl**, con cédula de identidad N° 0504361775; declaro que el contenido, ideas y criterios de la monografía, **“Implementación de un sistema de calentamiento, filtración y extracción de aire automatizado para una cabina-horno de pintado automotriz para la Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz de la Unidad de Gestión de Tecnologías.** “Es de mi 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, septiembre del 2021

---

**Caisaguano Chicaiza, Jairo Saúl**

**C.C.: 0504361775**



**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA**

**CARRERA DE TECNOLOGÍA EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ**

**AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN**

Yo, **Caisaguano Chicaiza, Jairo Saúl**, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar la monografía: **“Implementación de un sistema de calentamiento, filtración y extracción de aire automatizado para una cabina-horno de pintado automotriz para la Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz de la Unidad de Gestión de Tecnologías.”** En el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi responsabilidad.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'JAIR C.', is written over a horizontal line.

**Caisaguano Chicaiza, Jairo Saúl**

**C.C.: 0504361775**

## **DEDICATORIA**

Este presente trabajo lo dedico a mi familia por su apoyo incondicional en mis metas y objetivos, a mis padres María y Ramiro que siempre están ayudándome con sus consejos de como conllevar la vida en el ámbito profesional por la confianza que depositaron en mi desde el primer momento que elegí esta carrera hasta estas instancias de mi vida estudiantil, dedico también en memoria de mi abuelita Agustina que siempre me quiso ver triunfante en la vida y gracias a sus buenos deseos puedo lograr una meta más en mi vida.

**Caisaguano.Ch.Jairo.S.**

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco infinitamente a DIOS por brindarme la vida y la salud, sobre todo por permitirme gozar de la compañía de mis seres queridos, agradezco de corazón a mi familia por estar siempre presentes en cualquier situación de mi vida y brindarme todo su cariño y apoyo para salir adelante, también tengo un sincero agradecimiento a los docentes de la carrera de tecnología superior en mecánica automotriz "ESPEL" por impartirnos sus conocimientos experiencias para ser perfeccionales de éxito en cualquier ámbito laboral.

**Caisaguano.Ch.Jairo.S.**

**Tabla de contenidos**

<b>Carátula .....</b>	<b>1</b>
<b>Certificacion .....</b>	<b>2</b>
<b>Resultado De Análisis Urkund.....</b>	<b>3</b>
<b>Responsabilidad De Autoría .....</b>	<b>4</b>
<b>Autorización De Publicación .....</b>	<b>5</b>
<b>Dedicatoria .....</b>	<b>6</b>
<b>Agradecimiento .....</b>	<b>7</b>
<b>Índice De Figuras .....</b>	<b>12</b>
<b>Índice De Tablas.....</b>	<b>15</b>
<b>Resumen.....</b>	<b>16</b>
<b>Planteamiento Del Problema .....</b>	<b>18</b>
<b>Antecedentes .....</b>	<b>18</b>
<b>Planteamiento Del Problema .....</b>	<b>20</b>
<b>Justificación .....</b>	<b>21</b>
<b>Objetivos.....</b>	<b>22</b>
<b><i>Objetivo General</i>.....</b>	<b>22</b>
<b><i>Objetivos Específicos</i>.....</b>	<b>22</b>

Alcance .....	23
Marco Teórico .....	24
Automatización .....	24
<i>Importancia De La Automatización:</i> .....	27
<i>Historia De La Automatización</i> .....	29
<i>Programación De Sistemas Automatizados</i> .....	30
Sistema De Control Automatizado.....	31
<i>Características Del Sistema De Control</i> .....	31
<i>Plc (Controlador Lógico Programable)</i> .....	32
<i>Diagrama De Escalera Plc:</i> .....	34
<i>Arduino 1</i> .....	36
<i>Sensores De Temperatura:</i> .....	42
<i>Focos Infrarrojos</i> .....	43
<i>Calefactores:</i> .....	44
<i>Pantalla Touch Tft</i> .....	46
<i>Pulsadores</i> .....	51
<i>Ventiladores</i> .....	56
<i>Extractores</i> .....	56
Cabina De Pintura .....	57
Tipos De Cabina De Pintura Automotriz.....	58

	10
<i>Cabinas De Infrarrojos</i> .....	59
<i>Cabinas - Hornos De Pintura</i> .....	59
<i>Sobre El Piso</i> .....	60
<i>Cabina A Ras De Piso</i> .....	60
<i>Cabina De Flujo Vertical</i> .....	60
<i>Cabina De Flujo Semi-Vertical</i> .....	61
<i>Cabina De Flujo Horizontal</i> .....	62
Sistema De Control .....	63
Controlador Pid.....	64
Desarrollo del tema.....	66
Simulación De Los Sistemas De Generación De Calor Y Flujo De Aire.....	69
Sistema De Control De Temperatura .....	71
Programación Del Arduino .....	73
Instalación De Actuadores.....	75
Instalación De Circuito Sobre Una Caja Base .....	77
Prueba de funcionamiento.....	87
Prueba De Funcionamiento De La Cabina .....	87
Prueba de funcionamiento de la cabina en la fase aplicación de una capa pintura .....	87
Prueba de funcionamiento de la cabina en la fase de secado de la capa pintura .....	89
Prueba de funcionamiento del sistema de control automatizado de temperatura. ....	90

Verificación De Funcionamiento Y Potencia Del Extractor.....	91
Verificación De Funcionamiento De La Cabina – Horno De Pintura .....	92
Marco Administrativo.....	94
Recursos Humanos.....	94
Recursos Tecnológicos.....	95
Recursos Materiales .....	95
Presupuesto .....	97
Conclusiones Y Recomendaciones .....	99
Conclusiones.....	99
Recomendaciones.....	100
Bibliografía .....	101
Anexos.....	107

## Índice de Figuras

<b>Figura 1.</b> <i>Representación de un sistema</i> .....	32
<b>Figura 2.</b> <i>Programación escalera PLC</i> .....	34
<b>Figura 3.</b> <i>Representación del lenguaje escalera</i> .....	35
<b>Figura 4.</b> <i>Software y Hardware</i> .....	37
<b>Figura 5.</b> <i>Arduino uno</i> .....	37
<b>Figura 6.</b> <i>Funcionamiento de un Arduino</i> .....	38
<b>Figura 7.</b> <i>Estructura de un Sketch</i> .....	39
<b>Figura 8.</b> <i>Componentes de Sketch</i> .....	40
<b>Figura 9.</b> <i>Declaración de variables</i> .....	40
<b>Figura 10.</b> <i>Compilación y carga de Arduino</i> .....	41
<b>Figura 11.</b> <i>Sensores de temperatura</i> .....	42
<b>Figura 12.</b> <i>Sensor de temperatura resistiva RTD</i> .....	43
<b>Figura 13.</b> <i>Calefactores</i> .....	45
<b>Figura 14.</b> <i>Pantalla Táctil</i> .....	47
<b>Figura 15.</b> <i>Pantalla táctil resistiva</i> .....	48
<b>Figura 16.</b> <i>Pantalla táctil capacitiva</i> .....	49
<b>Figura 17.</b> <i>Pantalla táctil tipo háptico</i> .....	50
<b>Figura 18.</b> <i>Pantalla táctil TFT</i> .....	51
<b>Figura 19.</b> <i>Pulsadores</i> .....	52
<b>Figura 20.</b> <i>Interruptor basculante</i> .....	53
<b>Figura 21.</b> <i>Interruptor de pulsador</i> .....	53
<b>Figura 22.</b> <i>Interruptor rotativo</i> .....	54
<b>Figura 23.</b> <i>Interruptor termomagnético</i> .....	55

<b>Figura 24.</b> <i>Cabina de Flujo vertical</i> .....	61
<b>Figura 25.</b> <i>Cabina de flujo semi-vertical</i> .....	62
<b>Figura 26.</b> <i>Cabina de flujo horizontal</i> .....	63
<b>Figura 27.</b> <i>Sistema de control en lazo cerrado.</i> ....	64
<b>Figura 28.</b> <i>Diagrama de bloques del controlador PID</i> .....	65
<b>Figura 29.</b> <i>Medidas para estructura de cabina</i> .....	66
<b>Figura 30.</b> <i>Suelda de estructura</i> .....	67
<b>Figura 31.</b> <i>Carrocería desmontable</i> .....	67
<b>Figura 32.</b> <i>Estructura pintada</i> .....	68
<b>Figura 33.</b> <i>Estructura terminada</i> .....	68
<b>Figura 34.</b> <i>Circuito simulado en Proteus</i> .....	69
<b>Figura 35.</b> <i>Sistema automatizado.</i> ....	70
<b>Figura 36.</b> <i>Pulsadores y fuente de alimentación</i> .....	71
<b>Figura 37.</b> <i>Componentes del circuito</i> .....	72
<b>Figura 38.</b> <i>Programación del Arduino</i> .....	73
<b>Figura 39.</b> <i>Curva enviada por el sensor de temperatura</i> .....	74
<b>Figura 40.</b> <i>Sensor termocupla</i> .....	75
<b>Figura 41.</b> <i>Circuito del dimmer para controlar reflectores incandescentes</i> .....	76
<b>Figura 42.</b> <i>Focos calientes</i> .....	77
<b>Figura 43.</b> <i>Caja de seguridad para componentes</i> .....	78
<b>Figura 44.</b> <i>Circuito de seguridad</i> .....	79
<b>Figura 45.</b> <i>Distribuidor de corriente</i> .....	79
<b>Figura 46.</b> <i>Protección del circuito</i> .....	80
<b>Figura 47.</b> <i>Reflectores eléctricos</i> .....	80

<b>Figura 48.</b> <i>Instalación de cable</i> .....	81
<b>Figura 49.</b> <i>Inserción de cable para extractores y ventiladores</i> .....	82
<b>Figura 50.</b> <i>Cableado de la cabina</i> .....	83
<b>Figura 51.</b> <i>Luces</i> .....	83
<b>Figura 52.</b> <i>Eficiencia del horno de pintura</i> .....	88
<b>Figura 53.</b> <i>Proceso de secado de pintura</i> .....	89
<b>Figura 54.</b> <i>Verificación de datos del sensor de temperatura</i> .....	90
<b>Figura 55.</b> <i>Control automático de temperatura</i> .....	91
<b>Figura 56.</b> <i>Verificación de funcionamiento y potencia del extractor</i> .....	92
<b>Figura 57.</b> <i>Funcionamiento de la cabina</i> .....	92

**Índice de tablas**

<b>Tabla 1</b> <i>Recursos humanos</i> .....	94
<b>Tabla 2</b> <i>Recursos tecnológicos</i> .....	95
<b>Tabla 3</b> <i>Recursos materiales</i> .....	96
<b>Tabla 4</b> <i>Presupuesto</i> .....	98

## Resumen

Este proyecto técnico tiene como principal objetivo Implementar un sistema de calentamiento, filtración y extracción de aire automatizado para una cabina-horno de pintado automotriz, el proceso de pintura automotriz muy importante pues de ello depende la calidad del acabado de pintura, por lo tanto se verifica el principio de funcionamiento y los materiales necesarios para su elaboración, como por ejemplo la pantalla interfaz que será la encargada de indicar los valores de temperatura a las que el horno se encuentra, también tenemos el dispositivo Arduino UNO en él se podrá realizar las conexiones y las respectivas programaciones del sistema de control temperatura, sensores de temperatura que son los encargados de detectar la temperatura del ambiente dentro de la cabina-horno, pulsadores, relés, etc. Para realizar un aumento de temperatura dentro del espacio de la cabina se utilizó reflectores de luz calórica, estas se instalaron en los diferentes puntos de anclaje verificados mediante un dimensionamiento de un vehículo monovolumen. En el caso de la recirculación de aire se utilizó un flujo horizontal para ello se implementó un ventilador de 45 w y un extractor de la misma potencia estas nos ayudan a generar un ambiente adecuado para realizar los procesos de secado y pintado automotriz. Finalmente se logró la implementación del control automatizado de temperatura para dar a conocer a los lectores una forma correcta de aplicación, tanto de secado como de pintado en un ambiente específico temperatura.

- Palabras clave:

- **PINTURA AUTOMOTRIZ**
- **AUTOMATIZACIÓN**
- **CONTROL AUTOMÁTICO**

## **Abstract**

The main objective of this technical project is to implement an automated heating, filtration and air extraction system for the automotive paint booth-oven, the automotive painting process is very important because the quality of the paint finish depends on it, therefore the principle of operation and the materials necessary for its development are verified, such as the interface screen that will be responsible for indicating the temperature values at which the oven is located, we also have the Arduino UNO device in it you can make the connections and the respective programming of the temperature control system, temperature sensors that are responsible for detecting the temperature of the environment inside the cabin-oven, push buttons, relays, etc.. In order to increase the temperature inside the cabin space, heat reflectors were used, which were installed in the different anchor points verified by means of a sizing of a minivan vehicle. In the case of air recirculation, a horizontal flow was used, for which a 45 W fan and an extractor fan of the same power were implemented, these help us to generate a suitable environment for the drying and automotive painting processes. Finally, in this project we achieved the implementation of automated temperature control to inform readers about the correct way of application, both drying and painting in a specific temperature environment.

- Key words:

- **AUTOMOTIVE PAINT**
- **AUTOMATION**
- **AUTOMATIC CONTROL**

## Capítulo I

### 1. Planteamiento del problema

“IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CALENTAMIENTO, FILTRACIÓN Y EXTRACCIÓN DE AIRE AUTOMATIZADO PARA LA CABINA-HORNO DE PINTADO AUTOMOTRIZ.”

#### 1.1 Antecedentes

En los últimos años se han ido incrementando los procesos de pintura automotriz de acuerdo a los avances tecnológicos y a las necesidades de producción en gran escala o en masa, así como también se ha considerado la necesidad de proporcionar mejores acabados en menos tiempo y con una reducción de costos considerable para lo cual se ha diseñado y posteriormente construida la cabina de pintura que en la actualidad se la ha conocido como horno de pintura automotriz cuando se le introdujo un climatizador. (Cadena, 2010)

En el trabajo realizado por (Aldaz, 2016) en su tema de tesis Diseño, construcción y automatización de una cabina de pintura climatizada, se puede apreciar que su finalidad es realizar una pintura de buena calidad y acabados excelentes a las diferentes estructuras, evitando así que el operario sufra lesiones o se exponga a gases nocivos que conlleve graves enfermedades a largo plazo, dicho sistema funciona de una manera automática, para lo cual se utiliza en su parte eléctrica un circuito de control con finales de carrera, motores, PLC – HMI FP4030 mediante programación Ladder.

Para poder realizar la construcción de una cabina de pintura se toma en cuenta las funciones que se deben realizar para poder obtener un buen trabajo de pintura en las estructuras que se desea pintar, para lo cual se necesita un proceso de pintura para su manejo automático, y como primer punto se debe llenar la pintura o fondo en un vaso de la respectiva pistola de pintura, para que se pueda empezar el proceso de pintado se debe accionar un motor de A. C, haciendo que se mueva el carro de forma longitudinal y pinta el modular en el mismo sentido en el que se mueve, como siguiente paso se debe accionar un motor de D.C. para que el carro transversal se pueda movilizar y se pinte el modular en el sentido en el que se mueve, una vez pintada la estructura, ingresa un cilindro neumático que hace girar al elemento pintado en 180° el proceso se repite hasta que la estructura quede pintada en su totalidad. (Roberto, 2016)

En conclusión, se pudo identificar el control de automatización de una cabina de pintura, que está constituido por diversos componentes que son manejados mediante un circuito eléctrico con su respectiva programación para que se pueda llevar a cabo su proceso de pintura.

Teniendo como principal resultado un buen acabado en cuanto a la pintura, ya que inhiben el ingreso de contaminantes como por ejemplo polvo, proporciona una temperatura adecuada, para poder brindar el acabado de pintura necesario ofreciendo un producto con pintura de calidad, sin dejar de lado un aspecto muy importante que es la salud de los operarios, que se ve controlada debido a que los mismos ya no deben exponerse directamente hacia los

químicos que se requieren para pintura, y finalmente proporcionando una mejora inclusive para el medio ambiente.

Es importante para la industria automotriz poder realizar una cabina de pintura automatizada, debido a que se presentan grandes beneficios que se han mencionado anteriormente, para lo cual se necesita de varios componentes que se controlan mediante circuitos electrónicos con su programación respectiva realizando su trabajo sin ningún inconveniente, bajo la supervisión de los operarios a cargo.

