



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

**CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA EN SISTEMAS ELÉCTRICOS DE
POTENCIA**

PROPUESTA TECNOLÓGICA

**“CONTROL DE TEMPERATURA DE UN SISTEMA DE VENTILACIÓN
FORZADA PARA EL SECTOR DE LATACUNGA”**

Proyecto de titulación presentado previo a la obtención del Título de Ingeniero Eléctrico
mención en Sistemas Eléctricos de Potencia.

Autores:

Tipán Guanochanga Jhonny Patricio

Vega Guanochanga Washington Stalin

Tutor Académico:

MSc. Salazar Achig Edgar Roberto Ing.

LATACUNGA – ECUADOR

Septiembre - 2022



DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Nosotros, **Tipán Guanochanga Jhonny Patricio** y **Vega Guanochanga Washington Stalin**, declaramos ser los autores del presente Proyecto de Investigación: “**Control de temperatura de un sistema de ventilación forzada para el sector de Latacunga**”, siendo el Ing. Salazar Achig Edgar Roberto MSc., Tutor del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certificamos que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en la presente propuesta tecnológica, son de nuestra exclusiva responsabilidad.

Tipán Guanochanga Jhonny Patricio

C.C. 1725920654

Vega Guanochanga Washington Stalin

C.C. 2200190821



AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE TITULACIÓN

En calidad de tutor del trabajo de investigación sobre el título **“Control de temperatura de un sistema de ventilación forzada para el sector de Latacunga”**, de los señores **Tipán Guanochanga Jhonny Patricio** y **Vega Guanochanga Washington Stalin**, de la carrera de **Ingeniería Eléctrica**, considero que dicho informe investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del tribunal de validación de la propuesta que el consejo directivo de la **Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas** de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, Septiembre del 2022

El Tutor:

Ing. Salazar Achig Edgar Roberto MSc.

C.I. 050284761-9



APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente informe de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la **Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas**; por cuanto, los postulantes: **Tipán Guanochanga Jhonny Patricio** y **Vega Guanochanga Washington Stalin**, con el título de proyecto de titulación: **“Control de temperatura de un sistema de ventilación forzada para el sector de Latacunga”**, han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de sustentación de proyecto.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, 24 de agosto del 2022

Para constancia firman:

.....
Lector 1 (Presidente)

MSc. León Segovia Marco Anibal Ing.

C.I. 050230580-2

.....
Lector 2

MSc. Suárez Vinuesa Rommel Eusebio Ing.

C.I. 180416535-3

.....

Lector 3

MSc. Hidalgo Oñate Ángel Guillermo

C.I.050325740-4



AVAL DE IMPLEMENTACIÓN

Mediante el presente documento pongo a consideración que el Sr. **Tipán Guanochanga Jhonny Patricio** y **Vega Guanochanga Washington Stalin**, portadores de las cédulas de ciudadanía N° 1725920654 y N° 2200190821, estudiantes de la Universidad Técnica de Cotopaxi de la Carrera de **Ingeniería Eléctrica** mención **Sistemas Eléctricos de Potencia** realizaron el diseño e implementación de su propuesta tecnológica bajo el nombre de “**Control de temperatura de un sistema de ventilación forzada para el sector de Latacunga**”; trabajo que fue desarrollado de manera satisfactoria logrando obtener resultados positivos.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo al interesado hacer uso del presente documento en cuanto estime conveniente mientras se encuentre dentro del marco legal.

Atentamente:

Carlos Rodolfo Maldonado Chávez

C.I. 1803969748



AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por mi familia, ya que ha sido el motor fundamental en todo este proceso, y a mi madre quien con amor trabajo y sacrificio durante todos estos años hizo lo posible para que yo pueda continuar con mis objetivos sin desmayar.

Al Ing. Edgar Roberto Salazar a quien me gustaría expresar mi más sincero agradecimiento por haberme guiado, compartiendo conocimientos y experiencias y por ayudar en la realización de nuestra tesis.

A mis maestros, que durante toda la carrera universitaria compartieron conmigo sus conocimientos para convertirme en un profesional, por su tiempo, dedicación y por su pasión por la docencia

Mi más sincero reconocimiento y gratitud a la Universidad Técnica de Cotopaxi por abrirnos las puertas de la Institución sobre todo a mi gloriosa y grande carrera, Ingeniería Eléctrica.

TIPÁN GUANOCHANGA JHONNY PATRICIO



AGRADECIMIENTO

En primera quiero agradecer a Dios por permitirme tener a mi familia, gracias a su apoyo incondicional en cada decisión y proyecto he logrado cumplir mi objetivo.

A mi tutor de tesis Ing. Edgar Roberto Salazar por haberme brindado la oportunidad de recurrir a su capacidad y conocimiento científico, al igual que por su paciencia en el desarrollo de toda la tesis, no cabe duda que su participación ha enriquecido el trabajo realizado y además ha significado el surgimiento de una sólida amistad.

A la Universidad Técnica de Cotopaxi por haberme aceptado ser parte de ella y abierto las puertas de su seno científico para poder estudiar, así como también a todos los docentes que brindaron su conocimiento y su apoyo para seguir con la carrera de Ingeniería Eléctrica.

Y para finalizar, a mi esposa e hija por la paciencia y confianza ya que no ha sido sencillo el camino, pero gracias a su incondicional apoyo que depositaron en mí, he logrado cumplir mi meta.

VEGA GUANOCHANGA WASHINGTON
STALIN



DEDICATORIA

El presente trabajo de titulación va dedicado primeramente a Dios por la vida, la salud y el conocimiento, a mi familia especialmente a mi madre Patricia Guanochanga por inculcarme sus valores éticos, morales, por su ejemplo de lucha, superación y por todo su apoyo incondicional.

A mi esposa Shoselyn Cuenca, quien con su amor y constante apoyo estuvo en cada decisión que tomara junto a mi hijo, Johan Tipán quien es la persona más importante en mi vida ya que con su carisma y ocurrencias hace que todo me sea más fácil, por darme fuerzas para seguir mejorando como persona y profesionalmente

A mi padre Fernando Tipán, a mis hermanas Karina y Sandy, a mi cuñado Juan Simbaña y a mis sobrinos Jeimily, Valeria e Ian, quienes me brindaron su apoyo en todo momento.

TIPÁN GUANOCHANGA JHONNY PATRICIO



DEDICATORIA

Me gustaría dedicar esta tesis a toda mi familia.

Para mis padres Jorge y Elena, por su compromiso y ayuda en momentos malos y menos malos, me han enseñado a encarar las adversidades sin perder nunca la dignidad ni desfallecer en el intento. Me han dado todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios, mi perseverancia y mi empeño, y todo ello con una gran dosis de amor y sin pedir nunca nada a cambio.

Para mi esposa Tania, por su paciencia, por su comprensión, por su empeño, por su fuerza, por su amor, por ser tal y como es. Es la persona que más directamente a sufrido las consecuencias del trabajo realizado. Realmente ella me llena por dentro para conseguir un equilibrio que me permita dar el máximo de mí. Nunca le podre estar suficientemente agradecido.

En especial para mi hija, Aitana. Su nacimiento llego a fortalecerme. Ella es lo mejor que nunca me ha pasado.

VEGA GUANOCHANGA WASHINGTON
STALIN.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA Y APLICADAS

TÍTULO: “CONTROL DE TEMPERATURA DE UN SISTEMA DE VENTILACIÓN FORZADA PARA EL SECTOR DE LATACUNGA”

Autores:

Tipán Guanochanga Jhonny Patricio

Vega Guanochanga Washington Stalin

Tutor:

MSc. Salazar Achig Edgar Roberto Ing,

RESUMEN

El presente proyecto tecnológico describe de la implementación del “Control de temperatura de un sistema de ventilación forzada para el sector de Latacunga”, iniciando con la toma de datos de temperatura en el laboratorio de simulación, pruebas eléctricas y electromecánicas ubicado en el barrio San Felipe con el medidor de estrés térmico de la marca Extech HT30, seguidamente se seleccionan los elementos de control como el sensor de temperatura Pt100 conjuntamente con el LOGO 12/24V RCE V8.2, de esta manera se procede a la conexión del tablero de control e implementación. La propuesta tecnológica obtiene resultados favorables a través de una serie de pruebas realizadas en el sitio, logrando disminuir la temperatura en un cierto grado, mejorando así la sensación y confort térmico dentro del laboratorio. Partiendo de este hecho, se desarrolla un manual el cual explica el funcionamiento de cada elemento implementado en el proyecto, mismo que permitirá al usuario conocer la operación del tablero de control y de esta manera evite sufrir algún accidente eléctrico

Palabras claves: Control, implementación, temperatura, manual de usuario, sensor de temperatura.



TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI
ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES SCHOOL

TOPIC: "A FORCED VENTILATION SYSTEM TEMPERATURE CONTROL FOR THE LATACUNGA SECTOR."

Authors:

Tipán Guanochanga Jhonny Patricio

Vega Guanochanga Washington Stalin

Tutor:

MSc. Salazar Achig Edgar Roberto Ing,

ABSTRACT

The current technological project describes "Temperature control of a forced ventilation system for Latacunga sector" where different control methods for heat reduction are analyzed that starting with the temperature data taken in the laboratory of simulation, electrical and electromechanical tests, with the Extech HT30 brand thermal stress meter, then the corresponding calculations are made for the selection of the control elements where the primary elements selected are the Pt100 temperature sensor together with LOGO 12 /24 RCE, so we proceed to the connection of the control and implementation panel. Based on this fact, a manual is developed which explains the operation of each element implemented in the project, which will allow the user to know the operation of the control panel and thus avoid suffering an electrical accident during handling. Finally, the system is integrated with the combination of the forced ventilation system and temperature control, complying with regulations and technical standards to achieve its purpose.

Keywords: Control, implementation, temperature, user manual, temperature sensor.

AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal CERTIFICO que:

La traducción del resumen al idioma Inglés del trabajo de titulación cuyo título versa: **“CONTROL DE TEMPERATURA DE UN SISTEMA DE VENTILACIÓN FORZADA PARA EL SECTOR DE LATACUNGA”** presentado por: **Tipán Guanochanga Jhonny Patricio y Vega Guanochanga Washington Stalin**, estudiantes de la carrera de: **Ingeniería en Electricidad**, perteneciente a la **Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas**, lo realizaron bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo a los peticionarios hacer uso del presente aval para los fines académicos legales.