## **1.2 Planteamiento del problema**

El problema se radica dentro del establecimiento de la universidad de las fuerzas armadas ESPE, específicamente en la carrera de tecnología superior de mecánica automotriz al no contar con un espacio ni las herramientas necesarias para la realización de prácticas en los procesos de pintura automotriz para el correcto aprendizaje de los estudiantes.

Este proyecto técnico tiene como propósito la construcción de una cabina horno para procesos de pintura automotriz, para ello se verifica el principio de funcionamiento y los materiales necesarios para su elaboración, por este motivo se hace referencia a su estructura portátil de fácil montaje y desmontaje, también verifica las ventajas del proyecto con respecto a la utilización de un espacio para el de aprendizaje de los estudiantes de la carrera de tecnología superior en mecánica automotriz.

En la actualidad el avance tecnológico ha ido generando mejoras en mundo automovilístico ya sea en la parte mecánica o la parte estética, así como también en la pintura automotriz para ello se ha implementado procesos y espacios adecuados para brindar un acabado uniforme y libre de impurezas del medio ambiente, todo esto generado durante la aplicación de una capa de pintura.

### **1.3 Justificación**

Para los estudiantes de tecnología automotriz es importante el desarrollo practico en el ámbito de pintura automotriz y de esta manera genera una destreza más para la vida profesional como tecnólogos, para ello es de suma importancia contar con los elementos necesarios tales como pintura, lijas, masillas y sobre todo un espacio adecuado para realizar las prácticas la cual involucra nuestro proyecto la cabina-horno.

En la actualidad todo lo que se pueda aportar en el desarrollo industrial de un país en vías de desarrollo como el Ecuador, no puede estar exento de calidad y de la protección del medio ambiente. Por este motivo, el proyecto de perfeccionar el Sistema de la cabina de secado de pintura para vehículos.

## 1.4 Objetivos

### 1.4.1. *Objetivo general*

IMPLEMENTAR UN SISTEMA DE CONTROL AUTOMATIZADO DE LA ATMOSFERA DEL HORNO. PARA UNA CABINA HORNO DE PINTURA AUTOMOTRIZ PORTÁTIL PARA LA CARRERA DE TECNOLOGÍA SUPERIOR EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ DE LA UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS-ESPE.

### 1.4.2. *Objetivos específicos*

- Investigar sobre controles de automatización de temperatura de cabinas-horno de pintura automotriz debido a que se requiere de ventajas y desventajas presentadas para poder implementar la opción más adecuada para a la misma
- Implementar un sistema de control automático de temperatura interna de la cabina, mediante el uso de los componentes que se solicitan para su elaboración, con la finalidad de analizar su aporte en cuanto a la mejora de calidad de pintura de la estructura sometida a temperatura en la cabina – horno portátil.
- Adaptar un sistema automático de flujo de aire de la cabina-horno de pintura, debido a que se requiere una recirculación de gases y sustancias químicas para una mejor calidad pintura y protección de los operarios.

## 1.5 Alcance

El presente proyecto de tesis se enfocará en realizar un diseño de cabina desmontable, se debe tener en cuenta que sea lo más rentable posible en su construcción para ello se buscará materiales que resulten económicos y sean resistentes tanto al calor como a los agentes del medio ambiente tales como corrosión y oxidación.

Es muy importante tomar en cuenta que dicho sistema de automatización requiere de circuitos y respectivas programaciones para que el sistema pueda realizar los procesos de pintura de una manera ordenada, específica y en condiciones atmosféricas necesarias debido a que se debe presentar una estructura con un acabado de calidad y resistencia.

Para poder realizar el proyecto se requieren de varias opciones que se deben tener en cuenta que serán muy necesarios como, por ejemplo, ventilación, filtración, calefacción e iluminación para que el rendimiento de la cabina sea la esperada con el proceso de pintado del automóvil.

Existen componentes que serán tomados en cuenta para el control automatizado de temperatura que se detallan a continuación: arduino1, sensores de temperatura, focos infrarrojos de calor, calefactores, pantalla touch pft, pulsadores, ventiladores y extractores, que trabajarán en conjunto para poder brindar la temperatura adecuada.

## Capítulo II

### 2. Marco Teórico

#### 2.1 Automatización

La automatización viene del griego “auto” que quiere decir realizado por uno mismo, para lo cual se requieren de elementos o sistemas electrónicos, mecánicos y computarizados, para así poder continuar con el manejo y control de máquinas; para dicho análisis se requieren de una recolección de datos para proceder a la detección de errores, afirmaciones de control, manejo de equipos que contribuyen al proceso para el desarrollo de un determinado producto o servicio que se le da a la necesidad del usuario. (Landivar Moreno, 2010)

Como ya se conoce la automatización es un sistema encargado de transferir procesos de producción mediante un conjunto de elementos tecnológicos, que generalmente se realizan por humanos, los sistemas automatizados constan de 2 partes según (Automatización, 2018):

- Parte de mando: en este caso se utiliza tecnología programada, o relés electromagnéticos, tarjetas electrónicas o módulos lógicos neumáticos
- Parte operativa: es aquella que se encarga de actuar directamente sobre la máquina, es decir hacen que la maquina tenga movimiento y realice las operaciones deseadas mediante accionadores como por ejemplo motores, cilindros, compresores, finales de carrera etc.

Características de la automatización según (Automatización, 2018):

- Mejora la productividad de una empresa debido a que se reduce costos de producción, se disminuye el gasto innecesario de materiales, mejora la calidad de trabajo.
- Incrementa seguridad de los operarios.
- Ayuda a mejorar la disponibilidad de productos
- Es de fácil manejo para los operarios, pues es más fácil su manejo al realizar mantenimientos.

En conclusión la automatización consiste en usar tecnología para poder realizar tareas casi sin la necesidad de operarios, es un sistema que se puede implementar en cualquier sector en el que se lleven a cabo tareas repetitivas, por ejemplo es normal ver estos sistemas en lugares que tengan como principal propósito la fabricación, robótica y en los automóviles. (Red Hat, 2019)

Existen algunos tipos de automatización como por ejemplo Automatización de la TI, Automatización empresarial, Automatización robótica de procesos, Automatización industrial, Inteligencia artificial, Aprendizaje automático, Aprendizaje profundo. Que se detallan a continuación. (Red Hat, 2019)

Automatización de la TI: son instrucciones que se llevan a cabo mediante un conjunto repetido de procesos, con la finalidad de reemplazar el trabajo manual. (Red Hat, 2019)

Automatización empresarial: este tipo de automatización requiere de una adaptación de la gestión de procesos empresariales, estas reglas comerciales y la optimización de negocios

contribuyen al desarrollo moderno de aplicaciones para poder responder a cambios del mercado. (Red Hat, 2019)

Automatización robótica de procesos: para este tipo de automatización se requiere del uso de robots de software encargados de realizar tareas repetitivas que anteriormente estaban encargados los operarios. (Red Hat, 2019)

Automatización industrial: esta consiste en reducir el trabajo de los operarios en cuanto a lo conocido como proceso de producción en las fábricas, y los trabajadores ahora solo se dedican a supervisar las operaciones realizadas mediante un panel de control o lo conocido como interfaz hombre – máquina (HMI) (Red Hat, 2019)

Inteligencia artificial: en esta inteligencia artificial interviene un software con reglas para poder realizar reglas que por lo general requieren de la intervención de personas. (Red Hat, 2019)

Aprendizaje automático: para este tipo de aprendizaje se necesitan algoritmos adaptativos, es decir son modelos predictivos, este tipo se utiliza para poder realizar un trabajo sin la necesidad de dar instrucciones explícitas, que en ocasiones cambian para casa tarea. (Red Hat, 2019)

Aprendizaje profundo: en el intervienen múltiples algoritmos adaptativos con soluciones de software de automatización. (Red Hat, 2019)

### **2.1.1. Importancia de la automatización:**

La automatización es aquella que ayuda a las empresas en su transformación digital, pues es un paso fundamental para poder gestionar, cambiar y adaptar no solo la infraestructura de TI, si no adaptar a una empresa a operar en todos sus procesos, automatizar el cambio, ya que proporciona más tiempo y energía para seguir en los procesos de innovación, se pueden realizar tareas con más rapidez, liberando a los operarios a dedicarse a resolver dificultades importantes, para poderlas incorporar como parte de solución en una rutina laboral. (Red Hat, 2019)

Ventajas de la automatización:

Cabe recalcar que la definición de automatización no es necesariamente sustituir a las personas de su puesto de trabajo, aunque en ocasiones así lo amerita ya que se evitan algunos pasos que requieren de interacción humana, sin embargo las ventajas que se presentan en cuanto a la productividad, estandarización y eficiencia son más altas así como también para los humanos, ya que se los requiere en diferentes áreas de trabajo que son más importantes que dedicarse a tareas diarias y repetitivas que en muchas ocasiones perjudica su salud. Dichas ventajas se detallan a continuación, según (Gonzales, 2018) y (Red Hat, 2019):

- Mejora la productividad: ya que el operario puede invertir su tiempo en establecer mejoras para la empresa en cuanto a la innovación de ideas, respuesta rápida a clientes, entrega de productos, publicidad, etc. Mientras las maquinas programadas no pierden su ritmo de trabajo.

- Mejora confiabilidad: requiere de menores controles, pruebas, actualizaciones o flujos de trabajo, ya que su trabajo es de buena calidad o como se lo conoce “cero defectos”.
- Control simplificado: es importante ya que se requiere de una menor intervención de personas, evitando así las lagunas de conocimiento, pues las lagunas de conocimiento se dan por una gran cantidad de personas a cargo, es decir mientras más personas se encuentran más difícil es saber que o quien están involucrados en cada proceso.
- Disponibilidad 24 h: ya que una vez programadas las máquinas, estas pueden trabajar día y noche, sin opción a descansar. Como lo es en el caso de un operario.
- Reducción de costos: ya que no se gasta tanto en mano de obra.
- Reduce trabajos rutinarios.
- Ayuda a preservar la vida del operario, ya que su trabajo ya no es manipular productos, si no controlar su proceso.
- Presenta menor cantidad de elementos o productos defectuosos.
- La producción se realiza en un menor tiempo.

Así como se presentan grandes ventajas, dicho proceso también presenta desventajas que, de no ser supervisadas, pueden acarrear grandes pérdidas para la empresa, (Gonzales, 2018) los detalla a continuación:

- **Inflexibilidad:** es muy complicada, ya que para su adaptación se requiere de economía principalmente, y que los operarios estén dispuestos a adaptarse al cambio y sobre todo aprender a manejar las máquinas para su producción.
- **Personal altamente calificado:** para poder implementar todo lo que abarca una línea de producción automatizada, se requiere de personal que tenga la capacidad intelectual de manejarlas, sin embargo, este es muy caro y escaso.
- **Elevado costo de inversión:** el capital que se requiere para poder adquirir estas máquinas es muy alto.

### ***2.1.2. Historia de la Automatización***

Los primeros sistemas automatizados tienen su nacimiento en la Revolución Industrial a finales del siglo XIX y principios del siglo XX, estos sistemas estaban basados en componentes mecánicos y electromagnéticos, como engranajes, palancas y motores. Más tarde se usaron también contactores, relés y temporizadores que permitían automatizar las tareas de control. (Agudelo, 2019)

Para poder incluir a la automatización en los procesos industriales, se ha requerido de un gran avance o paso tecnológico que se ha ido desarrollando con la finalidad de evitar los simples o complejos trabajos realizados por el ser humano o de los animales y empezar a realizarlas mediante el uso de máquinas, como por ejemplo el simple hecho de levantar algún elemento pesado a través de poleas disminuyendo así la fuerza que tenía que realizar el humano o un animal. (Landivar Moreno, 2010)

### ***2.1.3. Programación de sistemas automatizados***

Existe un sistema de control automático que se retroalimenta negativamente, debido a que la variable a controlar se retroalimenta físicamente desde el inicio, para que posteriormente un elemento llamado comparador, como su nombre lo indica, compare con dichos valores establecidos como referencia inicialmente, ya que es importante saber si la variable en cuestión tiene el valor deseado o no, y en caso de existir un valor diferente al esperado se denomina como error. (Cursos AIU, 2019)

Mediante una suma algebraica se puede determinar la diferencia entre la entrada que es tomada como polaridad eléctrica positiva y en la parte de la salida posee una polaridad eléctrica negativa, con la finalidad de determinar si el error es positivo o negativo, si el error es positivo quiere decir que la entrada es mayor a la salida y es una variable que está bajo control, sin embargo si la respuesta da un error negativo se interpreta que domina la señal de salida y se interpreta que la variable que está bajo control tienen un valor más alto que el de la referencia que demanda el proceso; sin embargo lo ideal sería que no haya ninguna señal de error, para

poder interpretar la variable física bajo control tenga un valor deseado (valor marcado por la señal de entrada). Es importante considerar que sea que exista un error negativo, positivo o neutro, es el operador quien elige la decisión correspondiente para presentar un trabajo de calidad. (Cursos AIU, 2019)

## **2.2 Sistema De Control Automatizado**

Es una agrupación de elementos mecánicos, hidráulicos, eléctricos y/o electrónicos que, al interactuar de manera conjunta, pueden regular su propia conducta de manera que se logre un resultado deseado según las ordenes que haya recibido. (Barragán, 2015)

### ***2.2.1. Características del sistema de control***

Según (Cursos AIU, 2019) Para poder asegurar un buen funcionamiento del sistema de control automatizado, se debe considerar que el mismo debe presentar las siguientes características:

- Exactitud:
- Precisión
- Rapidez de respuesta
- Estable

**Figura 1**

*Representación de un sistema*



*Nota.* En la imagen se puede identificar como es la representación de un sistema. Tomado de (Barragán, 2017)

### ***2.2.2. Plc (Controlador Lógico Programable)***

Según (Barragán, 2015) El controlador lógico programable (PLC), es un dispositivo electrónico, que puede ser programado en lenguaje no necesariamente informático, es un computador el cual está diseñado para la automatización industrial, posee con hardware: procesador, memoria, puertos de comunicación, etc. Y finalmente su software.

Los Controladores Lógicos Programables se inventaron en respuesta a la necesidad que presento la industria automotriz, los cuales fueron utilizados para la sustitución de la lógica cableada. El primer PLC fue el MODICON 084.

El uso de un PLC permite el control y protección de un proceso industrial, además del monitoreo y diagnóstico de condiciones, las cuales pueden ser presentadas en un HMI, o en una red de control superior.

Un controlador lógico programable es un equipo que opera de forma digital pues usa memorias para almacenar internamente las instrucciones, tiene ciertas operaciones dirigidas a la implementación, estas pueden ser: operaciones con registros, operaciones lógicas, operaciones dirigidas para el control de tiempos, conteo, las cuales permiten el control de entradas y salidas digitales y analógicas. (Barragán, 2015)

También conocido como computadora digital, ha sido pensada y diseñada para controlar de manera automática los procesos generalmente industriales. Es por este motivo que se han elaborado de diferentes modelos y marcas, para que los usuarios puedan escoger el más adecuado para su uso. (Cursos AIU, 2019)

Como ya se ha explicado el PLC y es una computadora digital por lo tanto posee CPU (unidad de control y cálculos aritméticos). Posee memoria y registros actuadores y sensores. Que para su programación se utilizan distintos métodos, en programas como por ejemplo Aurora y Mat Lab. (Cursos AIU, 2019)

El método más utilizado es escalera que consiste en realizar como principal punto la programación del sistema de control, mediante un diagrama de control magnético con relevadores y contactores. (Cursos AIU, 2019)

### **2.2.3. Diagrama de escalera PLC:**

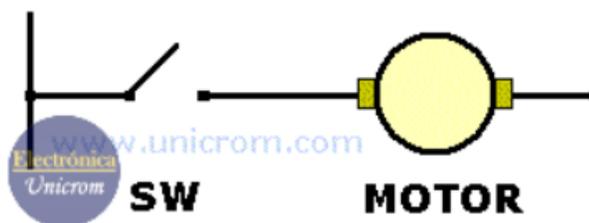
Es un programa muy utilizado para programar PLC, a pesar de que este diagrama no fue uno de los primeros lenguajes utilizados, se ha ido dando a conocer debido a la similitud que presenta con los diagramas de relés. (Electrónica Unicrom, 2020)

Según afirma (Electrónica Unicrom, 2020)

*“Este lenguaje permite representar gráficamente el circuito de control de un proceso, con ayuda de símbolos de contactos normalmente cerrados (N.C.) y normalmente abiertos (N.A.), relés, temporizadores, contadores, registros de desplazamiento, etc. Cada uno de estos símbolos representa una variable lógica cuyo estado puede ser verdadero o falso”.*

**Figura 2**

*Programación escalera PLC*



*Nota.* En la imagen se puede identificar como es la representación de una programación escalera. Tomado de (Electrónica Unicrom, 2020).

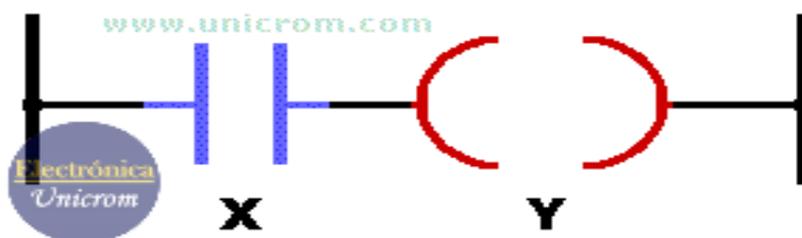
En la imagen 2 se muestra a un diagrama escalera y, se indica como rieles verticales la fuente de energía y para las conexiones horizontales que consecuentemente unen a dos rieles, se presentan los circuitos de control, la barra de lado izquierdo se encarga de representar a lo que sería un conductor de voltaje positivo y la barra o riel de lado derecho representa a lo que sería masa o tierra. (Electrónica Unicrom, 2020)

Como el ejemplo tomado con anterioridad en la figura 2, el programa se ejecuta de arriba hacia abajo y de izquierda a derecha, el motor se acciona cuando el interruptor (SW) se cierra permitiendo así el paso de corriente del riel izquierdo hacia el derecho a través de sus componentes. (Electrónica Unicrom, 2020)

Para poder ingresar un poco a lo que es la programación escalera se requiere de la imagen mostrada a continuación.

**Figura 3**

*Representación del lenguaje escalera*



*Nota.* En la imagen se puede identificar como es la representación de una programación con lenguaje escalera. En donde la "X" reemplaza al SW normalmente abierto y "Y" reemplaza al

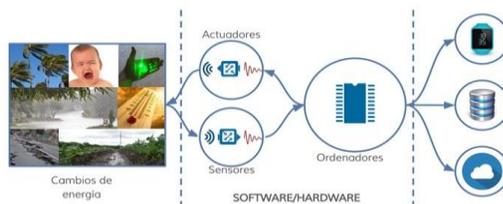
motor, y cuando “X” se cierra permite el funcionamiento del motor “Y”. Tomado de (Electrónica Unicrom, 2020).

#### **2.2.4. Arduino 1**

Es conocido como una plataforma de creación electrónica de código abierto, es decir un hardware y software libres, flexibles y fáciles de crear, pues permite crear diversos tipos de microordenadores de una sola placa. (Fernandez, 2020)

Hardware libre: son los dispositivos cuyas especificaciones y diagramas son de acceso público, de manera que cualquiera puede replicarlos. Esto quiere decir que un Arduino presenta parámetros normales para que cualquier otra persona o empresa pueda crear sus propias placas para programaciones, estas placas pueden ser utilizadas con una estructura diferente, pero a pesar de ello son igualmente funcionales al partir de la misma base. (Fernandez, 2020)

Software libre: son aquellos programas informáticos que poseen un código que es utilizado por cualquiera que sea capaz de utilizarlo y/o modificarlo. Arduino recomienda a una plataforma llamada Arduino IDE (Entorno de Desarrollo Integrado), que se trata de un entorno de programación que facilita su uso para que los usuarios puedan crear aplicaciones para las placas Arduino, dando así la utilidad que cada quien necesite. (Fernandez, 2020)

**Figura 4***Software y Hardware*

*Nota.* En la imagen se puede identificar como es un Arduino. Tomado de (Automatic, 2017)

**Figura 5***Arduino uno*

*Nota:* En la imagen se puede identificar como es un Arduino. Tomado de (Fernandez, 2020)

Funcionamiento de un Arduino:

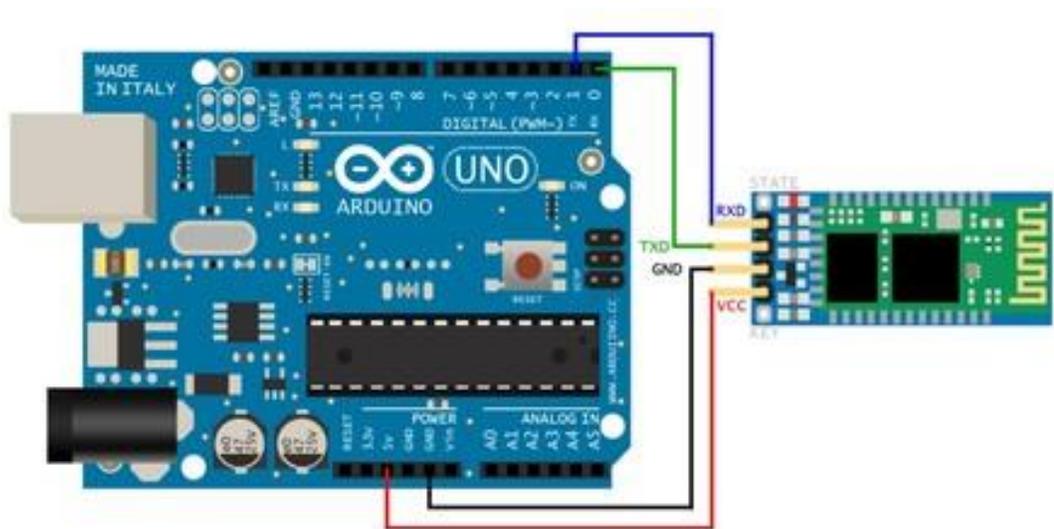
Un Arduino es una placa basada en un microcontrolador ATMEL. Los microcontroladores son conocidos como circuitos integrados en los que se puede gravar instrucciones que permiten crear programas que interactúan con los circuitos en placa. (Fernandez, 2020)

Dicho microcontrolador de Arduino posee un interfaz de entrada, que es una conexión para conectar en la placa diferentes tipos de periféricos que contienen información que llega directamente al microcontrolador que se encargará de procesar los datos que lleguen a través de ellos. Los que se pueden conectar pueden ser diversos sensores, cámaras, etc. (Fernandez, 2020)

Así como se tiene un interfaz de entrada, existe también uno de salida, que tiene como principal función llevar información que se ha procesado ya en el Arduino a otros periféricos, que pueden ser por ejemplo pantallas, altavoces, pero también pueden ser otras placas o controladores. (Fernandez, 2020)

### Figura 6

*Funcionamiento de un Arduino*



*Nota.* En la imagen se puede identificar el funcionamiento de un Arduino. Tomado de (Fernandez, 2020)

## Programación de un Arduino

Al programar un Arduino se debe traducir las tareas automatizadas que se desea realizar mediante la lectura de sensores en líneas de código, para programar la interacción con el entorno, mediante el uso de actuadores. (Automatic, 2017)

Hay algunas herramientas que se deben seguir para poder realizar la programación de los Arduinos es decir compilar el programa y quemar el mismo ya compilado en la memory flash del microcontrolador. (Automatic, 2017)

### Estructura de un Sketch:

Se denomina sketch a un programa de Arduino que tiene una extensión. ino. que es muy importante para su funcionamiento. Su estructura básica se puede identificar en la siguiente imagen.

### Figura 7

#### *Estructura de un Sketch*

```
1 | void setup() {  
2 |   // put your setup code here, to run once:  
3 | }  
4 |  
5 | void loop() {  
6 |   // put your main code here, to run repeatedly:  
7 | }
```

*Nota.* En la imagen se puede identificar la estructura de un Sketch. Tomado de (Automatic, 2017)

En su estructura básica el arduino es muy simple y su composición consiste en al menos dos partes que son de suma importancia para encerrar bloques que contienen declaraciones o instrucciones. (Automatic, 2017)

## Figura 8

### Componentes de Sketch

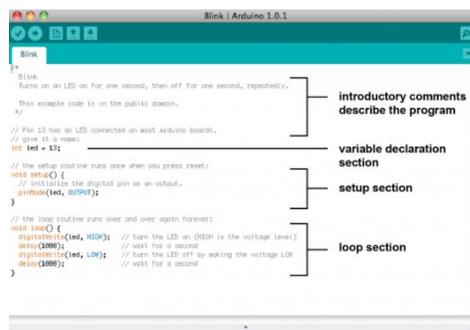
- `setup()` -
- `loop()` -

*Nota.* En la imagen se puede identificar los componentes de un Sketch. Tomado de (Automatic, 2017)

Adicionalmente se colabora con una introducción hacia los comentarios que describen el programa, así como también la declaración de las variables y las llamadas a librerías. (Automatic, 2017)

## Figura 9

### Declaración de variables



```

1 // Blink
2 // Turn on an LED on for one second, then off for one second, repeatedly.
3 // This example code is in the public domain.
4 //
5 // Pin 13 has an LED connected on most Arduino boards.
6 // Give it a name:
7 int led = 13;
8
9 // The setup routine runs once when you press reset:
10 void setup() {
11   // Initialize the digital pin as an output.
12   pinMode(led, OUTPUT);
13 }
14
15 // The loop routine runs over and over again forever:
16 void loop() {
17   digitalWrite(led, HIGH); // turn the LED on (HIGH is the voltage level)
18   delay(1000);             // wait for a second
19   digitalWrite(led, LOW);  // turn the LED off by setting the voltage LOW
20   delay(1000);             // wait for a second
21 }
  
```

The image shows the Arduino IDE interface with the following annotations on the right side:

- introductory comments describe the program**: Points to lines 1-4.
- variable declaration section**: Points to line 7.
- setup section**: Points to lines 9-13.
- loop section**: Points to lines 16-21.

*Nota.* En la imagen se puede identificar como se declaran las variables de un Arduino. Tomado de (Automatic, 2017)

Lenguaje de programación Arduino:

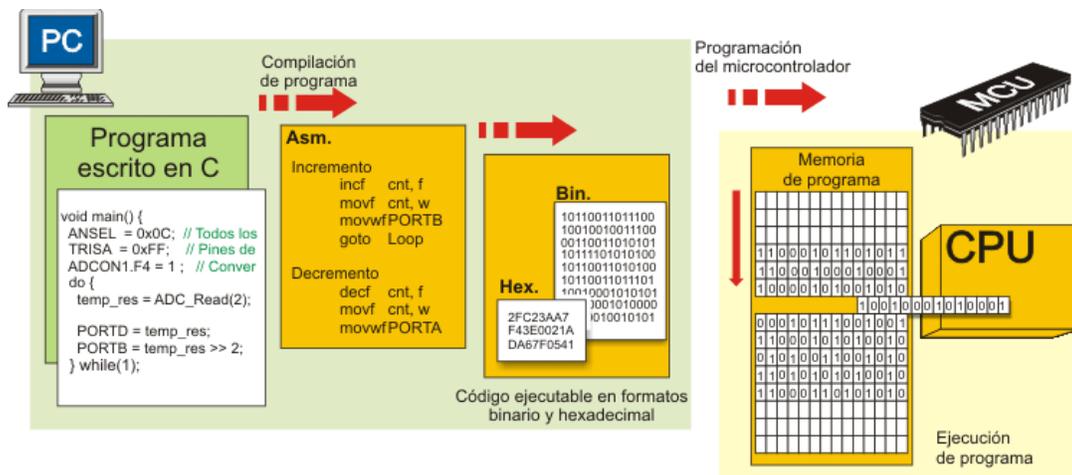
Según (Automatic, 2017):

*“Aunque se hable de que hay un lenguaje propio de programación de Arduino, no es cierto, la programación se hace en C++, pero Arduino ofrece un api o core que facilitan la programación de los pines de entrada y salida y de los puertos de comunicación, así como otras librerías para operaciones específicas. El propio IDE ya incluye estas librerías de forma automática y no es necesario declararlas expresamente. Otra diferencia frente a C++ standard es la estructura del programa que ya hemos visto anteriormente.”*

En la imagen que se muestra a continuación se puede identificar como se realiza el proceso de programación interno de un arduino.

**Figura 10**

*Compilación y carga de Arduino*



*Nota.* En la imagen se puede identificar la compilación y carga de un Arduino. Tomado de (Automatic, 2017)

### 2.2.5. Sensores de temperatura:

Dichos sensores son componentes eléctricos y electrónicos que cuando están en calidad de sensores, permiten medir temperaturas mediante una señal eléctrica determinada, esta señal es capaz de enviarse de forma directa o por medio de un cambio de resistencia, otro nombre con el que se los conoce es sensor de calor o termo sensores.

(Rechner, 2019)

#### Figura 11

*Sensores de temperatura*



*Nota.* En la imagen se puede identificar a los distintos sensores de temperatura. Tomado de (Rechner, 2019)

Tipos de sensores de temperatura:

Existen generalmente 2 tipos de sensores de temperatura que se detallan a continuación

Sensor de temperatura por resistencia: también conocidos como RTD, pues se trata de aprovechar el efecto que presenta la temperatura frente a la conducción de electrones, con la finalidad de incrementar la temperatura haciendo así que exista un aumento de la resistencia eléctrica. (Logicbus, 2020)

**Figura 12**

*Sensor de temperatura resistiva RTD*



*Nota.* En la imagen se puede identificar a los sensores de temperatura por resistencia. Tomado de (Logicbus, 2020)

Los sensores de temperatura que trabajan mediante una señal emitida.

### **2.2.6. Focos infrarrojos**

En este tipo de focos se debe analizar también el calor infrarrojo desde el punto de vista físico, se transmite por medio de radiación de las ondas infrarrojas en un espectro electromagnético (entre 800 nm y 1.000  $\mu\text{m}$ ). que están dentro de los parámetros normales para ser saludable para el ser humano y plantas.

Según (Radiant, 2019) existe una clasificación de infrarrojos, según la longitud de onda y se los puede mencionar a continuación.