Latacunga, agosto del 2022

Atentamente,



Mg. Marco Beltrán



CENTRO
DE IDIOMAS

DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS-UTC

CI: 0502666514



INDICE DE CONTENIDO

DECLARACIÓN DE AUTORÍA	ii
AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE TITULACIÓN.....	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN.....	iv
AGRADECIMIENTO	vi
DEDICATORIA.....	viii
RESUMEN	x
ABSTRACT	xi
1. INFORMACIÓN GENERAL.....	xix
2. INTRODUCCIÓN	1
2.1. EL PROBLEMA	2
2.1.1. Situación problemática	2
2.1.2. Formulación del problema	2
2.2. OBJETO Y CAMPO DE ACCIÓN	2
2.2.1. Objeto.....	2
2.2.2. Campo de acción.....	3
2.3. BENEFICIARIOS.....	3
2.4. JUSTIFICACIÓN	3
2.5. HIPÓTESIS.....	4
2.6. OBJETIVOS	4
2.6.1. Objetivo general:.....	4
2.6.2. Objetivos específicos:	4
2.7. SISTEMA DE TAREAS.....	5
3. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	6
3.1. ANTECEDENTES	6
3.2. DESCRIPCIÓN DEL LUGAR.....	6
3.3. IMPORTANCIA DEL CONTROL DE TEMPERATURA	7
3.4. PARÁMETROS DEL CONTROL DE TEMPERATURA	7
3.4.1. Temperatura	7
3.4.1.1. Control de temperatura	7
3.4.2. Calor.....	8
3.4.3. Confort Térmico.....	8
3.4.4. Sistemas de control	9
3.4.5. Tipos de sistemas de control	10



3.4.5.1.	Sistema de control manual	10
3.4.5.2.	Sistemas Automáticos.....	10
3.4.6.	Caudal de un sistema de ventilación.....	12
3.5.	ELEMENTOS DE CONTROL Y AUTOMATIZACIÓN	15
3.5.1.	Controladores Lógicos Programables	15
3.5.1.1.	Elementos que intervienen en un PLC	16
3.5.1.2.	Señales de entrada y salida al PLC	16
3.5.2.	Convertidor de voltaje.....	17
3.5.3.	Sensores de temperatura	18
3.5.3.1.	Sensores RTD	18
3.5.3.2.	Sensor Pt100	19
3.5.3.3.	Escalamiento del sensor Pt100.....	21
3.5.4.	Precauciones ante el sensor Pt100	21
3.5.5.	Transmisor de temperatura RTD Pt100	22
3.5.6.	Interruptores.....	22
3.5.6.1.	Interruptores Termo magnéticos:.....	22
3.5.7.	Relés.....	23
3.5.7.1.	Funcionamiento de un relé.....	24
3.5.7.2.	Tipo de relés:.....	24
3.5.8.	Funcionamiento del relé.....	26
3.6.	MEDIDOR DE ESTRÉS TÉRMICO	26
3.7.	ELEMENTOS DE CONTROL.....	26
3.7.1.	Selector de dos posiciones	26
3.7.2.	Potenciómetro	27
3.7.3.	Luces piloto o indicadores led	27
3.7.4.	Paro de emergencia	29
3.7.4.1.	Reglamento del paro de emergencia	29
3.8.	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN.....	29
3.8.1.	Tableros Principales.....	30
3.8.2.	Tableros Auxiliares	30
3.8.3.	Tableros de Distribución.....	30
3.8.4.	Tableros de control o comando.....	30
3.8.5.	Especificaciones técnicas y construcción	30
3.9.	CÓDIGO DE COLORES	31
3.10.	CRITERIOS DE SELECCIÓN DEL CONDUCTOR	31



4.	MÉTODOS Y MATERIALES	32
4.1.	MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN	32
4.1.1.	Método Inductivo – Deductivo	32
4.1.2.	Método analítico y sintético.....	32
4.1.3.	Método cualitativo	33
4.2.	TIPOS DE INVESTIGACIÓN	33
4.2.1.	Investigación bibliográfica.....	33
4.2.2.	Investigación Exploratoria	33
4.2.3.	Investigación Descriptiva.....	33
4.3.	TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN.....	33
4.3.1.	Observación directa, indirecta y participativa	33
4.3.2.	Instrumentos de Investigación	34
4.4.	ETAPAS DEL PROYECTO.....	34
4.5.	SISTEMA DE LAZO CERRADO	36
4.5.1.	Control ON/OFF por histéresis	38
4.6.	EQUIPO DE MEDICIÓN.....	38
4.6.1.	Procedimiento de uso del medidor de estrés térmico HT30	40
4.7.	SELECCIÓN DE LOS ELEMENTOS DE CONTROL.....	40
4.7.1.	Ventiladores	41
4.7.1.1.	Colocación de los ventiladores	42
4.7.2.	Extractor de aire.....	42
4.7.3.	Selección del extractor de aire eólico	43
4.7.4.	Sensor de Temperatura Pt 100	45
4.7.4.1.	Ubicación del sensor de temperatura Pt100.....	45
4.7.4.2.	Conexión del sensor de temperatura Pt100.....	46
4.7.4.3.	Escalamiento del sensor de temperatura	46
4.7.5.	Transmisor de temperatura RTD Pt100	46
4.7.6.	Módulo regulador de voltaje LM2596	47
4.7.7.	Sensor de movimiento.....	48
4.7.7.1.	Configuración del sensor de movimiento	48
4.7.8.	Pantalla TDE.....	51
4.7.9.	Fuente de alimentación de 24VDC	52
4.7.10.	Interruptor Termomagnético.....	53
4.7.11.	Porta fusibles RT-18-32.....	53
4.7.12.	Borneras riel DIN.....	54



4.7.13.	Relé térmico.....	54
4.7.14.	Relé de estado sólido	55
4.7.15.	Selector de dos posiciones	56
4.7.16.	Tablero de distribución eléctrica.....	56
4.8.	SELECCIÓN DEL CONDUCTOR.....	58
4.8.1.	Sistema de control.....	58
4.9.	FUNCIONAMIENTO LED.....	60
4.10.	MONTAJE DEL TABLERO.....	60
4.11.	TOMA DE DATOS (Termohigrometro).....	62
4.12.	DIAGRAMA EN CADE SIMU	64
4.13.	PROGRAMACIÓN DE LOGO SIEMENS.....	64
5.	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	65
5.1.	ANALISIS DE DATOS DE TEMPERATURA.....	66
5.2.	ANALISIS POSTERIOR A LA IMPLEMENTACIÓN	67
5.2.1.	Pruebas de control de temperatura.....	67
5.2.2.	Pruebas comparativas.....	72
5.2.3.	Encuesta realizada a los usuarios.....	74
5.2.4.	Comportamiento del control de temperatura	76
5.3.	Función de transferencia del sistema de control de temperatura	77
5.4.	ANÁLISIS DEL SENSOR DE TEMPERATURA	78
5.5.	ANÁLISIS DE TIEMPO DE ENFRIAMIENTO.....	79
5.6.	PRESUPUESTO E IMPACTO ECONÓMICO	80
5.7.	IMPACTOS DEL PROYECTO	82
5.7.1.	Impacto técnico.....	82
5.7.2.	Impacto económico.....	83
5.7.3.	Impacto social.....	83
5.7.4.	Impacto ambiental.....	83
6.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	83
6.1.	CONCLUSIONES	83
6.2.	RECOMENDACIONES.....	84
7.	BIBLIOGRAFIA	86
8.	ANEXOS	89



INDICE DE TABLAS

Tabla 2. 1. Actividades y sistemas de tareas en relación a los objetivos establecidos.....	5
Tabla 3. 1. Requerimientos de renovaciones por hora	13
Tabla 3. 2. Requerimientos de renovación por hora del extractor eólico.	15
Tabla 3. 3. Elementos que intervienen en un PLC.....	16
Tabla 3. 4. Datos característicos de la fuente de voltaje.	18
Tabla 3. 5. Tipos de sensores RTD.....	19
Tabla 3. 6. Características del sensor de temperatura Pt100.....	19
Tabla 3. 7. Resistencia del Pt100 según la temperatura aplicada.	20
Tabla 3. 8. Características del transmisor de temperatura de Pt100.....	22
Tabla 3. 9. Funcionamiento de un relé.....	24
Tabla 3. 10. Descripción de parámetros de humedad y temperatura.	26
Tabla 3. 11. Características del selector.	27
Tabla 3. 12. Características del potenciómetro	27
Tabla 3. 13. Características de la luz piloto.	28
Tabla 3. 14. Configuración LED según la norma IEC602041.	28
Tabla 3. 15. Características del paro de emergencia.....	29
Tabla 4. 1. Características técnicas del medidor de estrés térmico.	39
Tabla 4. 2. Datos del ventilador industrial.	41
Tabla 4. 3. Características del extractor BROAN.....	43
Tabla 4. 4. Sensor de temperatura Pt100.	45
Tabla 4. 5. Transmisor de temperatura Pt100.....	47
Tabla 4. 6. Características del módulo de voltaje LM2596.....	47
Tabla 4. 7. Características del sensor L2323.	48
Tabla 4. 8. Comparación de PLC.	50
Tabla 4. 9. Elección de PLC LOGO 12/24 RCE.	50
Tabla 4. 10. Conexión del LOGO 12/24V RCE V8.2	51
Tabla 4. 11. Pantalla TDE.	52
Tabla 4. 12. Características de la Fuente de alimentación 24 VDC.	52
Tabla 4. 13. Características del Breaker Schneider 1P 6A.....	53
Tabla 4. 14. Características del Porta fusibles RT-18-32.....	54
Tabla 4. 15. Características del Borneras plásticas.	54
Tabla 4. 16. Características del relé térmico.	55
Tabla 4. 17. Características del Relé ZG3NC-325B.....	56
Tabla 4. 18. Selector de dos posiciones.	56
Tabla 4. 19. Características del Tablero Eléctrico.	57



Tabla 4. 20. Características del conductor.	59
Tabla 4. 21. Características de PLC Logo.	65
Tabla 5. 1. Temperatura en el sitio de prueba 1.	67
Tabla 5. 2. Temperatura en el sitio de prueba 2.	69
Tabla 5. 3. Temperatura en el sitio de prueba 3.	70
Tabla 5. 4. Temperatura en el sitio de prueba 4.	71
Tabla 5. 5. Datos de la temperatura con estudiantes para prueba 1.	72
Tabla 5. 6. Datos de la temperatura con estudiantes para prueba 4.	73
Tabla 5. 7. Valores en función de la temperatura.	78
Tabla 5. 8. Presupuesto del sistema de ventilación y control de temperatura.	80
Tabla 5. 9. Presupuesto tablero de control y equipos.	80
Tabla 5. 10. Gastos totales y externos.	81
Tabla 5. 11. Valor de potencia de los motores en diferentes horas de trabajo.	81
Tabla 5. 12. Valores del pliego tarifario.	81
Tabla 5. 13. Cálculo del sistema.	82
Tabla 5. 14. Cálculo del consumo de 8 horas 1 día y 1 mes.	82