- infrarrojo cercano – onda corta (de 800 nm a 2500 nm)
- infrarrojo medio – onda media (de 2.5  $\mu\text{m}$  a 50  $\mu\text{m}$ )
- infrarrojo lejano – onda larga (de 50  $\mu\text{m}$  a 1000  $\mu\text{m}$ )

Existen infrarrojos cercanos que son diseñados para calefactar en exteriores o lugares que sean muy difíciles de calefactar, su principal característica es empezar a calentar desde que se enchufa, proporcionando una luz rojiza. (Radiant, 2019)

Infrarrojos lejanos, este tipo de infrarrojos son adecuados para un habitáculo cerrado, por este motivo se requiere de menos potencia, en cuanto a la parte energética aportan un gran ahorro, no perjudican a la salud del ser humano ya que el aire no es calentado y las vías respiratorias no se resecan. (Radiant, 2019)

Calor infrarrojo:

*“Se dice que, en general, es la calefacción más ecológica que existe, Sin emisiones de CO2 a la atmósfera, con una vida útil mucho mayor que cualquier otro aparato, y fabricado con materiales reciclables en un 95%. Cuida de tu hogar y del medio ambiente”. (Radiant, 2019)*

### **2.2.7. Calefactores:**

Se conoce como calefactor a una estufa eléctrica, pues es un aparato que produce calor y es capaz de emitirlo con la finalidad de calentar el medio ambiente, en resumen, este aparato es

el encargado de producir energía calorífica a partir de la electricidad, este tipo de calefactores están constituidos de una resistencia eléctrica como parte de la fuente de calor, con ayuda de un ventilador y un radiador transmiten el aire para poder transmitir el calor de una manera más eficiente. La radiación térmica es energía emitida por la materia que se encuentra a una temperatura dada, se produce directamente desde la fuente hacia afuera en todas las direcciones. A diferencia de la conducción y la convección, o de otros tipos de onda, como el sonido, que necesitan un medio material para propagarse, la radiación electromagnética es independiente de la materia para su propagación, de hecho, la transferencia de energía por radiación es más efectiva en el vacío. Sin embargo, la velocidad, intensidad y dirección de su flujo de energía se ven influidos por la presencia de materia (Guías Practicas.com, 2019)

### **Figura 13**

#### *Calefactores*



*Nota.* En la imagen se puede identificar a los distintos calefactores. Tomado de (Guías Practicas.com, 2019)

Características de calefactores:

Son calefactores eléctricos que irradian calor o expulsan aire caliente, están dispuestos en habitaciones pequeñas, existen características de calefactores según su funcionamiento:

**Calefactor resistivo:** el tipo de calefactor más conocido, para poder realizar la generación del calor se utiliza al efecto Joule, es decir, si en un conductor eléctrico circula corriente eléctrica, parte de la energía cinética de los electrones se transforma en calor debido a los choques que sufren con los átomos del material conductor por el que circulan, elevando la temperatura del elemento conductor. (Guías Practicas.com, 2019)

**Calefactor termoeléctrico:** este tipo de calefactores eléctricos son los menos conocidos, pues intercambian calor mediante un sistema denominado efecto Peltier, que se trata de un dispositivo termoeléctrico que crea una diferencia de temperatura cuando se le aplica un voltaje, o a su vez se encarga de crear un voltaje cuando hay una diferencia de temperatura a cada lado. Su avanzada tecnología de convección, permite climatizar de manera homogénea la habitación sin necesidad de estar cerca al calefactor. Dentro de sus características esta, que no reseca el ambiente, es completamente silencioso y su estructura no se calienta, lo cual hace seguro al tacto, con un promedio de consumo. (Guías Practicas.com, 2019)

### **2.2.8. Pantalla touch tft**

Es una pantalla que mediante un toque directo sobre su superficie permite el ingreso de datos o de comandos de orden en el dispositivo, de igual manera en el mismo dispositivo se puede visualizar los datos previamente ingresados. (Hard Zone, 2020)

**Figura 14***Pantalla Táctil*

*Nota.* En la imagen se puede identificar a las pantallas táctiles. Tomado de (Hard Zone, 2020)

## Tipos de pantalla táctil

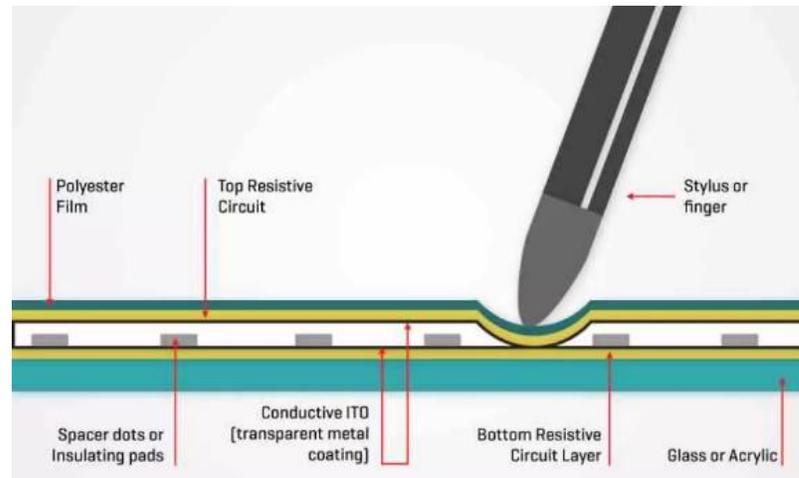
Las pantallas táctiles se pueden clasificar según la tecnología que usen, hay dos tipos de pantallas táctiles principales: (Hard Zone, 2020)

## Pantallas resistivas

Se caracterizan por ser las más económicas, y presentan diversas ventajas, entre ellas las más destacadas es que no les afectan el polvo ni el agua, son usadas con un puntero o con el dedo. Sin embargo, presentan desventajas como que se pueden evidenciar al observar que se pierde hasta un 25% del brillo, por lo tanto, no son tan precisas. Las pantallas resistivas se componen de dos capas llenas de electrodos, los cuales están puestos frente a frente en el mismo lado ambas. En medio de ambas capas hay un gas inerte. La forma de funcionar de estas es muy simple, cuando pulsamos sobre la pantalla haciendo presión entonces los dos paneles se acercan y aumenta la presión del gas inerte. (Hard Zone, 2020)

**Figura 15**

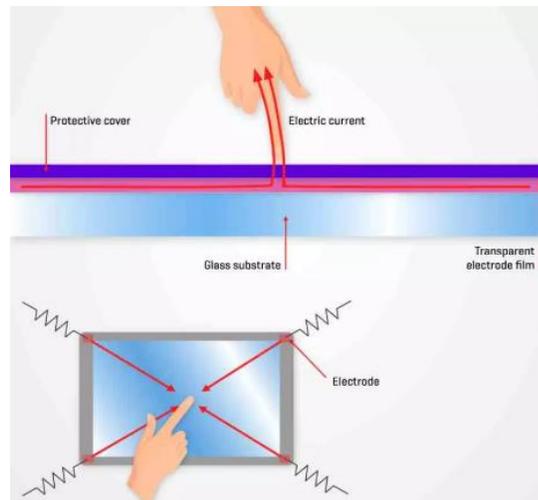
*Pantalla táctil resistiva*



*Nota.* En la imagen se puede identificar a las pantallas táctiles resistivas. Tomado de (Hard Zone, 2020)

Pantallas capacitivas

En este tipo de pantallas se presentan ventajas como, por ejemplo, la calidad de imagen es mejor, son mucho más precisas y permiten el uso de varios dedos a la vez (multitouch). Sin embargo, así como se tiene grandes ventajas, se presentan las desventajas y es que son más caras y no es factible utilizarla como puntero normal, sino con uno especial para las pantallas capacitivas. Las pantallas capacitivas no funcionan haciendo presión sobre la superficie, sino que se basa en el hecho de que el cuerpo humano es conductor natural de la electricidad. Por lo que a la hora de construir una pantalla capacitiva se hace uso de un material transparente y conductor integrado en un vidrio o un plástico. (Hard Zone, 2020)

**Figura 16***Pantalla táctil capacitiva*

*Nota.* En la imagen se puede identificar a las pantallas táctiles capacitiva. Tomado de (Hard Zone, 2020)

## Pantallas táctiles de tipo háptico

Una pantalla háptico es una pantalla que nos da sensación de haber tocado una superficie y por tanto nos entrega una respuesta sensorial. Son el tipo de pantallas táctiles más nuevas donde el objetivo no es otro que el de reemplazar la sensación de tacto que tenemos al pulsar ciertas superficies, especialmente cuando pulsamos los botones del mando de control de una consola o las teclas de un teclado. Una pantalla háptico es una pantalla que nos da sensación de haber tocado una superficie y por tanto nos entrega una respuesta sensorial. Son el tipo de pantallas táctiles más nuevas donde el objetivo no es otro que el de reemplazar la sensación de tacto que tenemos al pulsar ciertas superficies, especialmente cuando pulsamos los botones del mando de control de una consola o las teclas de un teclado. (Hard Zone, 2020)

**Figura 17***Pantalla táctil tipo háptico*

*Nota.* En la imagen se puede identificar a las pantallas táctiles tipo Háptico. Tomado de (Hard Zone, 2020)

**Pantalla táctil tft**

Los dispositivos táctiles TFT (Thin Film Transistor - Transistor de Película Fina) pueden encontrarse en muchos aparatos, incluyendo tabletas electrónicas, sistemas de posicionamiento global de autos, e incluso los nuevos cajeros automáticos. (Hard Zone, 2020)

Cada píxel en una pantalla TFT es respaldada por un pequeño transistor, que es mucho más eficiente que los monitores antiguos (de tubos de rayos catódicos). Las pantallas TFT de LCD pueden mostrar texto nítido, colores vívidos, animaciones rápidas y gráficos complejos. Esta tecnología de transistores múltiples también permite un rápido retrasado de la pantalla de manera que la imagen no parpadee ni haga bandas. (Hard Zone, 2020)

Las pantallas táctiles de TFT son utilizadas en varias unidades de LCD. Las pantallas de TFT ofrecen una interfaz de usuario más simple y pueden ser utilizadas en lugar de las pantallas táctiles tradicionales para interruptores, conectores, cubiertas de cables y calefactores, de acuerdo a eetimes.com. Esto permite que un simple golpe en el monitor de la pantalla táctil controle la función de una máquina, de manera que todas las interfaces de usuario sean las mismas. (Hard Zone, 2020)

### **Figura 18**

*Pantalla táctil TFT*



*Nota.* En la imagen se puede identificar a las pantallas táctiles TFT. Tomado de (Hard Zone, 2020)

### **2.2.9. Pulsadores**

Un pulsador es un interruptor o switch cuya función es permitir o interrumpir el paso de la corriente eléctrica de manera momentánea, a diferencia de un switch común, un pulsador solo realiza su trabajo mientras lo tenga presionado, es decir sin enclavamiento. Existen pulsadores NC (NC) y NA (NO), es decir normalmente cerrados y normalmente abiertos. (Shoptronica, 2020)

Los interruptores eléctricos, son dispositivos que sirven para desviar u obstaculizar el flujo de corriente eléctrica. Los Interruptores, a diferencia de los pulsadores disponen de

enclavamiento bien por cambio de posición y los contactos se cierran o abren según el estado del interruptor. (Shoptronica, 2020)

### Figura 19

#### *Pulsadores*



*Nota.* En la imagen se puede identificar a los pulsadores. Tomado de (Pulsadores, 2019)

#### Tipos de interruptores

##### Interruptores Basculante

Cuentan con una palanca que opera como actuante. Debe ser movilizada hacia una posición determinada con el fin de que se observe un cambio del estado del contacto. Existen dos componentes principales en cualquier tipo de interruptor basculante. El primer componente es un actuador, montado en un eje que le permite rotar hacia adelante y atrás. Un actuador es la parte del interruptor que se mueve y aplica fuerza a los contactos para encenderlo o apagarlo. El segundo componente es el juego de contactos. El estado de los contactos determina si el interruptor está encendido o apagado. (Shoptronica, 2020)

**Figura 20**

*Interruptor basculante*



*Nota.* En la imagen se puede identificar a los interruptores basculantes. Tomado de (Pulsadores, 2019)

Interruptor de pulsador

Como su nombre indica, se conforma por un botón, el cual debe ser pulsado o presionado con el objetivo de que el estado del contacto sea modificado. (Shoptronica, 2020)

**Figura 21**

*Interruptor de pulsador*



*Nota.* En la imagen se puede identificar a los interruptores de pulsador. Tomado de (Pulsadores, 2019)

### Interruptor rotativo

Dispone de un eje, el cual debe ser rotado hacia una postura específica con el propósito de que se observe un cambio en el estado del contacto. (Shoptronica, 2020)

### Figura 22

#### *Interruptor rotativo*



*Nota.* En la imagen se puede identificar a los interruptores rotativos. Tomado de (Pulsadores, 2019)

### Interruptor termomagnético

El interruptor es apagado automáticamente en caso de presentarse un cortocircuito o bien a la desactivación del interruptor cuando se produce una sobrecarga de corriente eléctrica. como su nombre lo refiere, esta clase de interruptor se conforma por un botón, el cual debe ser pulsado o presionado con el objetivo de que el estado del contacto sea modificado (Shoptronica, 2020)

**Figura 23**

*Interruptor termomagnético*



*Nota.* En la imagen se puede identificar a los interruptores termomagnéticos. Tomado de (Pulsadores, 2019)

#### Reed Switch

Un interruptor ubicado en una cápsula de vidrio. Se activa cuando existe un campo magnético, sirven para la protección de circuitos contra fuertes sobrecargas, realizando la desconexión del circuito de mando .(Shoptronica, 2020)

### Interruptor DIP

Constan de un conjunto de pequeños interruptores ligados entre sí, constituyendo una doble línea de contactos. (Shoptronica, 2020)

### Interruptor de Mercurio

Está compuesto por una pequeña gota de mercurio ubicada en una capsula de vidrio. (Shoptronica, 2020)

### **2.2.10. Ventiladores**

Son aquellos que se encargan de mover el aire, son máquinas usadas para producir el movimiento de aire en la industria, cuyo principio de funcionamiento es entregar energía mecánica al aire mediante un rotor que gira a altas velocidades incrementando así energía cinética del fluido. (fi.uba.ar, 2019)

### **2.2.11. Extractores**

Con el objetivo de mantener un espacio cerrado con ventilación adecuada, pero, sobre todo, eliminar el exceso de humedad y combatir malos olores, es necesario conocer los requerimientos de los extractores de aire. Estos dispositivos permiten eliminar tales problemas, aunque deben instalarse en función del espacio por ventilar. (Merelles, 2017)

Un extractor de aire es un aparato destinado a aspirar y renovar el aire de una estancia. Está compuesto por un ventilador conectado a un motor que le transfiere el movimiento. Tiene dos funciones principales: (Merelles, 2017)

- Eliminar el exceso de humedad, la cual puede provocar el deterioro de los espacios y la aparición de moho
- Combatir los malos olores, ya que al absorber los vapores se minimiza la presencia de aromas fuertes y desagradables

Para ventilar un espacio por medio de extractores de aire se requiere conectarlos a través de un conducto o una tubería con mayor o menor longitud. De esta manera, el flujo de aire absorbe energía del ventilador que lo extrae, debido al roce con las paredes o a los diversos “obstáculos” que se presentan. (Merelles, 2017)

En la actualidad, la industria automotriz experimenta una gran presión para reducir costos, y para permanecer competitivas las compañías de talla mundial aumentan constantemente la automatización en un esfuerzo para mejorar la calidad del producto, garantizar la sustentabilidad de sus productos mediante la adecuación de sus procesos de ensamblaje y manufactura, mejorar la productividad y reducir desperdicios, permitiendo sacar el mejor retorno de su inversión en automatización.

### **2.3 Cabina de pintura**

La cabina de pintura es un sitio o área cerrada y acondicionada con la iluminación y las condiciones ambientales y de trabajo adecuada para el proceso óptimo del pintado de

superficies. La cabina de pintura es un elemento fundamental que ha de disponer el taller para poder obtener unos acabados de pintura eficientes y de calidad. (Ochoa, 2006)

Pintar un vehículo es un proceso costoso, delicado y laborioso y para ello necesitamos tener a nuestro alcance las herramientas adecuadas para que el acabado sea perfecto, de esta forma tendremos a un cliente satisfecho dispuesto a repetir la experiencia e incluso a recomendarnos a amigos y familiares. Para que esto ocurra es fundamental tener una buena cabina de pintura, moderna y en un óptimo estado de mantenimiento. Con las mejores instalaciones es más sencillo trabajar, más rápido y en consecuencia somos mucho más productivos en nuestro trabajo. (Constante, 2017)

#### **2.4 Tipos De Cabina De Pintura Automotriz**

Existen varios tipos de cabinas de pintado, las cuáles presentan el mismo principio de funcionamiento, pero varían en dimensiones u ofrecen distintas alternativas para adaptarse al espacio disponible en el taller y posibilidades económicas de los inversores o propietarios de talleres. Además, una cabina puede ofrecer distintas opciones, como caudales de aire que van desde los 10.000 a los 60.000 m<sup>3</sup>/h, con grupo de aspiración e impulsor de aire de uno o dos motores, equipo de calefacción de funcionamiento eléctrico, a gas, o luz solar (poco factible), con o sin equipos depuradores de carbón activo, con enrejillado y trampa de agua, equipados con secado mediante radiación infrarroja. En fin, el funcionamiento es el mismo pero lo que cambia es la configuración y equipamiento de acuerdo a las necesidades y demandas de los talleres. (Cadena, repositorio.uide, 2010)

#### **2.4.1. Cabinas de infrarrojos**

Los equipos de infrarrojos están destinados a reducir los tiempos de secado aumentando la productividad y economizando recursos. Con este sistema el secado se realiza desde adentro hacia afuera que es lo que lo diferencia del sistema convencional de calentamiento por aire, funciona exponiendo la superficie a secar a una pantalla emisora de radiación, la radiación emitida atraviesa el aire sin elevar a la temperatura ambiental.

La película de pintura de acabado apenas absorbe energía esta es atravesada por completo y llega hacia la superficie o chapa pintada la cual si absorbe la radiación y se calienta. Con esto se reducen los tiempos de secado debido a que el calentamiento se da de adentro hacia afuera. (Franco Vera, Escala Salazar, & León Hernández, 2013)

#### **2.4.2. Cabinas - hornos de pintura**

Una vez ya realizado todo el proceso de pintura se procede al proceso de secado este puede realizarse a una temperatura ambiente aproximadamente 18°C o acelerar el proceso de secado aumentando la temperatura a un rango entre 30 a 60°C. Por lo general, la misma cabina de pintura actúa como horno de pintura, circulando el aire en su interior a una temperatura deseada durante unos 45 minutos de secado aproximadamente. Por lo tanto, estas cabinas-hornos tienen dos fases de

funcionamiento: La primera, una fase de pintado y acabados automotrices, con un volumen de aire admitido determinado y temperatura ambiental, pero proporcionando la correcta evacuación de aire impuro. Y una segunda, la fase de secado, donde se ingresa aire calentado a una temperatura adecuada aproximada de 35°C y durante un tiempo determinado para apresurar y mejorar el proceso de secado. (Landivar Moreno, 2010)

#### **2.4.3. Sobre el piso**

El vehículo se encuentra sobre una estructura de rejilla metálica con áreas de filtro especiales. Al alto se la rejilla es de unos 300 mm, este tipo de cabina es de flujo vertical es decir el sentido de flujo de aire baja desde el techo hacia el suelo en sentido vertical y así saliendo hacia el exterior. (Velásquez Quishpe & Noroña Merchán, 2018)

#### **2.4.4. Cabina a Ras de Piso**

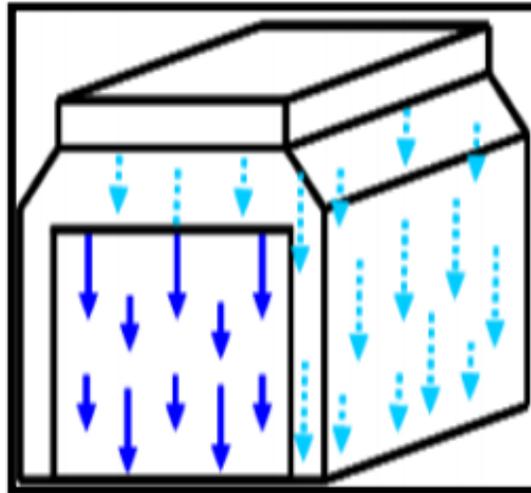
Según (Velásquez Quishpe & Noroña Merchán, 2018) En este tipo de cabina el piso es fabricado en cemento, se debe realizar una fosa de acuerdo con los planos, este es uno de los modelos más económicos. Según su flujo de aire

#### **2.4.5. Cabina de flujo vertical**

Según (Velásquez Quishpe & Noroña Merchán, 2018) Es aquella en donde el flujo de aire ya filtrado baja desde el techo hacia el suelo en sentido vertical figura

**Figura 24**

*Cabina de Flujo vertical*



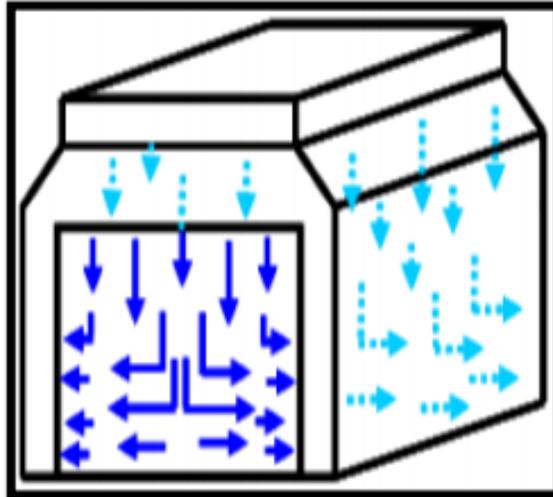
*Nota.* En la imagen se puede identificar la dirección del flujo de aire. Tomado de (Velásquez Quishpe & Noroña Merchán, 2018)

#### **2.4.5. Cabina de flujo semi-vertical**

Según (Velásquez Quishpe & Noroña Merchán, 2018) El flujo de aire baja desde el techo cuyo aire ya es filtrado y sale el flujo por aberturas colocadas en la cabina figura es una cabina que como su propio nombre indica, el flujo de aire se canaliza por la pared trasera. Este equipo está dotado por un grupo de extracción de 7,5CV capaz de generar un caudal de 18.000 m<sup>3</sup>/h.

**Figura 25**

*Cabina de flujo semi-vertical*



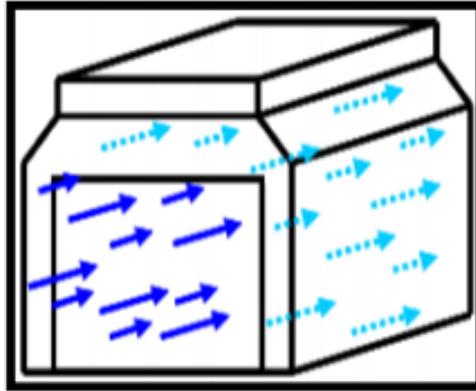
*Nota.* En la imagen se puede identificar el flujo de aire en la cabina. Tomado de (Velásquez Quishpe & Noroña Merchán, 2018)

#### **2.4.6. Cabina de flujo horizontal**

El flujo de aire circula en forma horizontal respecto al suelo, por lo general el aire pasa a través de marcos filtrantes ubicados en las puertas, el aire sale por la parte posterior es decir por la pared, esta posee orificios para que salga el aire libremente (Velásquez Quishpe & Noroña Merchán, 2018)

**Figura 26**

*Cabina de flujo horizontal*



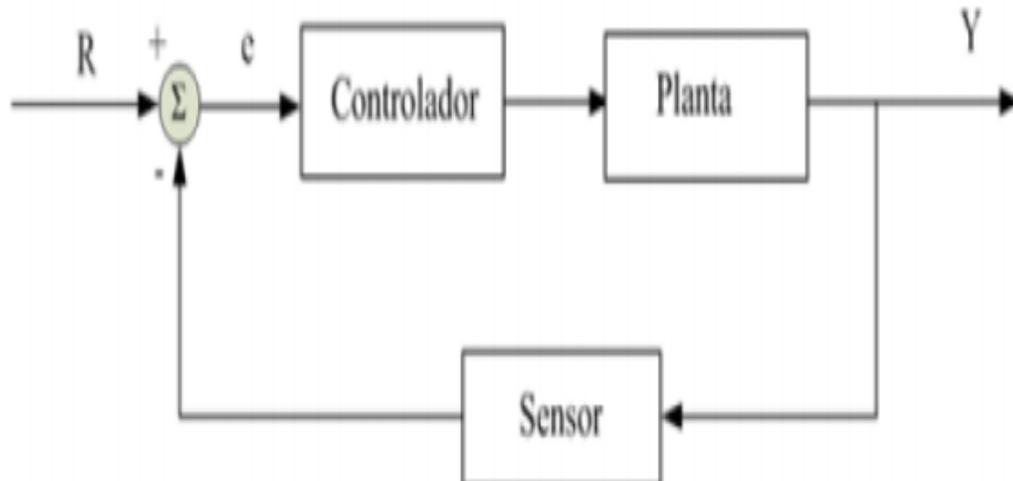
*Nota.* En la imagen se puede identificar el flujo de aire en la cabina. Tomado de (Velásquez Quishpe & Noroña Merchán, 2018)

## 2.5 Sistema de control

Un sistema de control es un conjunto de dispositivos encargados de administrar, ordenar, dirigir o regular el comportamiento de otro sistema (o subsistema), también llamado planta dentro del sistema de control. Un sistema de control se implementa con el fin de controlar máquinas o actuadores, buscando reducir las probabilidades de fallo y mantener ciertos valores de variables a intervalos determinados, típicos de procesos de producción industriales para controlar equipos o máquinas. Los sistemas de control realimentados, véase figura 1, se denominan también sistemas de control en lazo cerrado, y se caracterizan porque un elemento llamado controlador es alimentado con el error,  $e$ , que es calculado mediante la comparación de la variable de referencia,  $R$ , y la variable real o de proceso  $Y$ . (Simmonds-Mendoza, 2018)

**Figura 27**

*Sistema de control en lazo cerrado.*



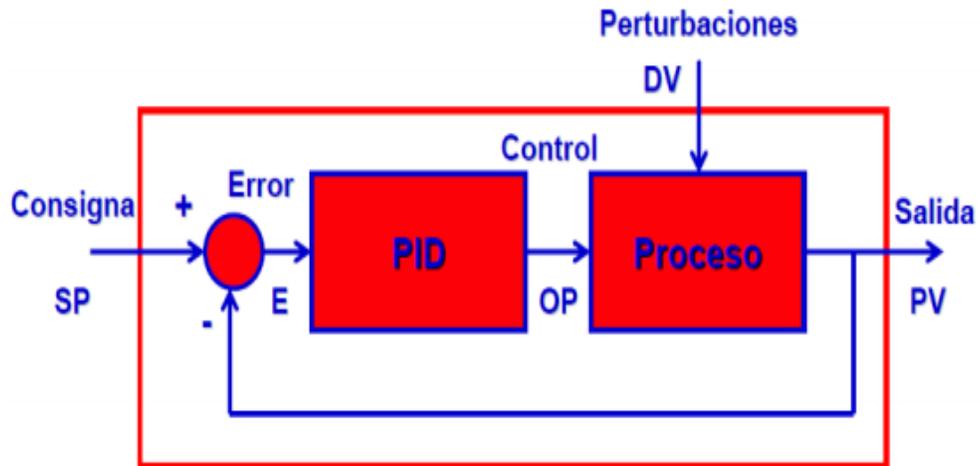
*Nota.* En la imagen se puede identificar el sistema de control en lazo cerrado. Tomado de (Simmonds-Mendoza, 2018)

## 2.6 Controlador PID

Fundamentos de controladores PID. El controlador PID es la forma más común de retroalimentación, tal como se muestra en la figura 2.1. Se convirtió en la herramienta estándar. Los controladores PID se encuentran actualmente en todas las áreas donde se usa el control. Los controladores vienen en muchas formas diferentes. El control PID a menudo se combina con lógica, funciones secuenciales, selectores y bloques de funciones simples para construir los complicados sistemas de automatización utilizados para la producción, transporte y fabricación de energía. (García Medina, 2020)

**Figura 28**

*Diagrama de bloques del controlador PID*



*Nota.* En la imagen se puede identificar el Diagrama de bloques del controlador PID.

Tomado de (García Medina, 2020)

### Capítulo III

#### 3. Desarrollo del tema

Se realiza las medias necesarias del tubo cuadrado para comenzar con el corte de la estructura de la cabina, como se puede apreciar en la figura 29

#### Figura 29

*Medidas para estructura de cabina*



*Nota.* En la imagen se puede identificar como se toma las medidas para poder realizar la estructura de la cabina.

Se realizó las respectivas soldaduras en los puntos de anclaje para poder levantar la estructura de la cabina, como principal objetivo y así colocar el circuito eléctrico para poder proporcionar a la misma la temperatura específica y así realizar una pintura de buena calidad y acabados

**Figura 30**

*Suelda de estructura*



*Nota.* En la imagen se puede identificar como se realiza la suelda para poder levantar a la estructura de la cabina.

Tomando en cuenta que se desea realizar una cabina portátil se requiere de la realización de perforaciones para que esta estructura sea desarmable.

**Figura 31**

*Carrocería desmontable*



*Nota.* En la imagen se puede identificar como se perfora el material para darle las características desmontables a la estructura de la cabina.

Una vez cortados los largueros para la estructura de la cabina, se puede proceder a pintarlos, como se muestra en la siguiente figura.

**Figura 32**

*Estructura pintada*



*Nota.* En la imagen se puede identificar la pintura de los largueros que conforman la estructura de la cabina.

En la siguiente imagen se puede apreciar a la estructura de la cabina ya terminada.

**Figura 33**

*Estructura terminada*



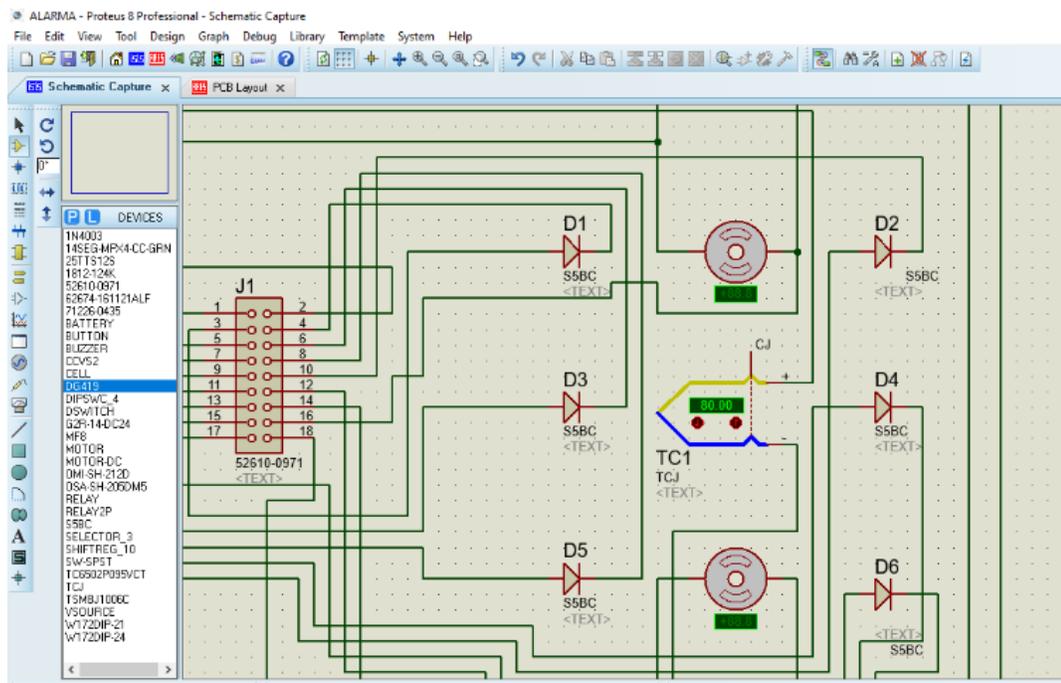
*Nota.* En la imagen se puede identificar la estructura de la cabina terminada.

### 3.1 Simulación de los sistemas de generación de calor y flujo de aire

Para continuar con el desarrollo del sistema de control de temperatura se realizó una simulación del circuito en proteus y verificando el funcionamiento que van a cumplir ciertos componentes, como por ejemplo distribuidor de corriente que sería el encargado de enviar señales de fase y neutro de los consumidores, los diodos representan a los reflectores incandescentes, termocuplas o sensores de temperatura, extractores y ventiladores.

**Figura 34**

*Circuito simulado en Proteus*

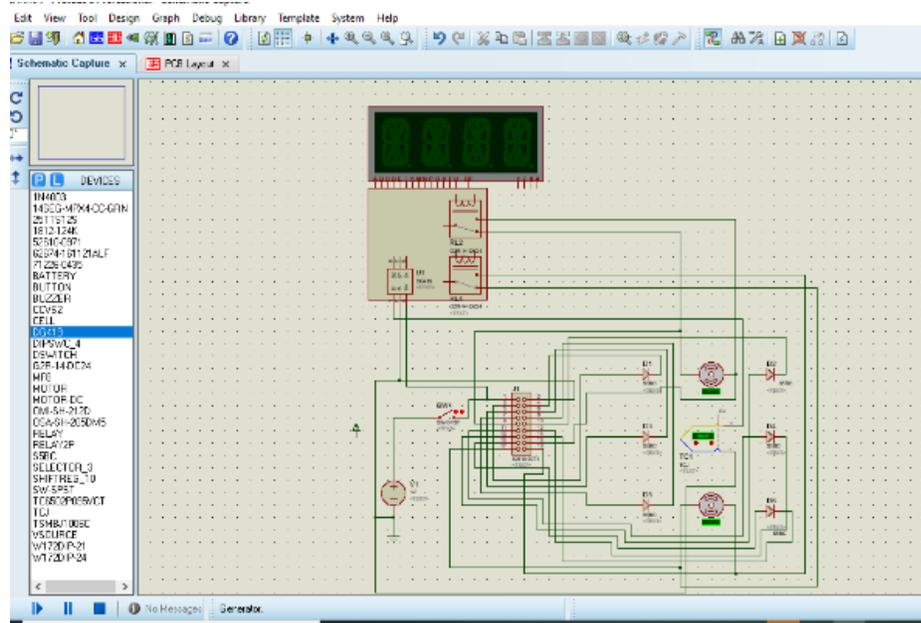


*Nota.* En la imagen se puede identificar al circuito antes de colocarlo en la cabina, para verificar su correcto funcionamiento de los ventiladores

En la imagen que se muestra a continuación se puede ver el sistema automatizado de temperatura con sus respectivos relés que se encargan de activar el extractor y ventilador según la programación previamente establecida, pantalla táctil que será la encargada de indicar la temperatura a la que se encuentra trabajando la cabina y el estado de funcionamiento de los ventiladores y extractores.