INDICE DE FIGURAS

Figura 3. 1. Laboratorio de simulación, pruebas eléctricas y electromecánicas.....	7
Figura 3. 2. Sistema de control en lazo abierto.....	11
Figura 3.3. Sistema de control en lazo cerrado.....	11
Figura 3. 4. Resistencia según la temperatura aplicada al sensor Pt100.	21
Figura 3. 5. Interruptor termomagnético.	23
Figura 3. 6. Relé electromecánico.	25
Figura 3. 7. Relé de estado sólido.....	25
Figura 3. 8. Código de colores según la norma ANSI/NEMA.....	31
Figura 4. 1. Diagrama de flujo de las etapas del proyecto	35
Figura 4. 2. Lazo cerrado del control de temperatura en el laboratorio.	36
Figura 4. 3. Partes del medidor de estrés térmico.	39
Figura 4. 4. Extractor de aire eólico.	44
Figura 4. 5. Colocación del extractor eólico.....	44
Figura 4. 6. Calibración del sensor de movimiento	49
Figura 4. 7. Ubicación de los elementos de protección y control del sistema.....	57
Figura 4. 8. Elementos de control del tablero eléctrico.	61
Figura 4. 9. a) Tapa frontal. b) Elementos internos	61
Figura 4. 10. Altura del tablero máxima (2m).	62
Figura 4. 11. Toma de datos día 1.	62
Figura 4. 12. Toma de datos día 2.	63
Figura 4. 13. Toma de datos día 3.	63
Figura 4. 14. Toma de datos día 4.	63
Figura 4. 15. Diagrama de mando en LOGO soft confort.	65
Figura 5. 1. Ubicación geográfica del sistema de control de temperatura.....	66
Figura 5. 2. Total, de los valores máximos.....	66
Figura 5. 3. Instalación de tres ventiladores y un extractor mecánico.	67
Figura 5. 4. Comportamiento de la temperatura prueba 1.....	68
Figura 5. 5. Instalación de tres ventiladores y dos extractores mecánicos.	68
Figura 5. 6. Comportamiento de la temperatura prueba 2.....	69
Figura 5. 7. Instalación de tres ventiladores dos extractores eólicos y un extractor mecánico...	70
Figura 5. 8. Comportamiento de la temperatura prueba 3.....	70
Figura 5. 9. Instalación de cinco ventiladores dos extractores eólicos y un extractor mecánico.	71
Figura 5. 10. Comportamiento de la temperatura prueba 4.....	71
Figura 5. 11. Comportamiento de la temperatura con estudiantes para prueba 1.....	72
Figura 5. 12. Comportamiento de la temperatura con estudiantes para prueba 4.....	73



Figura 5. 13. Resultados de la pregunta 1.....	74
Figura 5. 14. Resultado de la pregunta 2.	74
Figura 5. 15. Resultados de la pregunta 3.....	75
Figura 5. 16. Resultados de la pregunta 4.....	75
Figura 5. 17. Respuestas de la pregunta 5.	75
Figura 5. 18. Respuesta de la pregunta 6.	76
Figura 5. 19. Curva de temperaturas.	76
Figura 5. 20. Función de transferencia del sistema de control de temperatura.	77
Figura 5. 21. Función de transferencia en simulink.	77
Figura 5. 22. Curva de transferencia.	77
Figura 5. 23. Medición de los parámetros eléctricos del sensor de temperatura.	78
Figura 5. 24. Comparación en función de la temperatura.	79
Figura 5. 25. Curva de temperatura Pt100.....	79

1. INFORMACIÓN GENERAL

Título: Control de temperatura en un sistema de ventilación forzada para el sector de Latacunga

Tipo de proyecto: Proyecto Tecnológico

Fecha de inicio: Octubre del 2021

Fecha de finalización: Septiembre 2022

Lugar de ejecución: Barrió San Felipe, Cantón Latacunga, Provincia de Cotopaxi

Facultad que auspicia: Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas (CIYA)

Carrera que auspicia: Ingeniería Eléctrica mención en Sistemas Eléctricos de Potencia

Proyecto de investigación vinculado: Desarrollo de sistemas para el abastecimiento y uso del servicio de energía eléctrica a nivel local, regional o nacional

Equipo de Trabajo: Grupo de Investigación de Sistemas Eléctricos de Potencia.

Tutor de Titulación:

MSc. Salazar Achig Edgar Roberto Ing.

Estudiantes:

Tipán Guanochanga Jhonny Patricio

Vega Guanochanga Washington Stalin

Área de Conocimiento: 07 Ingeniería, Industria y Construcción / 071 Ingeniería y Profesiones Afines / 0713 Electricidad y Energía.

Línea de investigación: Energías Alternativas y Renovables, Eficiencia Energética y Protección Ambiental.

Sub líneas de investigación de la Carrera: Control y optimización en el uso de la energía del sector Industrial, comercial y residencia

2. INTRODUCCIÓN

El presente proyecto tecnológico realiza el control de temperatura de un sistema de ventilación forzada, siendo su principal función reducir la temperatura del sitio en horas de mayor acumulación de calor, mejorando así la circulación del aire que ingresa al lugar de estudio como también manteniendo ambiente adecuado para el trabajo.

Actualmente, los sistemas de ventilación son una parte importante dentro del campo de estudio en espacios cerrados debido a que permiten reducir la temperatura en el lugar evitando daños en los componentes eléctricos a través de la condensación del aire (humedad existente), permitiendo de esta manera, cumplir con los valores de temperatura para el correcto funcionamiento de los equipos en el sitio.

Con mediciones realizadas previamente con el medidor de estrés térmico de la marca Extech modelo HT30, en el sitio se identifica que es necesario el control de temperatura, utilizando ciertos parámetros y herramientas que permitan mantener constante la ventilación de aire en el laboratorio, favoreciendo el desarrollo de actividades laborales y académicas.

Para un control de temperatura adecuado se debe tomar en cuenta si se encuentra en un lugar abierto o cerrado ya que existen riesgos para los ocupantes a los que se está sometidos generalmente en espacios cerrados, una herramienta que permitirá este control en el sistema es el Controlador Lógico Programable LOGO 12/24 RCE V8.2, que es el encargado de recibir y enviar las señales de los parámetros de temperatura para que tanto ventiladores como extractor puedan activarse o desactivarse según el temple del sitio, esto se lo realiza mediante un programa computacional, además el sistema contará con sensores de movimiento que permitan identificar si una persona se encuentra en su interior para que de esta manera se pueda proceder a activar el sistema.

El control de temperatura de este sistema de ventilación trabajará mediante el control on off con histéresis donde se podrá observar la disminución de temperatura para la estabilización de la curva hasta llegar al valor deseado de temperatura de manera eficiente logrando así su propósito de reducir la temperatura para crear mejores condiciones laborales, los datos obtenidos previamente en la medición de temperatura permitirán al sistema activarse cuando fuere necesario, además se podrá observar la reducción de temperatura para la estabilización del sistema hasta llegar al valor deseado de temperatura

2.1. EL PROBLEMA

2.1.1. Situación problemática

El presente proyecto tecnológico se encuentra ubicado en el laboratorio de simulación, pruebas eléctricas y electromecánicas en el cantón de Latacunga sector San Felipe, el problema radica en el aumento de temperatura en el sitio de estudio debido al diseño y materiales utilizados en su construcción, mismo que al poseer un techo metálico se lo considera como una fuente de calor en días de temperaturas elevadas, al tratarse de un lugar cerrado presenta escasa circulación de aire y esta propenso a almacenar calor en su interior provocando cansancio en los usuarios y aumentando la temperatura en los equipos eléctricos siendo estos expuestos a sufrir algún tipo de daño, cabe resaltar que los usuarios desarrollan sus actividades en horas de mayor concentración de calor, es ahí donde conlleva a la necesidad de implementar sistemas que mitiguen todos estos efectos y así poder tener un mejor ambiente de trabajo.

Otro factor que incide es la acumulación de polvo en el sitio de estudio ya que el polvo que cae o permanece en el aire resulta perjudicial para los equipos y los usuarios que se encuentren en el área de estudio, provocando enfermedades en los usuarios y deterioro de los equipos por lo cual el control de temperatura ayudara a mantener el lugar en un ambiente óptimo de trabajo.

Por todo ello una de las condiciones para mantener los equipos funcionando de manera correcta es que estos se encuentren en un espacio libre de humedad sin condensación en el aire del área, ya que esta se crea fácilmente en el aire ya sea por la respiración de los usuarios que llegan al lugar o por el calor que provocan los motores de las máquinas en el sitio.

2.1.2. Formulación del problema

Determinación de elementos y dispositivos para el control de temperatura en el sistema de ventilación forzada.

2.2. OBJETO Y CAMPO DE ACCIÓN

2.2.1. Objeto

Sistema de control de temperatura

2.2.2. Campo de acción

330000 Ciencias Tecnológicas / 3306 Ingeniería y Tecnologías Eléctricas/330602 Aplicaciones Eléctricas

2.3. BENEFICIARIOS

Los beneficiarios de este proyecto tecnológico son las personas que se encuentran realizando sus actividades académicas o laborales dentro del área de estudio, mismo que tiene como capacidad máxima de 150 personas divididas en grupos de trabajo de 30 personas, así como el encargado de salvaguardar el laboratorio y los autores de la presente propuesta tecnológica.

2.4. JUSTIFICACIÓN

Un sistema de control de temperatura es de vital importancia dentro de los sistemas de ventilación ya que permiten disminuir o disipar el calor que se almacena en el interior del espacio de trabajo, debido a que se ha observado gran innovación y mejoras tecnológicas que se los puede utilizar en el desarrollo de distintos procesos de control, teniendo en cuenta que este tipo de sistema no solo mejoraría las condiciones de trabajo del usuario sino también al mantenimiento de los equipos eléctricos en el sitio de estudio.

Para ello es necesaria la implementación de un sistema de control de temperatura que garantice un control efectivo de la circulación de aire en el lugar permitiendo un confort térmico del usuario manteniéndolo en un rango estable de temperatura.

El exceso de temperatura en lugares cerrados donde la ventilación es escasa, en especial en sitios que trabajan con maquinaria eléctrica, pueden verse afectadas por el calor y la humedad, provocando condiciones no adecuadas de trabajo para los usuarios bajando su concentración en sus labores, al contar con un control de este tipo no solo se tendrá gran impacto positivo en los usuarios sino también en la maquinaria como tableros de control, equipos eléctricos y electrónicos entre otros.

Con el objetivo de reducir el calor que se encuentra en el área de estudio se implementa un sistema de control de temperatura identificando los parámetros para el correcto funcionamiento de un sistema de ventilación y que a su vez permita una mejor circulación de aire hacia el exterior.

El análisis adecuado de los recursos a emplearse en el modelado de los sistemas de generación brindara los conceptos teóricos y cálculos de parámetros adecuados para una

futura implementación de una fuente energética más factible, consiguiendo de esta manera aprovechar toda la potencialidad que se presente en el área.

Además, este proyecto servirá para las personas que hagan uso del sistema de control de temperatura debido a que se observará el intercambio de señales del PLC con los demás circuitos conectados, mismo que facilitará la comprensión de la teoría de control para los usuarios, además el uso de sensores de temperatura RTD miden la variable y transportan la señal hasta las entradas del controlador, este es encargado de activar o desactivar elementos pasivos resistencias eléctrica o actuadores antes de seleccionar el control de temperatura manual o automático es indispensable garantizar que el termopar o el RTD a utilizar satisface los requerimientos de montaje y temperatura del sistema, la factibilidad de ingresar estos parámetros nos ayuda mucho para tener un control dinámico de la variable y obtener una temperatura fija dentro del rango deseado

2.5. HIPÓTESIS

El control de temperatura de un sistema de ventilación forzada permitirá reducir la temperatura del lugar y mantener una mejor condición de trabajo para los usuarios y equipos eléctricos.