**Figura 35**

*Sistema automatizado.*

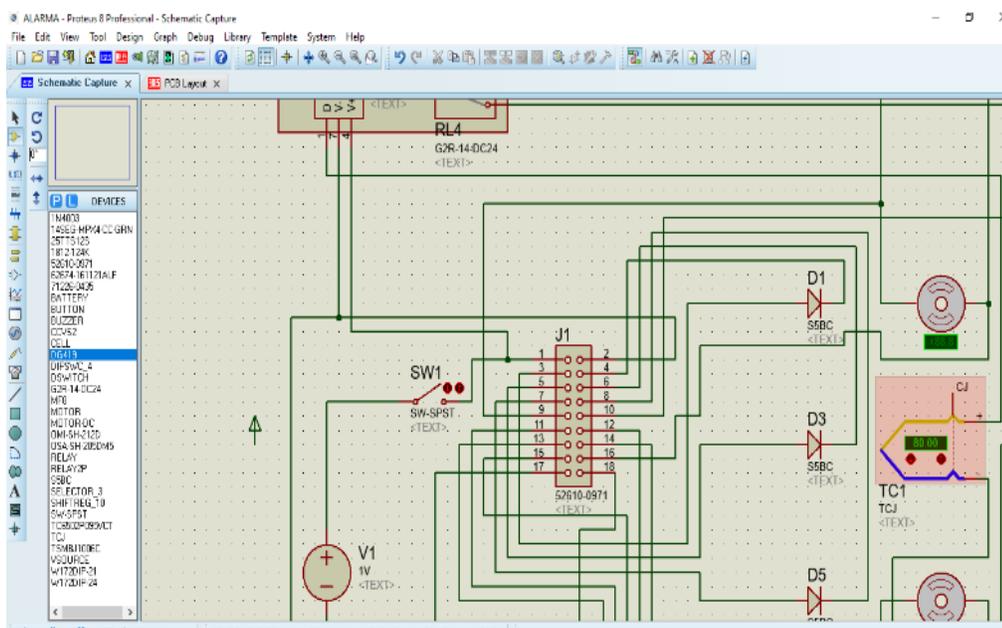


*Nota.* En la imagen se puede identificar al circuito antes de colocarlo en la cabina, para verificar su correcto funcionamiento en cuanto a la automatización de temperatura.

En la imagen mostrada se identifica los pulsadores y fuente de alimentación de 120 v ya que es más comercial y más útil para los componentes que se requiere colocar.

Figura 36

### Pulsadores y fuente de alimentación



*Nota.* En la imagen se puede identificar al circuito con los pulsadores correspondientes para accionar el circuito y su respectiva fuente de voltaje.

### 3.2 Sistema de control de temperatura

Para comenzar con el control automático de temperatura se adquirió los mismos componentes que en proteus uno, sensor termocupla, relés, reflectores de calor, ventilador y extractor pantalla touch y relé de estado sólido, los mismos que se los puede apreciar en la imagen que se encuentra a continuación.

La instalación de la unidad de control llamada PID es un tipo de control que se basa en tres valores principales que son proporcional (P), integral (I) y derivativo (D).

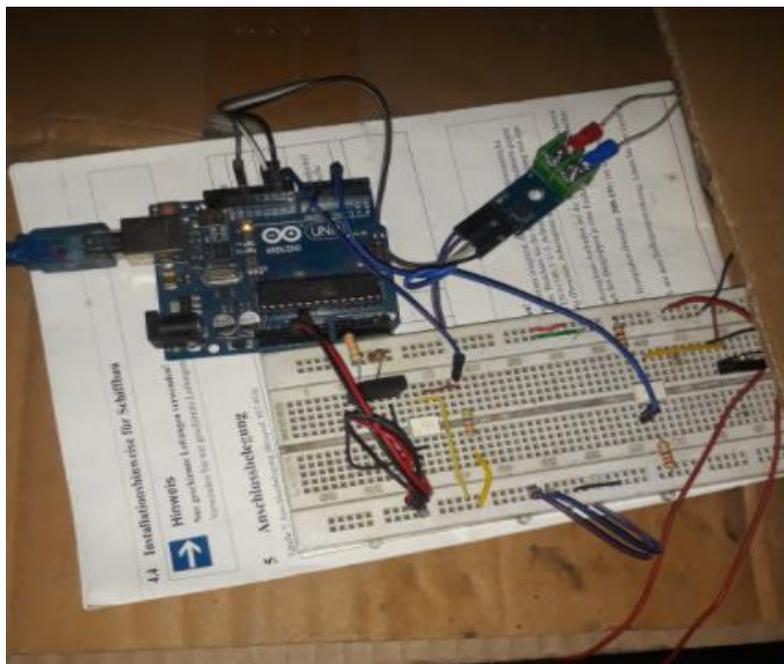
Donde el valor KP es directamente proporcional al valor de consigna o valor referencia en este caso es la temperatura deseada.

El valor KI es una integración de los valores de consigna o referencia donde se suman los valores que se desean obtener y los valores reales enviadas por un sensor de temperatura.

Con el valor KD se basa en la derivación de los valores de consigna o referencia la cual se restan los valore de consigna y los valores derivativos

### Figura 37

*Componentes del circuito*



*Nota.* En la imagen se puede identificar a los componentes que intervienen en el funcionamiento del circuito de temperatura de la cabina de pintura, con su conexión del Arduino tipo uno.

### 3.3 Programación del Arduino

Primero se debe realizar las conexiones y programación del proteus necesarias para que realice el control automatizado de temperatura.

**Figura 38**

*Programación del Arduino*



```

PID_RELAY_OUTPUT Arduino 1.8.5
Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda

PID_RELAY_OUTPUT
*****
PID RelayOutput Example
Same as basic example, except that this time, the output
is going to a digital pin which (we presume) is controlling
a relay. The pid is designed to output an analog value,
but the relay can only be On/Off.

To connect them together we use "time proportioning
control" It's essentially a really slow version of PWM.
First we decide on a window size (5000ms say.) We then
set the pid to adjust its output between 0 and that window
size. Lastly, we add some logic that translates the PID
output into "Relay On Time" with the remainder of the
window being "Relay Off Time"
*****/

#include <PID_v1.h>
#define RelayPin 6
#include "max6675.h"

//Define Variables we'll be connecting to
double Setpoint, Input, Output;
int thermoDO = 9;
int thermoCS = 10;
int thermoCLK = 13;

//Start a MAX6675 communication with the selected pins
MAX6675 thermocouple(thermoCLK, thermoCS, thermoDO);

```

*Nota.* En la imagen se puede identificar a la programación del Arduino utilizando el programa

PID relay output

En la imagen 39 se puede observar la curva de los datos que envía el sensor temperatura (termocupla) cuando el foco se calienta, el programa hace que la temperatura sea constante en caso de excederse los 50 grados centígrados este la disminuye y en caso de que la temperatura baje los 30 grados centígrados el circuito manda más intensidad de calor para que este se mantenga.

### **Figura 39**

*Curva enviada por el sensor de temperatura*



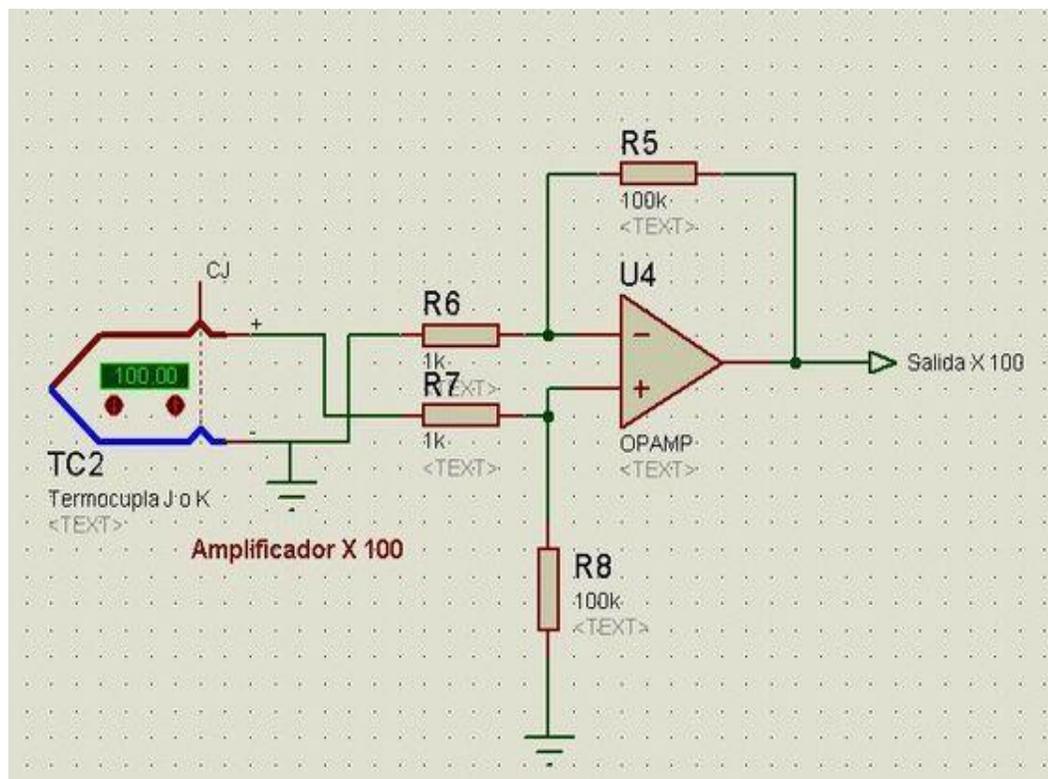
*Nota.* En la imagen se puede identificar a la curva que envían las termocuplas a los controladores.

### Instalación de sensor de temperatura

En el circuito del dimmer se utiliza un puente rectificador de honda la cual tiene como función detectar un cruce por cero en el circuito esto es controlado por la programación del Arduino, El módulo Dimmer AC permite controlar cargas de voltaje alterno (220V AC) desde un microcontrolador como Arduino/Pic/Raspberry Pi/ESP8266. ... A diferencia de los relays mecánicos tradicionales un triac puede activarse muy rápido permitiendo el paso de una porción de la onda de voltaje alterno.

**Figura 40**

*Sensor termocupla*



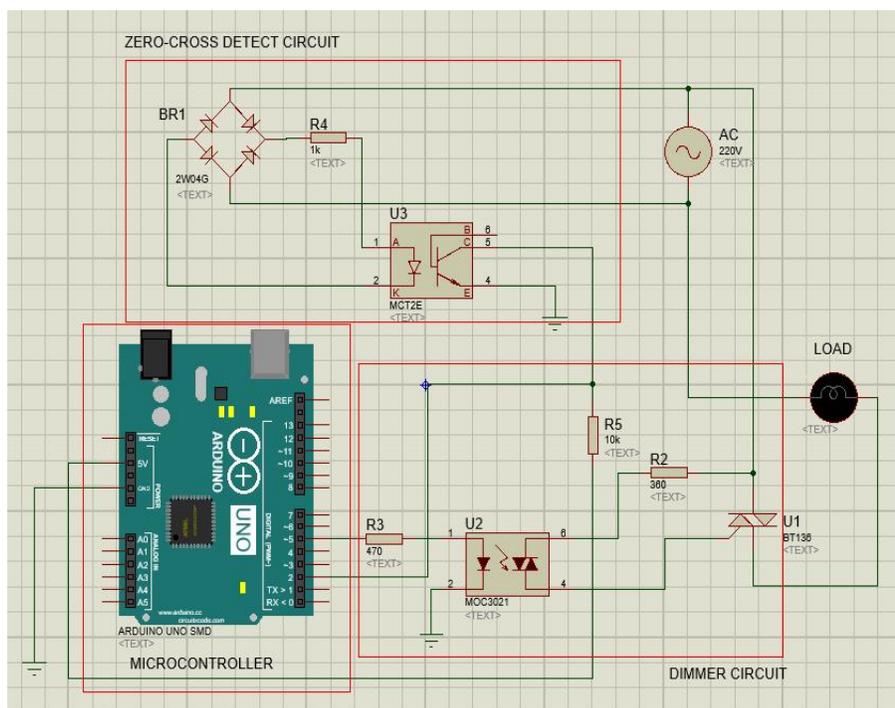
*Nota.* Circuito de instalación de la termocupla para verificar la temperatura desea en el horno de pintura estos van conectados a una distancia de 1.5 metro del vehículo a pintarse.

### 3.4 Instalación de actuadores

Después se requiere de la instalación de los actuadores en este caso mediante un dimmer debido a que este dispositivo ayuda a controlar grades cargas de corrientes alterna como 110 a 220 V desde el controlador Arduino.

**Figura 41**

*Circuito del dimmer para controlar reflectores incandescentes*

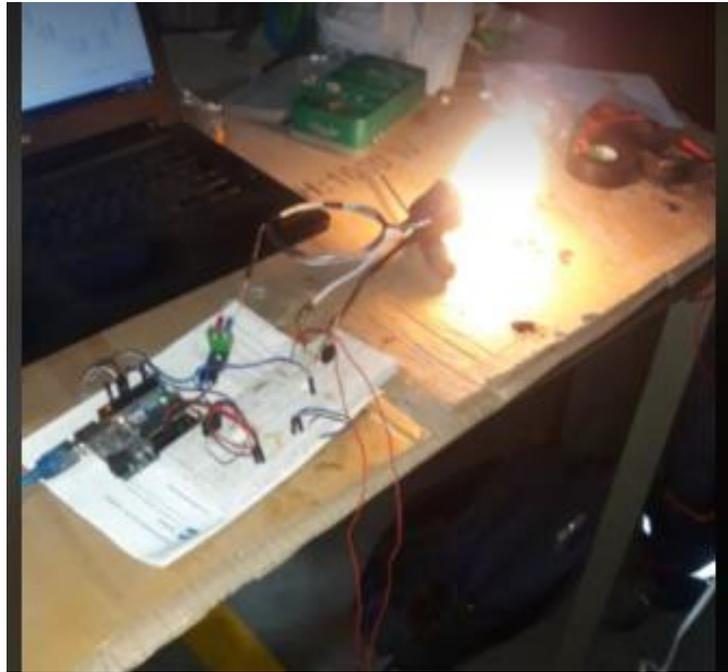


*Nota.* Circuito del dimmer utilizado para el control de reflectores incandescentes.

En el circuito la termocupla va conectada a un módulo integrado Max 6675 para respectiva salida hacia la unidad de control. Después se adquiere todo lo utilizado en el circuito proteus uno, sensor termocupla, relés, reflectores de calor, ventilador y extractor pantalla Arduino y dimmer y se lo arma para una breve verificación el funcionamiento del circuito que se va a implementar.

**Figura 42**

*Focos calientes*



*Nota.* En la imagen se puede identificar a los focos calentados, según la intensidad enviada por las respectivas programaciones.

### **3.5 Instalación de circuito sobre una caja base**

Una vez realizada la comprobación del circuito, se procede a colocarlo sobre una caja protectora y se realizan los cortes respectivos para poder visualizar la pantalla y los botones de control automatizados.

**Figura 43**

*Caja de seguridad para componentes*



*Nota.* Instalación del circuito sobre una caja base para su respectiva protección

Instalación de los respectivos componentes de protección eléctrica

Una vez obtenido el circuito con la respectiva conexión y programación se procede a la instalación de circuito eléctrico ya en la cabina de pintado, tomando en cuenta que el circuito necesita siempre un sistema de seguridad, para poder evitar daños a los componentes, por ello se le adiciona un breker.

**Figura 44**

*Circuito de seguridad*

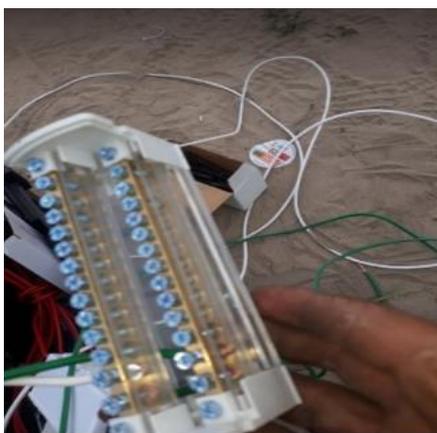


*Nota.* En la imagen se puede identificar al circuito antes de instalarse, con un sistema de seguridad para poder evitar el daño en los demás componentes.

Para más facilidad de la instalación del circuito en paralelo se utilizó un distribuidor de corriente tanto de fase como neutro respectivamente.

**Figura 45**

*Distribuidor de corriente*



*Nota.* En la imagen se puede identificar al distribuidor de corriente

Para la protección del circuito se coloca un interruptor diferencial para evitar una sobre carga en los componentes eléctricos. Antes del distribuidor de corriente para evitar cortocircuitos y posibles daños a los demás componentes.

#### **Figura 46**

*Protección del circuito*



*Nota.* En la imagen se puede identificar al sistema de seguridad del circuito ya colocada y anclada a la estructura de la cabina.

Se continua con la instalación de los reflectores eléctricos que este caso es de 500w con un consumo de 4.5 A por cada lámpara en este caso se colocaron 6 reflectores que nos generan 3000W de potencia

#### **Figura 47**

*Reflectores eléctricos*



*Nota.* En la imagen se puede identificar a los reflectores eléctricos.

Para que no exista un sobre calentamiento en cable se decidió la utilizar un cable flexible número 12 para las instalaciones de los componentes. Después se corta el cable de acuerdo a las necesidades y colocación tanto de los reflectores como los ventiladores en esta instalación se consumió un total de 65 metros de cable.

#### **Figura 48**

##### *Instalación de cable*



*Nota.* En la imagen se puede identificar la cantidad de cable que se utilizó para instalar los componentes en la cabina.

Luego se debe tender los cables por cada una de los largueros y travesaños de la estructura para así no tener inconvenientes de cables suelto o voladizos, debido a que lo que se quiere evitar es afectar la estructura de la cabina, o dejar cables sueltos que interfieran en el funcionamiento de la cabina, por este motivo se decide enviarlos por la parte interna de los largueros.

### Instalación de los generadores de flujo de aire

Para la instalación de los extractores y ventiladores se procedió con el dimensionamiento del cableado en nuestro caso se utilizó el cable flexible número 12 con su respectiva conexión en este caso se utilizó 10 metros de cable para el ventilador y 12 metros de cable para el extractor.

#### **Figura 49**

*Inserción de cable para extractores y ventiladores*



*Nota.* Corte de cable para los respectivos extractores y ventilador.

Se continúa con la perforación de los puntos de anclaje sobre los largueros donde serán instalados tanto el extractor como el ventilador que generan un flujo horizontal estos puntos de anclaje están sujetos a 2.10 m del piso.

**Figura 50***Cableado de la cabina*

*Nota.* En la imagen se puede ver como se colocan los cables a través de los largueros de la cabina.

Para poder confirmar que las conexiones se encuentren en buen estado se procede a encenderlos y verificar su funcionamiento.

**Figura 51***Luces*

*Nota.* En la imagen se puede ver a los focos funcionando, con su sistema eléctrico

Luego realizamos la respectiva instalación tanto del cableado como de los ventiladores y extractores de 45 w de potencia.

Una vez finalizada la instalación eléctrica de los componentes cubrimos la estructura con la carpa y verificamos si la cabina presenta calor en su interior y este ayuda a mejorar la calidad de pintura de las estructuras que se desea realizar. Como se puede ver en la figura 52

### **Figura 52**

#### *Instalación eléctrica*



*Nota.* En esta parte tenemos la cabina ya culmina lista su respectivo funcionamiento y verificar su efectividad.

Para culminar con el proceso de ensamblaje de la cabina en cuanto a su sistema de temperatura, se procede a pintar una estructura de un vehículo, para así poder determinar si se puede llevar a cabo un buen acabado superficial o existen algunos inconvenientes. Como se puede ver en la siguiente figura, está la parte exterior de la cabina.

**Figura 53** Cabina exteriormente



*Nota.* En esta parte tenemos la cabina ya culmina lista su respectivo funcionamiento y verificar su efectividad.

En las imágenes que se muestran a continuación se puede ver a la cabina en su parte exterior en diferentes ángulos, para poder determinar que ya se encuentra construida y herméticamente sellada para evitar fugas de temperatura o ingreso de impurezas que dañen o perjudiquen a la estructura que posteriormente se requiere para así poder pintarla, para poder hacer las respectivas pruebas, tomando en cuenta que para poder determinar que se ha tenido un buen resultado, se debe verificar que la pintura tenga un acabado totalmente liso, uniforme y sin cúmulos de pintura o en otras palabras exceso de pintura en ciertas partes de la estructura, o así como también impurezas, caso contrario se deberá seguir mejorando el diseño o estructura de la misma.

**Figura 54** Cabina de pintura automotriz culminada



*Nota.* En esta parte tenemos la cabina ya lista para su funcionamiento.

## Capítulo IV

### 4. Prueba de funcionamiento

#### 4.1 Prueba de funcionamiento de la cabina

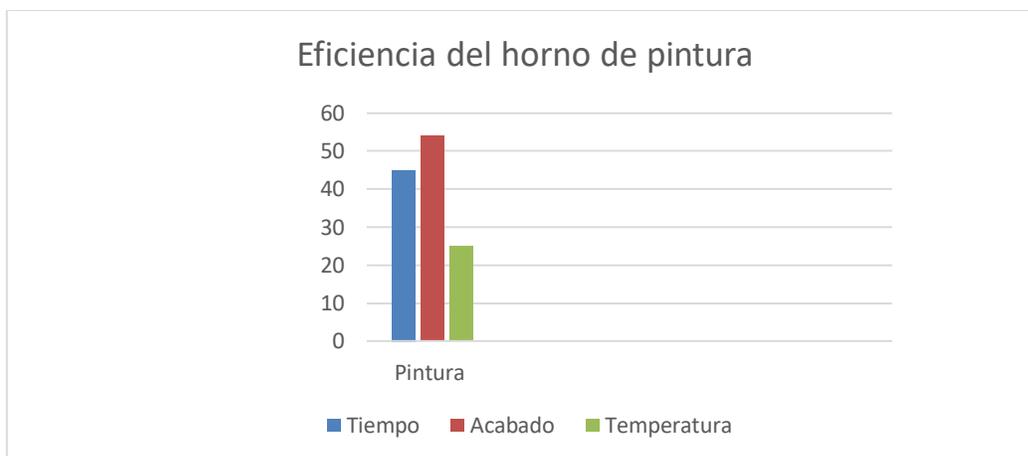
Una vez terminado la construcción de la cabina de pintura automotriz se debe realizar las respectivas pruebas de funcionamiento, para determinar si la cabina cumple con las expectativas de generar un ambiente idóneo durante los procesos de pintura automotriz, y comprobar si el control de temperatura automatizada cumple con los parámetros de funcionamiento requeridas y en caso de existir alguna anomalía realizar las respectivas correcciones.

#### 4.2 Prueba de funcionamiento de la cabina en la fase aplicación de una capa pintura

En la primera prueba de funcionamiento se realizó un proceso de pintura sintética de un vehículo particular Volkswagen golf color rojo con la utilización del espacio de la cabina y las herramientas para realizar la capa de pintura, en este proceso la temperatura necesaria para pintar una carrocería es de 25 grados centígrados. Como se muestra en la **Figura 61** mientras mejor sea la temperatura ambiente mejor será la aplicación de la capa de pintura.

**Figura 55**

*Eficiencia del horno de pintura*



*Nota.* Prueba de aplicación de pintura con temperatura ambiente

En la primera prueba de aplicación de pintura se obtuvieron los siguientes datos mostrados en la **Figura 55**, en ella se hace referencia tanto al tiempo de aplicación de la capa de pintura al acabado que logró obtener y a la temperatura necesaria para realizar el proceso de pintura sintética.

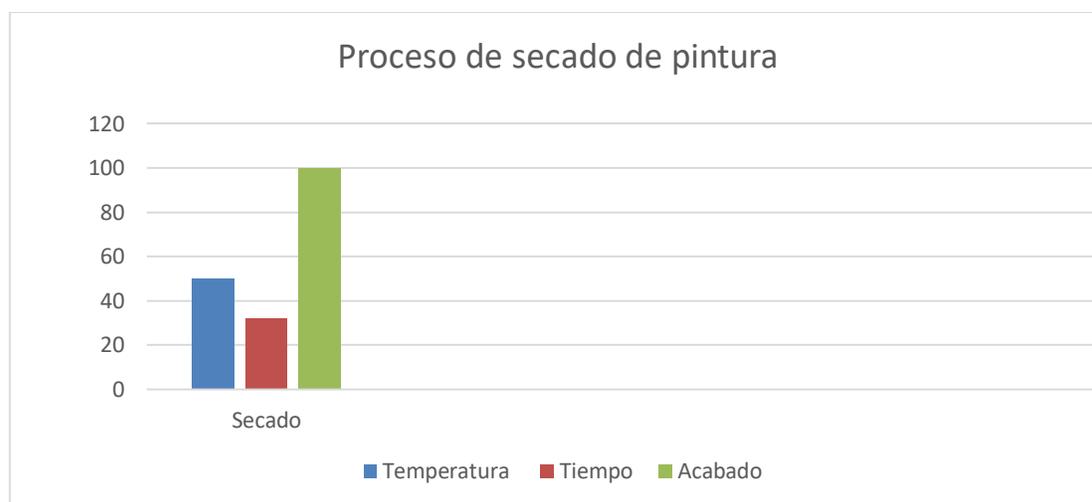
De acuerdo a lo analizado se puede determinar que el acabado de la pintura es más representativo en un lugar libre de impurezas, y el tiempo correcto para aplicar toda la capa de pintura sobre una carrocería auto portante es de una hora aproximadamente a una temperatura ambiente de 20 a 25 grados.

### 4.3 Prueba de funcionamiento de la cabina en la fase de secado de la capa pintura

Para esta prueba una vez aplicada la capa de pintura sintética se efectuó la respectiva fase de secado como se puede observar en la **figura 62** considerando notablemente que este tipo de pintura necesita una temperatura de 30 a 80 grados para una máxima fijación de la capa de pintura a la carrocería.

**Figura 56**

*Proceso de secado de pintura*



*Nota.* Prueba de secado de pintura

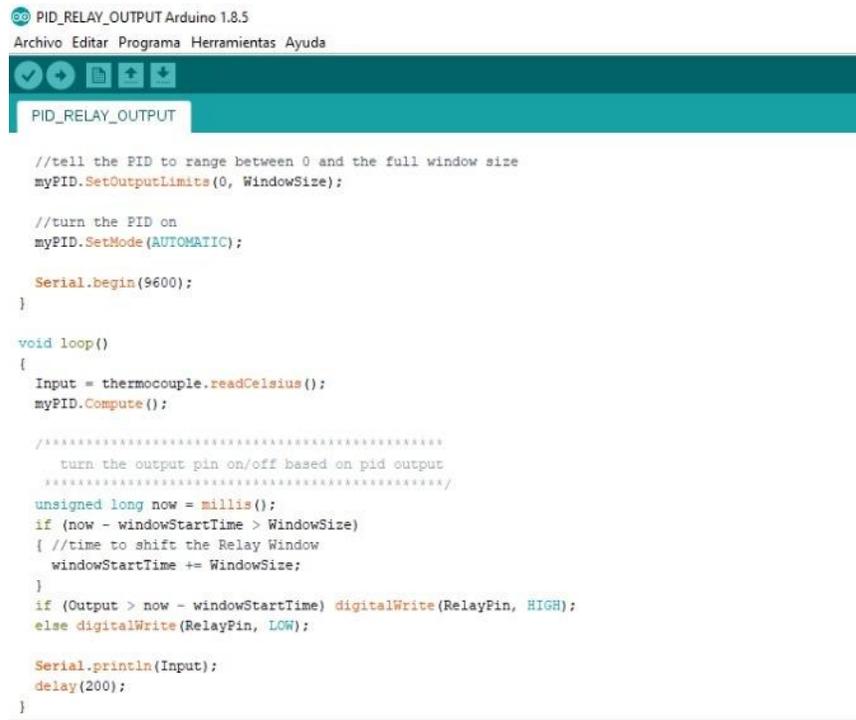
Por ello en la **Figura 56** se muestra los siguientes resultados donde se puede afirmar que a mayor temperatura menor será el tiempo de secado y por ende mejor será el acabado de nuestra chapa metálica.

#### 4.4 Prueba de funcionamiento del sistema de control automatizado de temperatura.

En esta prueba se requiere verificar los datos generados por el sensor de temperatura (termocupla) con ayuda de un programa computarizado playground Arduino.cc en base a dicho programa se pudo constatar los datos enviados por cada uno de los sensores como se puede verificar en la **Figura 57**.

**Figura 57**

*Verificación de datos del sensor de temperatura*



```

PID_RELAY_OUTPUT Arduino 1.8.5
Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda

PID_RELAY_OUTPUT

//tell the PID to range between 0 and the full window size
myPID.SetOutputLimits(0, WindowSize);

//turn the PID on
myPID.SetMode(AUTOMATIC);

Serial.begin(9600);
}

void loop()
{
  Input = thermocouple.readCelsius();
  myPID.Compute();

  //*****
  //turn the output pin on/off based on pid output
  //*****
  unsigned long now = millis();
  if (now - windowStartTime > WindowSize)
  { //time to shift the Relay Window
    windowStartTime += WindowSize;
  }
  if (Output > now - windowStartTime) digitalWrite(RelayPin, HIGH);
  else digitalWrite(RelayPin, LOW);

  Serial.println(Input);
  delay(200);
}

```

*Nota.* Programa computarizado playground Arduino.cc

En este caso la programación del Arduino esta generado en base de datos PID para realizar el control automático de temperatura, según los resultados los sensores están enviando

un aproximado de 50 grados en la máxima intensidad de los reflectores de calor y una lectura menor de 30 grados centígrados cuando estos están apagados.

### **Figura 58**

*Control automático de temperatura*



*Nota.* Control automático de temperatura según los resultados arrojados por los sensores de temperatura.

#### **4.5 Verificación de funcionamiento y potencia del extractor**

Después de realizar la instalación tanto de los extractores como los ventiladores y realizamos una prueba de funcionamiento, y su efectividad.

**Figura 59**

*Verificación de funcionamiento y potencia del extractor*



*Nota.* Verificación de funcionamiento y potencia del extractor

#### **4.6 Verificación de funcionamiento de la cabina – horno de pintura**

Una vez finalizada la instalación eléctrica de los componentes se cubre la estructura con la carpa y se verifica el funcionamiento.

**Figura 60**

*Funcionamiento de la cabina*



*Nota.* Verificación del funcionamiento total de la cabina.

Ya cuando se ha podido verificar la estructura de la cabina lista y sus respectivas conexiones, se procede a hacer uso de las estructuras seleccionadas, para poder pintarlas y verificar el funcionamiento de la máquina.

**Figura 61 Estructura en proceso de pintura**



*Nota.* Elementos seleccionados para pintura, en proceso.

En la imagen que se muestra como número 62 se puede ver a las estructuras pintadas en su proceso de secado.

**Figura 62 Secado de la pintura**



*Nota.* Elementos seleccionados para pintura, en proceso de secado.

## Capítulo V

### 5. Marco administrativo

En el marco administrativo se requiere de los recursos humanos, tecnológicos, materiales y presupuesto para una mejor organización de trabajo técnico.

#### 5.1 Recursos humanos

Los recursos humanos están conformados por los integrantes del proyecto de investigación que están detallado en la siguiente tabla.

**Tabla 1**

Recursos humanos

Nombre	Aporte
Jairo Caisaguano	Implementación de un sistema de calentamiento, filtración y extracción de aire para la cabina-horno de pintado automotriz.
Ing. Romel Carrera	Colaborador Científico, Tutor de tesis

*Nota.* En la tabla se puede ver los nombres de colaboradores para poder llevar a cabo el presente proyecto de titulación.

## 5.2 Recursos tecnológicos

Gracias a la ayuda de los recursos tecnológicos que ayudaron a facilitar el trabajo a realizar para poder cumplir con los requerimientos del proyecto y se los puede ver a continuación.