2.6. OBJETIVOS

2.6.1. Objetivo general:

Implementar el control de temperatura en un sistema de ventilación forzada en el sector de Latacunga

2.6.2. Objetivos específicos:

- Revisar el estado del arte referente al control de temperatura en un sistema de ventilación forzada con la finalidad de conocer los parámetros evaluados en el mismo.
- Seleccionar los elementos de control de temperatura adecuados para el sistema de ventilación.
- Implementar el control de temperatura del sistema de ventilación conectada a la red eléctrica
- Evaluar técnica y económicamente la implementación del sistema de control de temperatura.

2.7. SISTEMA DE TAREAS

Tabla 2. 1. Actividades y sistemas de tareas en relación a los objetivos establecidos.

Objetivos específicos	Actividades (Tareas)	Resultados esperados	Técnicas, Medios e Instrumentos
Revisar el estado del arte referente al control de temperatura en un sistema de ventilación forzada con la finalidad de conocer los parámetros evaluados en el mismo	<ul style="list-style-type: none"> Recopilación de datos climatológicos correspondientes a temperatura en el lugar de ejecución del proyecto, como páginas web o aplicaciones que hagan referencia a este requerimiento. Mediciones en el área de estudio. 	<ul style="list-style-type: none"> Establecer parámetros necesarios con los cuales se pueda modelar el sistema de control de temperatura. Obtener una base de datos que permitan definir el comportamiento de temperatura en el sitio de estudio. 	<ul style="list-style-type: none"> Artículos científicos, revistas técnicas, revistas indexadas, aplicaciones meteorológicas. Medidor de estrés térmico de la marca Extech modelo HT30, y Excel.
Seleccionar los elementos de control de temperatura adecuados para el sistema de ventilación.	<ul style="list-style-type: none"> De acuerdo al diseño del sistema de ventilación se seleccionan los materiales a utilizar en el sistema de control. Determinar los elementos de control del sistema en base a planos y normativas vigentes. 	<ul style="list-style-type: none"> Determinación de circuitos de potencia y control. Cumplimiento de la normativa establecida por NEC, IEC, y ANSI para las distintas funciones del sistema. 	<ul style="list-style-type: none"> Logo Soft Confort, relés, contactores, sensores de temperatura Pt100, transmisor de Pt100. Planos, diagramas unifilares y normativas.
Implementar el control de temperatura del sistema de ventilación conectada a la red eléctrica.	<ul style="list-style-type: none"> Implementación del control de temperatura en el tablero eléctrico conjuntamente con el sistema de ventilación. Conexión del tablero eléctrico a la red. 	<ul style="list-style-type: none"> Controlar el sistema de ventilación mediante el sistema de control de temperatura. Que el sistema de temperatura se mantenga operando dentro de los parámetros eléctricos adecuados. 	<ul style="list-style-type: none"> Sistema de control de temperatura y de ventilación forzada. Cable, pinza amperimétrica, multímetro, desarmadores, taípe, alicata.
Evaluar técnica y económicamente la implementación del sistema de control de temperatura.	<ul style="list-style-type: none"> Análisis económico del proyecto tecnológico Pruebas del control de temperatura, obteniendo datos reales del sistema de ventilación. 	<ul style="list-style-type: none"> Identificar ventajas y desventajas del proyecto Obtención de resultados de las pruebas realizadas en el área de estudio seleccionando el circuito adecuado para el sitio de estudio. 	<ul style="list-style-type: none"> Herramientas computacionales, Excel Equipos de medición de temperatura, sensor Pt100, medidor de estrés térmico de la marca Extech modelo HT30.

3. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

3.1. ANTECEDENTES

Para la realización del presente proyecto tecnológico se ha tomado en cuenta las líneas de investigación que posee la Universidad Técnica de Cotopaxi, mismas que corresponden al campo de Energías alternativas y renovables, eficiencia energética y protección ambiental.

El control de temperatura se lo realiza con controladores lógicos programables para ello se tomó en cuenta investigaciones de proyectos a fines en los cuales se puede encontrar que:

El en proyecto de Edwin Copa Condori referente a sistemas de control de temperatura establece que los PLC son instrumentos, conjuntamente de enseres, fáciles de programar y ayudar notablemente a la transformación fructífera de una producción, garantizando la virtud de su fabricación acabada y desechando el remanente, reduciendo hora, capital y peligros capaces de controlar un sistema de control de temperatura sin inconveniente alguno [1].

Otro antecedente de investigación realizado en 2019 por Carrillo Miguel, referente al tema establece que obtener el control de temperatura centralizado del sistema mejora significativamente su funcionamiento conjuntamente con el diseño ayudaran en su eficiencia [2].

El módulo didáctico de control de temperatura elaborado por Francisco Carpio y Pablo Barahona para el laboratorio de control EIE-CRI en la universidad ESPOCH, para que, con sólidos conocimientos teóricos y prácticos en el campo del control, se refuerce el nivel técnico de los estudiantes en su profesión [3].

Cuando la temperatura en algún sitio en general supera los 30° es excesivo para realizar algún tipo de trabajo ya que en ese punto el cuerpo humano comienza a tener síntomas de cansancio fatiga estrés entre otros aspectos que conllevan al adormecimiento del cuerpo mientras que en un rango de temperatura estable y confortable según la norma NEC 2011 capitulo 15, este rango de temperatura oscila entre los 18°C a 26°C entonces con estos datos se recomienda que la temperatura oscile entre los 20°C y 24°C [4].

3.2. DESCRIPCIÓN DEL LUGAR

El presente proyecto tecnológico se encuentra en el laboratorio de simulación, pruebas eléctricas y electromecánicas, al norte del sector San Felipe, mismo que pertenece al cantón

Latacunga provincia de Cotopaxi, el sitio de estudio presenta un área de 14,1 m. de largo por 6,25 m. de ancho, en la parte frontal tiene 4,10 m. de alto y en la parte posterior tiene 3,10 m. de alto, a continuación, se muestra en la Figura 3.1. el laboratorio donde se realiza el presente proyecto.



Figura 3. 1. Laboratorio de simulación, pruebas eléctricas y electromecánicas

3.3. IMPORTANCIA DEL CONTROL DE TEMPERATURA

El calor y la humedad en espacios cerrados son factores que influyen en el sitio de estudio, de ahí la importancia de crear un ambiente óptimo de trabajo mediante el control de temperatura que permita reducir la alta concentración de calor en el ambiente y de esta manera no exista condensación en el lugar.

3.4. PARÁMETROS DEL CONTROL DE TEMPERATURA

3.4.1. Temperatura

La temperatura mide las concentraciones de energía y es una propiedad física que ayuda a determinar si dos o más sistemas están en equilibrio térmico (cuando dos objetos están a la misma temperatura), es decir la temperatura es una cantidad física que mide qué tan caliente o frío está un objeto o lugar a continuación se muestran los valores en que la temperatura puede ser medida

3.4.1.1. Control de temperatura

En cuanto a la medición de temperatura existe una variedad de métodos e instrumentos que ayudan a obtener datos de fenómenos o estados que permitan conocer cómo se está comportando tal suceso, en este caso para medir temperatura existen diferentes escalas termométricas que con la ayuda de instrumentos calibrados pueden ser medidas algunas de ellas son:

- **Celsius**

Siendo una escala termométrica se ha convertido en un estándar internacional, misma que se encuentre dividida en 100 partes iguales en escala centesimal por ende se le tribuye el nombre de grado centígrado o grados Celsius con el símbolo °C.

- **Fahrenheit**

Este tipo de medida es utilizado mayormente en Estados Unidos y Reino Unido en donde la escala se la divide en 180 partes iguales con símbolo °F va desde 32 °F a 212 °F.

- **Kelvin**

La escala es igual a la de los grados Celsius a diferencia es que establece temperaturas más bajas a 0 °C o al cero absoluto siendo -273.16 °C según la teoría termodinámica [5].

3.4.2. Calor

El calor representa la cantidad de energía que un cuerpo transfiere a otro debido a la diferencia de temperatura entre ellos. El tipo de energía que interviene en los fenómenos térmicos se denomina energía térmica

3.4.3. Confort Térmico

El confort térmico define parámetros y condiciones óptimas a las que el ser humano se siente seguro de realizar cualquier tipo de esfuerzo físico o con fines de descanso algunos autores consideran que el confort es el punto medio dentro de los rangos máximos en los que el ser humano puede sobrevivir.

El confort de una persona es una condición mental que expresa satisfacción con el ambiente o espacio térmico que lo rodea, también el encontrarse en lugares cerrados puede expresarse como ausencia de irritación o malestar térmico [6].

Los rangos de temperatura que una persona puede soportar va a depender de ciertos factores como el lugar en que se encuentre y las condiciones atmosféricas del sitio, normalmente los rangos de confort térmico varían entre 18 °C a 26 °C en América.

El rango de temperatura ambiente ideal o zona de confort térmico, puede variar entre 13 °C y 28 °C, dependiendo de diversos aspectos y consideraciones, para una persona sedentaria, situada entre los trópicos, se consideran parámetros de confort entre los 22°C y

28°C, y del 30% al 70% de HR (humedad relativa). En América esto varía a 18°C y 26°C, ya que se ubica en latitudes por arriba de los trópicos [6].

En la norma establecida en NEC 2011 capítulo 13, señala los valores del bienestar térmico que debe existir en una edificación, de la siguiente manera [7].

- Temperatura del aire ambiente: 18° - 26° C
- Temperatura radiante media de superficies del local: 18° - 26° C
- Velocidad del aire: 0,05 - 1,15 m/s
- Humedad relativa: 40% a 65 %

Para un espacio dado, no existe una temperatura operativa óptima misma que será variable dependiendo de la actividad de sus ocupantes y de la ropa que lleven puesta [8].

3.4.4. Sistemas de control

Los sistemas de control se definen como el conjunto de componentes que pueden regular su propia conducta o la de otro sistema con el fin de lograr un equilibrio, una de sus características es que sus elementos deben ser lo suficientemente sensitivos y rápidos como para satisfacer los requisitos para cada función de control.

Generalmente en sistemas de temperatura los ventiladores enfrían el ambiente de un sitio a través de un sistema manual de encendido/apagado. Ese tipo de sistemas de encendido y apagado será eficiente siempre y cuando se pueda controlar su uso ya que los ventiladores mantendrán su máxima velocidad hasta que estos puedan ser apagados, no es recomendable que un ventilador esté funcionando a toda hora, porque consumiría permanentemente el mismo nivel de energía eléctrica aun en los momentos en que no se requiera que estén encendidos, se puede lograr un ahorro considerable de energía si el sistema de ventilación trabaja solo en horas de mayor acumulación de calor, de esta manera se protegería la vida útil de los ventiladores y demás equipos de control, cumpliendo así el objetivo de este proyecto el cual es construir un sistema que permita reducir la temperatura en el sitio.

Un método que permite la regulación de temperatura son los sistemas on/off los cuales tienen como finalidad encender o apagar un dispositivo, además se encarga de revisar si la variable de proceso está por debajo o por encima de un set point determinado sin revisar estados medios, en sistemas de temperatura este tipo de control provoca el encendido del sistema si está por debajo del valor de temperatura deseada y lo apaga si este se encuentra por debajo del valor deseado.

Otra técnica de control de temperatura se la realiza mediante los controladores PID (Proporcional, Integral, Derivativo) los cuales se utilizan en sistemas de control continuo, variando el desempeño de un dispositivo en un rango de 0 % a 100 %.

Un sistema de control debe ser sencillo, eficiente, de fácil operación y con pocos requerimientos de mantenimiento, para ello el uso de un controlador lógico programable como dispositivo de control de temperatura [9].

3.4.5. Tipos de sistemas de control

3.4.5.1. Sistema de control manual

Un sistema de control manual tiene como objetivo controlar su operación por medio de la intervención humana o representadas comúnmente a mano.

- **Control**

En este punto es necesario que la persona que realice el control obtenga datos de entrada y salida midiendo y cuantificando los resultados de un sistema para que pueda cambiarlos de acuerdo a la necesidad del mismo, verificando que el sistema funcione de acuerdo a los objetivos planificados [10].

- **Error**

Un aspecto sumamente importante es la detección de fallas en el sistema para ello es imprescindible que el sistema cuente con un identificador de errores en el sistema y a su vez un sistema de protección [10].

- **Controlador**

En este caso se usa un dispositivo electrónico manipulable para el usuario que pueda ejercer control en el sistema calculando, ajustando, comparando, y limitando al sistema [10].

3.4.5.2. Sistemas Automáticos

- **Sistemas de control de lazo abierto**

En este tipo de sistemas la señal de salida no se convierte en una señal de entrada hacia el controlador en otras palabras este tipo de control se caracteriza por que no recibe ninguna información o retroalimentación del estado de la variable a controlar tal como se muestra en la Figura 3.2.

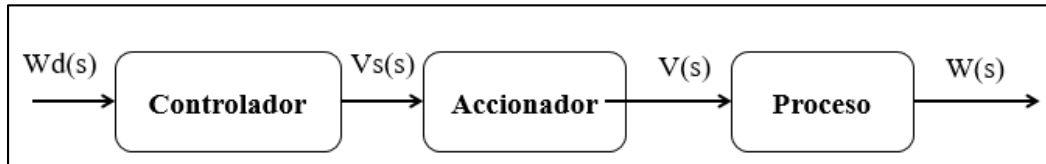


Figura 3. 2. Sistema de control en lazo abierto

Donde:

Valor deseado $W_d(s)$: Es el valor dado por el usuario y le indica al controlador qué valor tiene que alcanzar la salida del sistema.

Controlador: Se determina que acción se va a tomar dada una entrada al sistema.

Valor del controlador $V_s(s)$: Es la salida que el controlador proporciona a la etapa de potencia.

Accionador: Después de la entrada dada por el elemento de control inicia la acción para generar el cambio en la variable controlada al valor requerido.

Valor aplicado al proceso $V(s)$: Es el voltaje de salida de la etapa de potencia y es el voltaje proporcionado a la planta o proceso

Proceso: Es la parte del sistema en el que se va a controlar la variable.

Valor de salida $W(s)$: Es el valor de salida o valor deseado

- **Sistemas de control de lazo cerrado**

En este tipo de sistemas la salida o variable controlada debe ser realimentada y comparada con la de entrada o referencial la cual debe enviar una señal actuante de control, proporcional a la diferencia entre la entrada y la salida a través del sistema disminuyendo el error y corrigiendo el sistema.

La señal de salida tiene efecto directo sobre la acción de control, la diferencia se denomina señal de error del sistema.

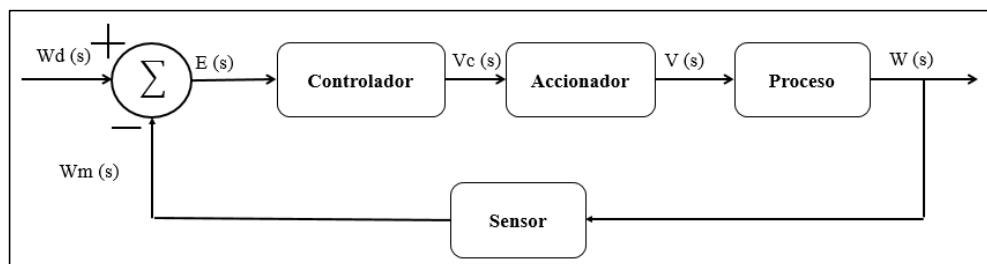


Figura 3. 3. Sistema de control en lazo cerrado

La figura 3.3. explica el modelo del sistema de lazo cerrado mismo que presenta las siguientes características:

- Cuando el sistema o proceso no se puede regular por el hombre
- Para operar a gran escala
- Para operaciones continuas sin cortes de tiempo

Donde:

- **Valor deseado $W_d(s)$:** Es el valor dado por el usuario y le indica al controlador qué valor tiene que alcanzar la salida del sistema
- **Valor medido $W_m(s)$:** es el valor que se obtiene a la salida del sistema medido por un sensor
- **Error $E(s)$:** Es la diferencia entre el valor deseado y el valor medido luego es enviado al controlador el cual reduce el valor a cero en donde se obtiene que:
$$\text{Error} = \text{Valor deseado} - \text{Valor medido}$$
- **Valor del controlador $V_c(s)$:** Es la salida que el controlador proporciona a la etapa de potencia
- **Valor aplicado al proceso $V(s)$:** Es el voltaje de salida de la etapa de potencia y es el voltaje proporcionado a la planta o proceso
- **Valor de salida $W(s)$:** Es el valor de salida

En un sistema de control lo que se requiere, es que la señal de salida sea igual a la señal de referencia o a un valor deseado. Se mide la señal de salida a través de un sensor, y se crea la señal de error, donde la señal de error sirve de entrada al controlador, y el controlador crea una señal de control para poder corregir la señal de salida y así controlar el proceso [11].

3.4.6. Caudal de un sistema de ventilación

Ventiladores mecánicos

Para realizar un control de temperatura se debe considerar el dimensionamiento del área, la humedad existente en el sitio, el polvo que podría ocasionar daños a los equipos y a los usuarios, los fabricantes de los ventiladores proporcionan la información necesaria para realizar una correcta selección de ellos, informando los rangos a los que debe trabajar para que no se sobrecarguen y se reduzca la vida útil de los equipos [12].

Los sistemas de ventilación han sido usados efectivamente basados en el principio de flotabilidad del aire caliente, para ello la implementación de un extractor que se conecte a la red eléctrica y que permita extraer el aire caliente acumulado en el interior de área de estudio, mismo que al ser un espacio cerrado no existe flujo de aire que pueda circular en el lugar para ello la implementación de un extractor ayudaría a que los ventiladores realicen el proceso de enfriamiento de mejor manera.

Un sistema de ventilación eficiente es crear métodos que permitan reducir el aire del sitio de manera efectiva y rápida, esto se logra con la incorporación de un sistema de control de temperatura además de apoyar la minimización del uso de la energía eléctrica en el sitio cuando no fuere necesario. [13].

Para calcular el caudal de ventilación de un determinado sitio se aplica la ecuación (1), tomando en cuenta los requerimientos de renovación de acuerdo al espacio en donde se lo realiza.

$$Q = N \cdot V \cdot f \quad (1)$$

Donde:

Q = Caudal del aire (m³/h)

N = Número de renovaciones (m³/h)

V = Volumen del local (m³/h)

f = (0,58858) factor de conversión para CFM (pies cúbicos por minuto)

En la Tabla 3. 1. se muestran los requerimientos de las renovaciones por hora que necesita cada instalación ya sea esta residencial o comercial.

Tabla 3. 1. Requerimientos de renovaciones por hora

Actividad	N ° de Renovaciones por hora
Bares y cantinas	8 a 12
Cines	10 a 15
Cocinas industriales	15 a 20
Cría de animales	3 a 9
Zonas de lavadoras	10 a 15
Zona de pasteurizado	12 a 16
Fábricas de papel	8 a 20
Fábricas de vidrio (hornos)	30 a 20

Continuación 1 Tabla 3.1.

Fábricas de vidrio (máquinas)	20 a 40
Forja en caliente	18 a 30
Fundiciones livianas	12 a 15
Fundiciones pesadas	18 a 25
Garajes	4 a 8
Manufactura general	6 a 8
Mataderos	10 a 15
Naves de calderas	20 a 30
Salas de baile	12 a 16
Talleres de pintura	30 a 60
Talleres mecanizados	4 a 8
Tintorerías (zona de limpieza)	10 a 20
Tintorerías (zona de planchado)	20 a 30
Tratamientos químicos	15 a 25
Tratamientos térmicos	20 a 40
Trenes de laminación	15 a 20

Extractor eólicos

En el cálculo del caudal de los ventiladores eólicos se considera el volumen V (m^2) y renovaciones (N) que se deben realizar en el sitio por hora para calcular el volumen del área se plantea la ecuación

$$Volumen = L \cdot A \cdot H \quad (2)$$

Donde:

V = Volumen del lugar en (m^2)

L = Largo del lugar en (m)

A = Ancho del lugar en (m)

H = Alto del lugar en (m)

Para determinar el número de extractores eólicos que se debe implementar en un lugar se aplica la ecuación (3).

$$\text{Cantidad de extractores} = \frac{(V \cdot N)}{Q} \quad (3)$$

Mientras que para saber las renovaciones que se debe aplicar a cada sitio se muestra en la Tabla 3. 2.

Tabla 3. 2. Requerimientos de renovación por hora del extractor eólico.

RENOVACIÓN DE AIRE DEL EXTRACTOR EÓLICO	
Actividad	N ° de Renovaciones por hora
Negocios	10
Depósitos	5 a 10
Aulas	5 a 10
Auditorio sin fumadores	6 a 10
Auditorio con fumadores	15 a 20
Oficinas mecánicas	8 a 18
Talleres	8 a 18
Café-bares	6 a 10
Restaurantes	12 a 15
Fabricas con trabajo activo	12 a 15
Garajes	12 a 15
Baños públicos	15 a 20
Discotecas	15 a 25
Criaderos de pollos	15 a 25
Sala calderas	18 a 25
Fundiciones industriales	18 a 60
Sala con hornos	20 a 60

3.5. ELEMENTOS DE CONTROL Y AUTOMATIZACIÓN

3.5.1. Controladores Lógicos Programables

Existe una variedad de controladores lógicos programables (PLC) los cuales son muy utilizados en la parte de automatización industrial, para reemplazar los sistemas de control basados en circuitos eléctricos con relés, interruptores y otros componentes, comúnmente utilizados para el control de los sistemas de lógica combinatorial.

Este tipo de controladores pueden realizar distintas funciones y procesos aritméticos o manejar señales realizando estrategias de control, además por medio de estos instrumentos, la industria ha reducido problemas de sistematización, riesgos y una significativa cuantía de capital en manutención, logrando igualmente acrecentar relativamente la existencia productiva de sus equipos y máquinas, aumentando la prontitud de su elaboración [1].

3.5.1.1. Elementos que intervienen en un PLC

Tabla 3. 3. Elementos que intervienen en un PLC.

Elemento	Función
Fuente de alimentación	Proporciona alimentación a la electrónica del autómata, presenta una fuente de alimentación típica SIEMENS. En algunos modelos este módulo se encuentra integrado en el propio PLC, en otros, se dispone de un módulo externo encargado de convertir la tensión de la red eléctrica 220V.en corriente alterna, en una tensión continua de entrada al autómata, comúnmente 12V o 24VDC.
CPU	Es la parte encargada de procesar la información proveniente del exterior, a través de las interfaces de entrada o algún periférico externo de comunicación y actuar sobre las salidas o enviar la información a través del módulo de comunicaciones en función de la programación que se haya guardado en su memoria.