**Tabla 2**

Recursos tecnológicos

Orden	Recursos tecnológicos	Cantidad	Valor unitario	Valor total
1.	Microsoft Office	1	\$95.00	\$95.00
2.	Playground Arduino.cc	1	\$ 150.00	\$ 150.00
	Multímetro	1	\$ 250.00	\$ 250.00
			Total	\$495.00

*Nota.* En la tabla se puede ver el presupuesto de lo que se invirtió en el uso de los recursos tecnológicos, que facilitaron el trabajo de elaboración.

## 5.3 Recursos materiales

Como parte de los recursos materiales, se puede ver lo que se utilizó en el transcurso de elaboración del presente proyecto de titulación.

**Tabla 3**

## Recursos materiales

<b>Ord</b>	<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Valor</b>	<b>Valor total</b>	<b>Característica</b>
			<b>Unitario</b>		
1.	Modulo con la termocupla	2	\$ 10.2	\$ 20.40	
2.	Arduino 1	1	\$13.50	\$ 13.50	
3.	Cable	100 m	\$ 0.60	\$ 66.00	Cable flexible nro. 12
4.	Arandela	32	\$ 0.05	\$1.60	Plana ¼
5.	Perno	16	\$ 0.1	\$ 1.60	¼ de hierro color negro
6.	Broca	1	\$ 2.70	\$ 2.70	3/16 hss acero rápido
7.	Pantalla Arduino	1	\$ 7.00	\$ 7.00	Lcd alfa numérica
8.	breaker	1	\$ 12.50	\$ 12.50	De 120v a 24A
9.	Caja base		\$ 15.00	\$ 15.00	Metálica perforable.
10.	Cable para termo cupla	6m	\$ 3.36	\$ 20.16	
11.	Modulo retardador con relé	2	\$ 6	\$ 12.00	Modulo para Arduino

<b>Ord</b>	<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Valor</b>	<b>Valor total</b>	<b>Característica</b>
			<b>Unitario</b>		
12.	Relé estado sólido	1	\$ 16.07	\$16.07	3-32v a 40A
13.	Pulsador abierto	4	\$ 0.32	\$ 1.43	
14.	Cable protoboard	1	\$ 2.68	\$2.68	Machos y hembras
15.	Terminal tipo U	10	\$ 0.063	\$ 0.63	
16.	Reflectores térmicos	6	\$ 12.56	\$ 75.4	500 w de potencia
17.	Ventilador	1	\$	\$ 58.00	50 w de potencia
18.	Extractor	1	\$	\$ 56.00	48 w de potencia
19.	Distribuidor de corriente	1	\$	\$ 10.00	125 A
<b>Total</b>				<b>399.6</b>	

Nota. Cada uno los materiales fueron adquiridos en diferentes centros de comercialización para reducir costos.

#### **5.4 Presupuesto**

Para poder saber el presupuesto, se detalla a continuación los valores de todos los recursos utilizados para poder culminar con el proyecto de titulación.

**Tabla 4**

Presupuesto

<b>Orden</b>	<b>Recursos</b>	<b>Valor total</b>
<b>1.</b>	Recursos tecnológicos	\$ 495.00
<b>2.</b>	Recursos materiales	\$ 399.6
<b>3.</b>	imprevistos	\$ 50
	<b>Total</b>	<b>\$944.6</b>

Nota. El total del presupuesto esta reducido en su totalidad en descuentos y ventas a coste menor por ser estudiantes.

## Capítulo VI

### 6. Conclusiones y recomendaciones

#### 6.1 Conclusiones

- Se implementó un sistema *de* control automatizado que permite el control máximo y mínimo de temperatura para genera un ambiente apto para realizar los procesos de pinturas automotrices.
- Se investigó sobre controles de automatización de temperatura de cabinas-horno de pintura automotriz debido a que se requiere de ventajas y desventajas presentadas para poder implementar la opción más adecuada para a la misma, pues se determinó que para realizar el control de temperatura existen varios sistemas como el PLC, Arduino que permiten realizar una interfaz de relación entre los operadores y la cabina de pintado y mantener un control estable ya sea manual o automático.
- Se implementó un sistema de control automático de temperatura interna de la cabina, mediante el uso de los componentes que se solicitan para su elaboración, con la finalidad de analizar su aporte en cuanto a la mejora de calidad de pintura de la estructura sometida a temperatura en la cabina – horno portátil, pues la correcta selección de dispositivos electrónicos y eléctricos garantizan una correcta funcionalidad del horno a corto o largo plazo y de esta manera mantener seguro a los técnicos que realizan la implementación de la capa de pintura.
- Se adapto un sistema automático de flujo de aire de la cabina-horno de pintura, para realizar una recirculación de aire y así evitar problemas de salud a los operarios producidos por los gases tóxicos, para así obtener una mejor seguridad calidad de pintura.

## 6.2 Recomendaciones

- Se recomienda la utilización de componentes que ayuden a proteger el sistema en caso de una sobre carga eléctrica para así brindar seguridad tanto a los ocupantes de la cabina como los componentes del mismo.
- Es indispensable la utilización de equipo de trabajo para la instalación o desinstalación de cualquier componente del circuito del control automatizado. Ya que de esta manera se previene el peligro causado por la corriente manipulada de una forma incorrecta.
- Mantener siempre encendidos los electroventiladores y los extractores durante aplicación de pintura, para de esta manera no generar problemas de la salud al operador que esté utilizando la cabina de pintura.
- Verificar que las conexiones se encuentren bien realizadas, puesto que de no ser así se podría quemar los componentes que conforman el circuito, provocando un gasto de dinero innecesario.
- Realizar mantenimiento preventivo a los cables que conforman el circuito para evitar cortocircuitos en el sistema o posibles daños a componentes, incluyendo el más funcionamiento de la cabina, previniendo una pintura como resultado de una mala calidad.

## Bibliografía

- Agudelo, N. (3 de Marzo de 2019). *HISTORIA DE LA AUTOMATIZACIÓN*. Recuperado el 3 de Agosto de 2021, de HISTORIA DE LA AUTOMATIZACIÓN:  
<http://ingenierovizcaino.com/ecci/aut1/corte1/articulos/Historia%20de%20la%20Automatizacion.pdf>
- Aldaz, E. (1 de Mayo de 2016). *Diseño, construcción y automatización de una cabina de pintura climatizada, repositorio ESPE*. Recuperado el 8 de Agosto de 2021, de Diseño, construcción y automatización de una cabina de pintura climatizada, repositorio ESPE:  
<http://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/handle/21000/8194>
- Automatic. (23 de Enero de 2017). *Automatic*. Recuperado el 5 de Agosto de 2021, de Automatic: <https://aprendiendoarduino.wordpress.com/2017/01/23/programacion-arduino-5/>
- Automatización. (2 de Agosto de 2018). *sc.ehu.es*. Recuperado el 2 de Agosto de 2021, de sc.ehu.es:  
<http://www.sc.ehu.es/sbweb/webcentro/automatica/WebCQMH1/PAGINA%20PRINCIPAL/Automatizacion/Automatizacion.htm>
- Barragán, P. (30 de 11 de 2015). <http://dspace.esPOCH.edu.ec/>. Recuperado el 8 de Julio de 2021, de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/>:  
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/5006>

Barragán, P. (11 de Junio de 2017). Recuperado el 4 de Agosto de 2021, de

<http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/5006?mode=full>

Bastidas Vallejo, M. L. (1 de Agosto de 2016). <http://repositorio.utn.edu.ec/>. Obtenido de

<http://repositorio.utn.edu.ec/>: <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/5197>

CABRERA ESCOBAR RAÚL VINICIO, & CIFUENTES VERA VÍCTOR XAVIER. (29 de 06 de 2009).

<http://dspace.esPOCH.edu.ec/>. Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/>:

<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/418/3/65t00001.pdf>

Cadena, P. (18 de 3 de 2010). *repositorio.uide*. Recuperado el 9 de Junio de 2021, de

*repositorio.uide*: [https://repositorio.uide.edu.ec/bitstream/37000/185/1/T-UIDE-](https://repositorio.uide.edu.ec/bitstream/37000/185/1/T-UIDE-0645.pdf)

[0645.pdf](https://repositorio.uide.edu.ec/bitstream/37000/185/1/T-UIDE-0645.pdf)

Cadena, P. (18 de 8 de 2010). *repositorio.uide.edu.ec*. Obtenido de *repositorio.uide.edu.ec*:

<https://repositorio.uide.edu.ec/handle/37000/185>

Cursos AIU. (7 de Abril de 2019). *Microsoft word*. Recuperado el 4 de Agosto de 2021, de

*Microsoft word*:

<https://cursos.aiu.edu/Automatizacion%20y%20Control/PDF/Tema%205.pdf>

Demand Media. (19 de Enero de 2015). *Cable Cat 3 vs Cat 5*. Obtenido de e-How en español.

Diego Fernando Armas Vásquez, & Alberto Esteban Vallejo Delgado. (11 de 2013).

<http://repositorio.usfq.edu.ec/>. Obtenido de <http://repositorio.usfq.edu.ec/>:

<http://repositorio.usfq.edu.ec/handle/23000/3038>

- Electrónica Unicrom. (8 de Septiembre de 2020). *Electrónica Unicrom*. Recuperado el 4 de Agosto de 2021, de Electrónica Unicrom: <https://unicrom.com/diagrama-de-escalera-plc/>
- Fernandez, Y. (3 de Agosto de 2020). *Xataka Basics*. Recuperado el 4 de Agosto de 2021, de Xataka Basics: <https://www.xataka.com/basics/que-arduino-como-funciona-que-puedes-hacer-uno>
- fi.uba.ar. (8 de Octubre de 2019). *Capitulo 4 ventiladores*. Recuperado el 9 de Agosto de 2021, de Capitulo 4 ventiladores: [posgrados\\_apuntes\\_CAPITULO\\_VENTILADORES](posgrados_apuntes_CAPITULO_VENTILADORES)
- Franco Vera, W., Escala Salazar, Á., & León Hernández, J. (Abril de 2013). <http://repositorio.unemi.edu.ec/>. Obtenido de <http://repositorio.unemi.edu.ec/>: <http://repositorio.unemi.edu.ec/handle/123456789/782>
- García Medina, M. F. (27 de 2 de 2020). <http://repositorio.ucsg.edu.ec/>. Obtenido de <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/14319/1/T-UCSG-PRE-TEC-IECA-112.pdf>
- Gonzales, M. (1 de Enero de 2018). *Biblioteca digital*. Recuperado el 3 de Agosto de 2021, de Biblioteca digital: <http://www.bidi.uson.mx/TesisIndice.aspx?tesis=21319>
- Guevara Zambrano,, L. F., & Maldonado Dávila,, C. I. (21 de 3 de 2016). *dspace.ups.edu.ec*. Obtenido de <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/11997>
- Guias Practicas.com. (15 de Diciembre de 2019). *Guias Practicas.com*. Recuperado el 8 de Agosto de 2021, de Guias Practicas.com: <https://www.guiaspracticass.com/calefaccion/calefactor>

- Hard Zone. (9 de Octubre de 2020). *Hard Zone*. Recuperado el 10 de Agosto de 2021, de Hard Zone: <https://hardzone.es/reportajes/que-es/pantallas-tactiles-tipos-funcionamiento/>
- Landivar Moreno. (23 de 11 de 2010). <http://dspace.esPOCH.edu.ec/>. Recuperado el 13 de Julio de 2021, de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/>:  
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/4976>
- Logicbus. (9 de Septiembre de 2020). *Logicbus years*. Recuperado el 6 de Agosto de 2021, de Logicbus years: <https://www.logicbus.com.mx/sensor-temperatura-RTD.php>
- Merelles, K. D. (10 de Julio de 2017). *CERO grados Celsius*. Recuperado el 9 de Agosto de 2021, de CERO grados Celsius: <https://0grados.com.mx/extractores-de-aire/>
- Mora, J. P. (23 de 5 de 2013). *COMPAÑÍA PINTUCO S.A.* Obtenido de <https://mydokument.com/compaia-pintuco-sa.html>
- Muñoz Murillo, E., & Mora Aroca, J. (2015). *repositorio.uteq.edu.ec*. Obtenido de [repositorio.uteq.edu.ec: http://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/3587](http://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/3587)
- noticias.autocosmos. (03 de 01 de 2011). *noticias.autocosmos.com.pe*. Obtenido de [noticias.autocosmos.com.pe: https://noticias.autocosmos.com.pe/2011/01/03/cuales-son-los-gases-contaminantes-mas-comunes-que-emiten-los-autos#:~:text=Altas%20emisiones%20de%20CO%20indican,combustible%20o%20un%20problema%20con](https://noticias.autocosmos.com.pe/2011/01/03/cuales-son-los-gases-contaminantes-mas-comunes-que-emiten-los-autos#:~:text=Altas%20emisiones%20de%20CO%20indican,combustible%20o%20un%20problema%20con)
- Proaño Cadena, Pablo Andrés, Cajas Montalvo, M., & Leiva Zambrano, B. (Noviembre de 2013). *repositorio.uide.edu.ec*. Obtenido de [repositorio.uide.edu.ec: http://repositorio.uide.edu.ec/handle/37000/185](http://repositorio.uide.edu.ec/handle/37000/185)

Pulsadores. (8 de Septiembre de 2019). *Pulsadores*. Recuperado el 11 de Agosto de 2021, de

Pulsadores:

[https://www.google.com/search?q=pulsadores&sxsrf=ALeKk009gMmzZ0XAGS9nWHeEa zel\\_J28qw:1629349370807&source=Inms&tbm=isch&sa=X&sqi=2&ved=2ahUKewjuxtiz p7zyAhVSRDABHZeYB8wQ\\_AUoAXoECAEQAw&biw=767&bih=744#imgrc=57c29HLItHIW -M](https://www.google.com/search?q=pulsadores&sxsrf=ALeKk009gMmzZ0XAGS9nWHeEa zel_J28qw:1629349370807&source=Inms&tbm=isch&sa=X&sqi=2&ved=2ahUKewjuxtiz p7zyAhVSRDABHZeYB8wQ_AUoAXoECAEQAw&biw=767&bih=744#imgrc=57c29HLItHIW -M)

Radiant. (18 de Nobiembre de 2019). *I.R.RADIANT*. Recuperado el 8 de Agosto de 2021, de

I.R.RADIANT: <https://calefaccion-infrarrojos.es/como-funciona/#>

Rechner. (21 de Octubre de 2019). *Rechner Sensors*. Recuperado el 5 de Agosto de 2021, de

Rechner Sensors: <https://www.rechner-sensors.com/es/documentacion/knowledge/el-sensor-de-temperatura>

Red Hat. (2 de Enero de 2019). *El concepto de automatización*. Recuperado el 2 de Agosto de 2021, de El concepto de automatización:

<https://www.redhat.com/es/topics/automation>

Reyes Bermeo, M., & Chicaiza Demera, J. (2015). *repositorio.uteq.edu.ec*. Obtenido de

repositorio.uteq.edu.ec: <http://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/3453>

Rivera Requeleme, E. H. (16 de 3 de 2014). *CABINA PARA PINTAR AUTOS*. Obtenido de

<https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/11959/1/Rivera%20Requeleme%2C%20Eugenio%20Horacio.pdf>

Roberto, J. (1 de Mayo de 2016). *Repositorio Dspace*. Recuperado el 9 de Agosto de 2021, de

Repositorio Dspace: <http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/8194>

Shoptronica. (9 de Diciembre de 2020). *Shoptronica*. Recuperado el 10 de Agosto de 2021, de Shoptronica: [shoptronica.com/curiosidades-tutoriales-y-gadgets/4079-que-son-los-interruptores-pulsadores-conmutadores-0689593950512.html](https://shoptronica.com/curiosidades-tutoriales-y-gadgets/4079-que-son-los-interruptores-pulsadores-conmutadores-0689593950512.html)

Simmonds-Mendoza, A. (3 de 12 de 2018). *journal*. Obtenido de <https://www.redalyc.org/journal/5537/553756965016/553756965016.pdf>

Velásquez Quishpe, J. C., & Noroña Merchán, M. V. (18 de 9 de 2018). *repositorio.uide.edu.ec*. Obtenido de <https://repositorio.uide.edu.ec/handle/37000/2741>

**Anexos**