3.5.1.2. Señales de entrada y salida al PLC

Los PLC poseen señales de entrada y salidas análogas como digitales su principal diferencia es el margen de tensión que se maneja en cada una en las señales o entradas digitales con un rango máximo de 24 V mientras que las análogas van de 0 V a 10 V.

Señales de entrada:

- a) Entrada digital.

En estas entradas se pueden dividir en algunos bloques para que la señal pase hasta convertirse en 0 o en 1 para la maquina o CPU.

- b) Entrada análoga.

La señal de esta entrada puede ser por voltaje o corriente donde se puede medir la caída de tensión donde los valores son de 4 mA a 20 mA en AC y -5 V a + 5V en CC.

Señales de salida:

- a) Señales digitales.

La salida de los PLC se lo puede lograr a través de tres elementos como son el triac el transistor o un relé mismas que pueden ser utilizadas en cargas AC o DC dependiendo del sistema a utilizar.

b) Salidas análogas.

En este tipo de salida es debido a que la maquina emite un numero binario a través del bus de datos el cual se convierte en pulso de señal de corriente o voltaje.

Lenguaje de programación de un PLC

Como se explica a continuación el lenguaje utilizado en su programación es sencillo ya sea utilizando programación en bloques o escalera misma que permite realizar diseños de programas y que estos puedan ser leídos por la máquina, además el diagrama de escalera utilizado ha permitido lo siguiente [14].

- El flujo de energía se toma desde la vertical izquierda a través del escalón.
- Cada escalón en la escalera define una operación en el control de proceso.
- La lectura se realiza de izquierda a derecha y de arriba abajo.
- Cada peldaño debe comenzar con al menos una entrada y terminar con una salida como mínimo. La entrada se trata de una acción de control y la salida define un dispositivo conectado a la salida de un PLC.
- Los dispositivos eléctricos se muestran en su condición normal.
- Un dispositivo particular puede aparecer en uno o más escalones de la escalera.
- Las entradas y salidas son identificadas por sus direcciones; la notación depende del fabricante.

Otro método utilizado en la programación de un PLC es la de bloques funcionales la cual está basada en lógica booleana misma que añaden programación AND, OR y NOT que establecen condiciones para ejecutar tareas que están en diferentes tipos de procesos.

3.5.2. Convertidor de voltaje

Los convertidores de voltaje se lo realizan normalmente de alternadores AC para alimentar cargas que sean DC usualmente se lo hace mediante el uso de convertidores AC/DC las cuales son muy comunes y que se encontraran como un puente de diodos o rectificadores no controlados.




Cuando los armónicos se introducen en la corriente de la red se tienen muchos efectos perjudiciales en los que se podría citar los siguientes [15].

- Aumento de pérdidas de potencia en los cables.
- Aparición de corriente por el neutro.

- Fallas en los dispositivos de protección.

Para evitar estas fallas en los circuitos es conveniente el uso adecuado de los convertidores de voltaje mismos que se muestran en la Tabla 3. 4.

Tabla 3. 4. Datos característicos de la fuente de voltaje.

 Fuente de alimentación AC/DC 		
	Fabricante	JOYLAND
	Temperatura de operación	-10° C a 60° C
	Corriente de salida máx	10A
	Potencia máx	250 W
	Forma	Cuadrada
	Fuente de energía	AC
	Voltaje	110-120 V
	Conectores	Tipo bornera

3.5.3. Sensores de temperatura

Existen varios dispositivos, así como equipos para sensar temperatura cada uno con diferentes características y compatibilidades con los distintos sistemas digitales, entre los que se encuentran los sensores de tipo RTD.



3.5.3.1. Sensores RTD

Este tipo de sensores están contruidos con diferentes tipos de material según su aplicación y usa material estable y exacto.

Este efecto suele aproximarse a un sistema de primer o segundo orden para facilitar los cálculos. Los sensores RTD suelen ir asociados a montajes eléctricos tipo Puente de Wheatstone, que responden a la variación de la resistencia eléctrica por efecto de la temperatura para originar una señal analógica, El platino tiene la particularidad de tener una relación resistencia-temperatura sumamente lineal, por lo cual es el material más utilizado y generalmente se le denominan a estos termómetros resistivos

La relacion que existe en la temperatura del platino es la más acertada debido a que es muy termo resistible, utilizándola como estándar internacional de temperatura y soportando una temperatura de -200°C hasta los 850°C como se especifica en la Tabla 3. 5.

Tabla 3. 5. Tipos de sensores RTD.



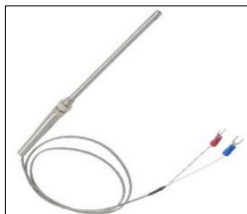
 		
Sensores RTD		
Material	Rango de temperatura °C	Variación coef (%°C a 25°C)
Platino	-200 a 850	0.39
Níquel	-80 a 320	0.67
Cobre	-200 a 260	0.38
Níquel-Acero	-200 a 260	0.46

3.5.3.2. Sensor Pt100

Los sensores RTD son elementos que tienden a reaccionar casi linealmente al contacto con la temperatura, la mayoría son elaborados de platino por su alta fusión, temperatura, coeficiente y por su termométrica estable, los sensores de este tipo garantizan gran precisión en la medición de temperatura, este tipo de instrumentos se rigen a la normativa IEC 60751, los cuales poseen una resistencia de 100 Ω a 0 °C [16].

A continuación, se observan las características de los sensores Pt100, en la cual se determinan parámetros de acuerdo a su tipo en la Tabla 3. 6

Tabla 3. 6. Características del sensor de temperatura Pt100

 			
Sensor de temperatura Pt100			
	RTD (Tipo)	Pt100 tipo A	Pt100 tipo B
	Tolerancia	Clase B 0,2%	Clase B 0,3%
	Dimensión	1.7 mm x 2.4 mm x1.0mm	9.5 mm x 1.9 mm x0.9mm
	Temperatura de operación	-50°C a 500°C	-70°C a 500°C
	Coeficiente de temperatura	3850 ppm/°C	3850 ppm/°C

Según el fabricante de estos dispositivos, los dos sensores se encuentran dentro de la clase B regularmente la diferencia es que uno de ellos tiene un error de desviación más reducido

en cuanto a las características ideales, resulta importante destacar que a mayor tolerancia mayor será el grado de la variación de temperatura del sensor.

El coeficiente de temperatura de esta clase de sensor no varía en gran medida en comparación con la tolerancia que estos presentan, este tipo de instrumento se lo encuentra con frecuencia en las empresas de procesos, es el correspondiente al tipo Pt100, ya que otorga un soporte de 100 Ω a 0 °C (32 °F). El nivel de resistencia siempre será relativo a la versión del sensor ya mencionado, dado que existen un sinnúmero de variedades cuyos coeficientes de temperatura difieren de manera ligera.

A nivel internacional, el diseño más empleado es el Pt100, donde el coeficiente de temperatura del aparato se describe como la discrepancia entre los niveles de resistencia entre los intervalos de 100°C y 0 °C, resultado que se divide por la resistencia a 0 °C veces 100°C. Para calcular lo mencionado se pone a consideración su fórmula en la siguiente ecuación (4):

$$\alpha = \frac{R_{100^{\circ}C} - R_{0^{\circ}C}}{R_{0^{\circ}C} * 100^{\circ}C} = [^{\circ}C] \quad (4)$$

Donde:



α = coeficiente de temperatura en grados centígrados [$^{\circ}C$]

R_{100} = resistencia a 100 °C

R_0 = resistencia a 0 °C

En la siguiente tabla se demuestran los datos numéricos de la temperatura en comparación con la resistencia de un sensor correspondiente al modelo indicado, bajo una serie de temperaturas:

Tabla 3. 7. Resistencia del Pt100 según la temperatura aplicada.

 Resistencia del Pt100 para varias temperaturas 		
Temperatura (° C)	Temperatura (° F)	Resistencia (Ω)
-200.00	-328.00	18.5201
-100.00	-148.00	60.2558
0.00	32.00	100.00
100.00	212.00	138.5055
200.00	392.00	175.8560
300.00	572.00	212.0515
400.00	752.00	247.0920

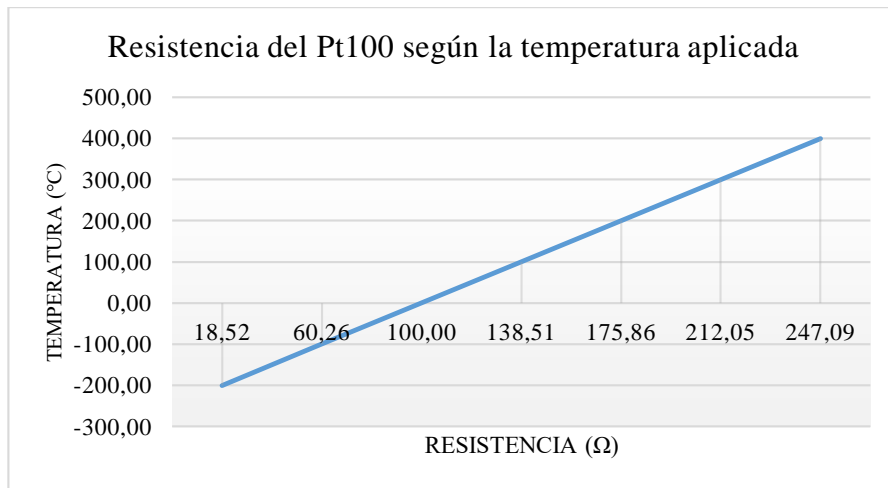


Figura 3. 4. Resistencia según la temperatura aplicada al sensor Pt100.

3.5.3.3. Escalamiento del sensor Pt100

El escalamiento de una señal analógica permite cambiar valores de un rango a otro rango esta puede estar comprendida entre 0V a 10V, depende de la calidad de los datos provenientes del transmisor de Pt100, esta señal es transmitida hacia el controlador lógico programable para que posteriormente lo interprete en temperatura utilizando la siguiente ecuación (5).

$$\frac{V_{salida(max)} - V_{salida(min)}}{T_{entrada(max)} - T_{entrada(min)}} \cdot T_{(act)} + K \quad (5)$$

Donde:

$V_{(salida(máx))}$: Voltaje de salida máximo [V].

$V_{(salida(min))}$: Voltaje de salida mínimo [V].

$T_{(entrada(máx))}$: Temperatura máxima programada [°C].

Los cálculos ya con valores de temperatura se los realiza mediante la ecuación (6).

$$V = \left(\frac{(10V) - (0V)}{(50°C) - (0°C)} \cdot 0°C \right) + 0V = 0V \quad (6)$$

3.5.4. Precauciones ante el sensor Pt100




Cuando se trabaje con este tipo de sensor se debe tener en cuenta las siguientes observaciones de asepsia y cuidado al momento de instalarlos con el fin de evitar problemas a causa de fugas de corriente, esto es más casual en aquellos espacios con temperaturas húmedas donde los cables tienden a dañarse y, por ende, a generar un intercambio de corriente entre ellos por medio de la humedad presente en el lugar. Así sea mínimo el nivel de corriente que se escape conllevará a que en el lector se observe una temperatura más

reducida que la real. Asimismo, se puede presentar fugas en ambientes con óxido o polvo adherido a los terminales.

3.5.5. Transmisor de temperatura RTD Pt100

El transmisor de temperatura ha sido diseñado para el Pt100 con conexión de 2 o 3 hilos, este dispositivo reúne las ventajas de la reacción rápida de un transmisor analógico y la flexibilidad de configuración mediante un Windows PC. La rápida estabilización de la corriente de salida tras la conexión a la energía auxiliar permite la aplicación en sistemas múltiples como se observa en la Tabla 3. 8.

Tabla 3. 8. Características del transmisor de temperatura de Pt100.

 Características del transmisor de temperatura de Pt100 		
	Rango de temperatura	0 °C a 100 °C
	Salida de voltaje	0V a 10V
	Voltaje de funcionamiento	24 Vcc
	Precisión	± 0,2%
	Dimensiones	45 mm de diámetro
	Material	Plástico

3.5.6. Interruptores

Si bien es cierto los interruptores son los mecanismos más antiguos de protección de los circuitos eléctricos al estar regidos por el efecto Joule de un hilo intercalado como un punto débil, a su vez este tipo de fusibles abarca muchas variedades de modelos métodos y montajes para ser utilizados en distintos valores de voltaje y corriente, interruptores de rápida acción acertada y de alta capacidad de ruptura.

3.5.6.1. Interruptores Termo magnéticos:

Los interruptores termo magnéticos son aquellos dispositivos capaces de interferir en el flujo de la carga eléctrica de un sistema cuando este supera determinados estándares máximos. Su operatividad responde a dos de los tantos efectos ocasionados por el flujo de la energía eléctrica dentro del circuito, las relativas al efecto Joule, es decir el térmico y el magnético.

Este aparato integra algunos de los sistemas de protección en uno solo, se constituye de tres los siguientes sistemas de desconexión: magnético, térmico y manual como se presenta en la Figura 3. 5, sin embargo, cada sistema funciona de forma independiente a los demás, donde su curva de disparo nace de la superposición de las dos peculiaridades, es decir de la térmica y la magnética. Para calcular su corriente nominal se aplica la siguiente ecuación:

$$I_n = \frac{P}{V} = [A]. \quad (7)$$

Donde:

I_n : Corriente nominal [A].

P: Potencia [W].

V: Voltaje [V].



Figura 3. 5. Interruptor termomagnético.

3.5.7. Relés

El relé es un dispositivo que, en base a la señal que reciba en la parte de potencia, ejecuta una o más acciones de conmutación, esta acción se encarga de alimentar la bobina de disparo de un interruptor de circuito, abriendo de esta manera el circuito de potencia, por lo cual se espera que el relé detecte el cambio entre las restricciones de falla, y que envíe una señal cuando esto ocurre [17].

Dado que el relé es capaz de controlar un circuito de salida de mayor potencia que el de entrada, puede considerarse, en un amplio sentido, como un amplificador eléctrico además existen multitud de tipos distintos de relés, dependiendo del número de contactos, de

su corriente admisible, del tipo de corriente de accionamiento, del tiempo de activación y desactivación, entre otros.

3.5.7.1. Funcionamiento de un relé

Existen algunas clases de relés con diferente uso, pero con el mismo sistema de funcionamiento entre los que destacan los relés mecánicos, ópticos, eléctricos y acústicos a continuación en la Tabla 3. 9 se detalla el funcionamiento de un relé.

Tabla 3. 9. Funcionamiento de un relé

	Funcionamiento de un relé	
	<p>Al introducir corriente por la bobina del relé en B1 y B2 se crea un campo magnético debido a los imanes se crea un electroimán que es capaz de atraer los contactos y que estos puedan cambiar de estado a NC (Normalmente cerrado) y NA (Normalmente abierto) en este caso la parte C es el encargado de realizar esta acción siendo este el contacto común, los relés pueden tener las salidas que se requieran ya sean contactos cerrados o abiertos.</p>	

3.5.7.2. Tipo de relés:

- **Relés de enclavamiento**

Este tipo de relés presenta un alto rendimiento de conmutación de 8 A hasta 120 A y 250 V en AC con bajo consumo de energía [18].

- **Relé electromecánico**

Los relés electromecánicos a diferencia de los de estado sólido utilizan una pieza móvil física para conectar los contactos dentro del componente de salida del relé, cuando el dispositivo genera una señal de baja potencia es debido al movimiento del contacto el cual es producido por una fuerza electromagnética permitiendo así llegar a la señal más alta de potencia así como se da a conocer en la siguiente Figura 3. 6.

La gran ventaja de los relés electromagnéticos es la completa separación eléctrica entre la intensidad de accionamiento, la que circula por la bobina del electroimán, y los circuitos

controlados por los contactos, lo que hace que se puedan manejar altas tensiones diferencias de potencial o elevadas potencias con pequeñas tensiones de control.



Figura 3. 6. Relé electromecánico.

- **Relés de estado sólido**

Otro tipo de instrumento utilizado como interruptor es el relé de estado sólido como se aprecia en la Figura 3. 7, mediante la aplicación de voltaje en dos de sus terminales se crea una llamada señal de control, la cual abre o cierra un circuito haciendo pasar voltaje por otros dos de sus terminales, estos relés pueden ejercer el control sobre un circuito que maneje tensión alterna o continua.

Una gran ventaja frente a los relés electromecánicos se encuentra en su velocidad de conmutación ya que son capaces de cambiar de estado en unos pocos milisegundos, además, no poseen contactos mecánicos que se vayan desgastando como sí ocurre en otros tipos de relés [19]



Figura 3. 7. Relé de estado sólido.

3.5.8. Funcionamiento del relé

La funcionalidad básica de esta variedad de relé está en:

- Contener tres biláminas, cada una integrada por dos metales cuyo coeficiente de dilatación es divergente cuando se une por medio de laminación, además, están cercadas por un bobinado de calentamiento.
- Cada uno de los bobinados de calentamiento se vincula de manera sistemática a una parte del motor. El flujo de corriente absorbido por este da paso al calentamiento de los bobinados, seguidamente se dilatan las biláminas y conllevan a la deformación en un alto o bajo grado de acuerdo a la intensidad de la corriente. Esta alteración en la forma de las biláminas origina e desplazamiento de manera giratoria de un árbol vinculado al equipo de disparo.
- Cuando la carga de corriente es absorbida por el receptor se incrementa el porcentaje del reglaje de este relé, entonces las biláminas cambiarán su forma tanto como para que la parte que las partes a las cuales se halla unida liberen el máximo de sujeción.

3.6. MEDIDOR DE ESTRÉS TÉRMICO

Los medidores de estrés térmico son fundamentales a la hora de trabajar con temperatura, clasificándola dependiendo de la humedad existente y temperatura ambiente dentro y fuera del sitio, realizando sus mediciones en valores estándar en donde se clasifica de la siguiente forma en la Tabla 3. 10.

Tabla 3. 10. Descripción de parámetros de humedad y temperatura.

Siglas	Definición
WBGT	Índice de temperatura de globo negro y termómetro húmedo
TG (in)	Temperatura global dentro del sitio
TG (out)	Temperatura global fuera del sitio
TA	Temperatura del aire
% HR	Humedad relativa

3.7. ELEMENTOS DE CONTROL

3.7.1. Selector de dos posiciones

El selector tiene como finalidad cambiar de estado en 2 posiciones ya sea abierto o cerrado (O-I) además de presentar una categoría medioambiental durante su funcionamiento bajo

la norma IEC 60721 con humedad relativa del aire de 10.95 %, el cual no permite condensación en servicio en ninguno de los aparatos por detrás del panel frontal [21].




Tabla 3. 11. Características del selector.

 Selector de dos posiciones 		
	Tipo o componente	Selector
	Material	Plástico cromado negro
	Diámetro de montaje	22 mm
	Tipo de cabeza	Estándar
	Posición de operador	2 posiciones de 90°
	Composición de contacto	1 Normalmente abierto
	Funcionamiento	Ruptura lenta

3.7.2. Potenciómetro

El potenciómetro es un componente parecido a los resistores a diferencia que los resistores son fijos mientras que el potenciómetro presenta resistencia variable permitiendo controlar la intensidad de corriente en un circuito en paralelo o si este se encuentra en serie la caída de tensión del sistema.

Tabla 3. 12. Características del potenciómetro


 Selector de dos posiciones 		
	Tipo o componente	Potenciómetro
	Voltaje máx.	500V
	Resistencia estándar	Desde 10KΩ a 1MΩ
	Tipo de cabeza	Estándar
	Tolerancia	±15%
	Material	Metal
	Temperatura soportada	-55°C a 125°C

3.7.3. Luces piloto o indicadores led

Son equipos de iluminación que se usan, primordialmente, para indicar la presencia de corriente o de algún sistema en ejecución, también para denotar el enclavamiento de

conexiones. Además, es de gran utilidad en la utilización de campos de control y posee un considerable rango de tensión a partir de los 110V hasta los 220V.

Tabla 3. 13. Características de la luz piloto.

Luz piloto		
	Tipo o componente	Luz piloto
	Voltaje nominal	110V AC/DC
	Frecuencia	50 Hz – 60 Hz
	Rango de operación de voltaje	Vn 15%
	Rango de IP	IP40
	Vida útil en horas	30000 h
	Temperatura operacional	-25°C a 55°C

Este tipo de herramienta permite indicar al usuario si algún tablero o línea se encuentra energizada o puede usarse para indicar un proceso en este caso se rigen a la norma IEC-602041 [20].

Tabla 3. 14. Configuración LED según la norma IEC602041.

Color	Significado	Uso	Ejemplo
Rojo	Emergencia	Para contextos peligroso o emergentes	Estación de emergencia
Amarillo	Anomalía	Para situaciones anormales	Intervención para reestructurar un circuito interrumpido
Verde	Normal	Para dar inicio a situaciones con normalidad	
azul	Obligatorio	Para hechos que sean de carácter obligatorio	Función de rearme
Blanco	No posee un significado en particular	Para iniciar de forma general las funciones, se excluye la parada de emergencia	ON/Puesta en marcha (preferente) OFF/Parada GRIS
Gris			ON/Puesta en marcha OFF/Parada
Negro			ON/Puesta en marcha OFF/Parada (preferente)
<p>Nota: cuando se empleen los medios de codificación complementarios para la determinación de los órganos de actuación de los pulsadores se pueden aplicar colores como el negro, gris o blanco en diversos contextos.</p>			

3.7.4. Paro de emergencia

Este es un aparato de emergencia que se tiene que implementar en cada una de las maquinarias que se encuentren en riesgo mecánico dentro de las situaciones regulares de labor como se aprecia en la siguiente Tabla 3. 15.

Tabla 3. 15. Características del paro de emergencia

Luz piloto		
	Tipo o componente	Botón de emergencia
	Salida eléctrica	2contactos NC
	Tensión soportada impulso	2.5. kV
	Tensión de aislamiento ref.	250V
	Rango de IP	IP65
	Temperatura operacional	-25°C a 60°C

Incluso, se debe tener presente que con base al tipo de maquinaria puede requerirse la instalación de varios de estos dispositivos, ya sea en maquinarias que tengan más de una zona de control y mando, aquellas de peculiaridades especiales con un sinnúmero de áreas de riesgo desvinculadas de la zona de control y mando.

3.7.4.1. Reglamento del paro de emergencia

Previo a la selección de un paro de emergencia se debe tomar en cuenta lo determinado por la Norma IEC-602041, la cual exige que en todos los casos estos dispositivos deberán ser de tonalidad roja, totalmente prácticos y ubicados en todos los puestos de mando de quien se encuentre operando.

3.8. TABLERO DE DISTRIBUCIÓN

Un tablero de distribución abarca el sistema de protección e interrupción de todo un sistema eléctrico a través de un fusible para de esta manera evitar accidentes a personas y equipos, normalmente en el interior de las cajas de distribución, van montadas barras principales que tienen interruptores de protección automáticos en caso de que se presente una sobre corriente para los elementos auxiliares y circuitos de potencia, las barras que van montadas en los tableros usualmente son de cobre o de aluminio, los tableros eléctricos suelen

clasificarse de la siguiente manera según la Norma Ecuatoriana de Construcción (NEC) [7].

3.8.1. Tableros Principales

Son los tableros que distribuyen la electricidad de la red eléctrica. En ellos se instalarán dispositivos de seguridad y manipulación para proteger el alimentador y permitir el funcionamiento conjunto o parcial de todo el sistema.

3.8.2. Tableros Auxiliares

Son tableros más pequeños los cuales son energizados desde el tablero principal, estos tableros cuentan con una protección específica ya que siempre están designados para una carga específica.

3.8.3. Tableros de Distribución

Son tableros que contienen dispositivos de protección y maniobra que permiten proteger y operar directamente sobre los circuitos en que está dividida una instalación o parte de ella; pueden ser alimentados desde un tablero principal o un tablero principal auxiliar.

3.8.4. Tableros de control o comando

Son tableros que contienen dispositivos de protección o solo equipo de maniobra y que permiten la operación de grupos de equipos, en forma individual, en subgrupos, en forma programada o manual. Aquí se incluyen los tableros arrancadores para motores o los tableros tipo centro de control de motores.

3.8.5. Especificaciones técnicas y construcción

Cuando se los construya se debe precautelar que estos contengan una cubierta interior encima de los dispositivos y una puerta externa. La función de la cubierta interior está en cuidar a las partes con energía de elementos o sustancias extrañas, o a su vez, que todos los elementos energizados estén al alcance de quien los revise para efectuar labores de operación o mantenimiento. Asimismo, estos tableros constarán de perforaciones propicias que permitan el libre paso de los cables y conexiones necesarias, pero también serán capaces de limitar la introducción de aparatos ajenos al equipo, ya sean perillas, palancas, dispositivos de reemplazo.

3.9. CÓDIGO DE COLORES

Para elegir de forma correcta los colores de los conductores que se utilizarán en una instalación eléctrica, sin importar si esta sea industrial o de hogar, se debe tomar en cuenta lo citado en la siguiente tabla, la cual parte de los establecido en los reglamentos americanos y europeos (NEMA/ANSI correspondientemente) con el propósito de guiar la instalación y ayudar en la identificación del cableado por criterios de mantenimiento. De esta manera, el color negro determina la “fase”, el blanco “neutralidad”, el amarillo, el verde o su combinación “tierra” y el rojo y amarillo el “paso de emergencia”.

SISTEMA	1Φ	1Φ	3ΦY	3ΦΔ	3ΦΔ-	3ΦY	3ΦY	3ΦΔ	3ΦΔ
TENSIONES NOMINALES	120	240/120	208/120	240	240/208/120	380/220	480/440	480/440	Más de 1000 V
CONDUCTORES ACTIVOS	1 fase 2 hilos	2 fases 3 hilos	3 fases 4 hilos	3 fases 3 hilos	3 fases 4 hilos	3 fases 4 hilos	3 fases 4 hilos	3 fases 3 hilos	3 fases
FASES	Negro	Negro Rojo	Amarillo Azul Rojo	Negro Azul Rojo	Negro Naranja Azul	Café Negro Amarillo	Café Naranja Amarillo	Café Naranja Amarillo	Violeta Café Rojo
NEUTRO	Blanco	Blanco	Blanco	No aplica	Blanco	Blanco	Gris	No aplica	No aplica
TIERRA DE PROTECCIÓN	Desnudo Verde	Desnudo Verde	Desnudo Verde	Desnudo Verde	Desnudo Verde	Desnudo Verde	Desnudo Verde	Desnudo Verde	Desnudo Verde
TIERRA AISLADA	Amarillo Verde	Amarillo Verde	Amarillo Verde	No aplica	Amarillo Verde	Amarillo Verde	No aplica	No aplica	No aplica

Figura 3. 8. Código de colores según la norma ANSI/NEMA.

3.10. CRITERIOS DE SELECCIÓN DEL CONDUCTOR

Para la tendida de los cables que son parte del sistema de control se aplican conductores adecuados para el sistema de conexiones en tableros de control de manera general. Además, a partir del Código Eléctrico Nacional se conoce que se los emplea en espacios con o sin humedad [22].

Para optar por la clase de conductor se tiene que desarrollar la siguiente ecuación:

$$I = I_n \cdot 1,25\% \quad (8)$$

Dónde:

I: Corriente o intensidad en amperios (A)

I_n: Corriente nominal (A)

1,25 %: Soporte de la corriente nominal

Ahora bien, si se conocen los instrumentos a ocuparse en una instalación también es factible dimensionar el conductor a través del número de cable admisible al equipo.

4. MÉTODOS Y MATERIALES

Un sistema de control es un conjunto de componentes que están entrelazados entre si y que estos puedan ser dirigidos o regulados por si mismos sin que tenga que intervenir el factor humano y sean capaces de corregir fallas que puedan presentarse en el funcionamiento.

4.1. MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN

Los métodos investigativos que se utilizan en este proyecto son técnicas o estrategias que han permitido la recolección de datos con el propósito de obtener la solución al problema planteado aplicándolo en las distintas actividades realizadas en el área de estudio como se detalla a continuación:

4.1.1. Método Inductivo – Deductivo

Con este método utilizado se logra analizar por separado y conjuntamente el funcionamiento de un sistema de ventilación con el sistema de control de temperatura siendo este quien permita la regulación de temperatura en un cierto rango de acuerdo a la necesidad del usuario.

A su vez este método permite analizar de manera específica los instrumentos y materiales que se utilizan en la elaboración del proyecto siendo fundamental al momento de decidir los elementos para su correcto funcionamiento y así poder obtener conclusiones y recomendaciones para futuros estudios e implementaciones de este tipo.

4.1.2. Método analítico y sintético

Para poder implementar el método analítico y sintético es necesario partir de un todo en este caso el sistema de ventilación para poder analizarlo y obtener características y especificaciones técnicas recolectadas mediante la recopilación de artículos y fuentes bibliográficas que permitan luego a través de la investigación la adaptación del sistema de control de temperatura la cual admita elaborar planos o diseños en el sistema para dar solución al problema planteado.

4.1.3. Método cualitativo

Este método tiene un enfoque basado en los métodos inductivo deductivo, debido a que en este punto se aplica el instrumento de encuesta con el fin de identificar si cumple las necesidades con respecto al proceso de control de temperatura del sistema en los usuarios del área de estudio para finalmente poder determinar la funcionabilidad del proyecto.

4.2. TIPOS DE INVESTIGACIÓN

4.2.1. Investigación bibliográfica

Este tipo de investigación ha permitido al proyecto obtener la información necesaria a través de revistas, artículos, libros páginas web entre otras fuentes confiables para así poder aportar suficiente material teórico que permita la sustentación del tema de estudio.

4.2.2. Investigación Exploratoria

En este punto se han realizado visitas a las instalaciones del lugar de estudio logrando identificar las distintas conexiones eléctricas existentes mismas que han permitido realizar mediciones de temperatura para poder realizar la simulación sobre el comportamiento del aire en el lugar.

4.2.3. Investigación Descriptiva

Esta investigación descriptiva consistió en conocer e identificar la relación existente entre dos o más variables mediante la recolección de datos que aporten al desarrollo del proyecto planteando dando alternativas que permitan un mejor funcionamiento en el control de temperatura.

4.3. TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

4.3.1. Observación directa, indirecta y participativa

Mediante la aplicación de esta técnica se logró observar personalmente el lugar de estudio e interrelacionarse con los encargados del lugar de estudio quienes aportaron al proceso de control lugares donde era necesario el control de temperatura.

Además, la indagación en fuentes bibliográficas fue de gran ayuda para la construcción de este proyecto permitiendo obtener un enfoque acertado en la selección de los materiales y herramientas de acuerdo a las necesidades del usuario.

4.3.2. Instrumentos de Investigación

Los recursos utilizados en el proyecto que facilitaron la elaboración del presente documento fueron:

- **Programas:** La elaboración del sistema fue de acuerdo a la recopilación de datos obtenidos mediante el uso del termo higrómetro a fin de conocer el comportamiento de la temperatura del aire en el lugar de estudio además de ello se establecen diagramas unifilares en Cade Simu, programación del sistema en Logo soft Confort y esquemas en profiCAD.
- **Fotografías:** Se fotografió los procesos de elaboración del sistema de control en el área de estudio a fin de poder evidenciar el trabajo realizado mediante comparación de datos térmicos tabulados con anterioridad.
- **Encuesta:** Se aplica este instrumento de investigación en 25 usuarios que hacen uso del sistema de ventilación forzada conjuntamente con el control de temperatura. Esta información se la recopila mediante el programa gratuito google forms para reflejarlo en tablas y gráficas que avalen el correcto funcionamiento del sistema.
- **Medidor de estrés térmico:** El equipo permitió la recopilar datos de temperatura en el sitio para determinar si es o no factible la implementación del sistema de control de temperatura.
- **Multímetro:** Este aparato permite comprobar valores de voltaje, corriente entre otros que intervienen en el tablero de control verificando así su correcto funcionamiento en el sistema.
- **Base de datos:** La base de datos de temperaturas se las recopiló en Excel para poder deducir la información a un punto que se puede definir un diseño final con el propósito de reducir la temperatura del sitio.

4.4. ETAPAS DEL PROYECTO

Las etapas que formaron parte de este proyecto como tal inicio con la visita técnica al lugar de estudio para constatar que el sistema automatizado de ventilación forzada cumpla condiciones que permitan la implementación de un sistema de control de temperatura.

Cuando el sistema cumple las condiciones que permitan la instalación del control se procede a realizar un estudio que apruebe a establecer los componentes que se requieren para la adecuación del tablero eléctrico.

Una vez identificados los componentes se procede a la implementación del sistema de control de temperatura en la cual se considera la implementación de protección a los elementos de control y la instalación de señales luminosas que precautelen la seguridad del usuario.

Las etapas empleadas en el proyecto se muestran a continuación en la Figura 4. 1.

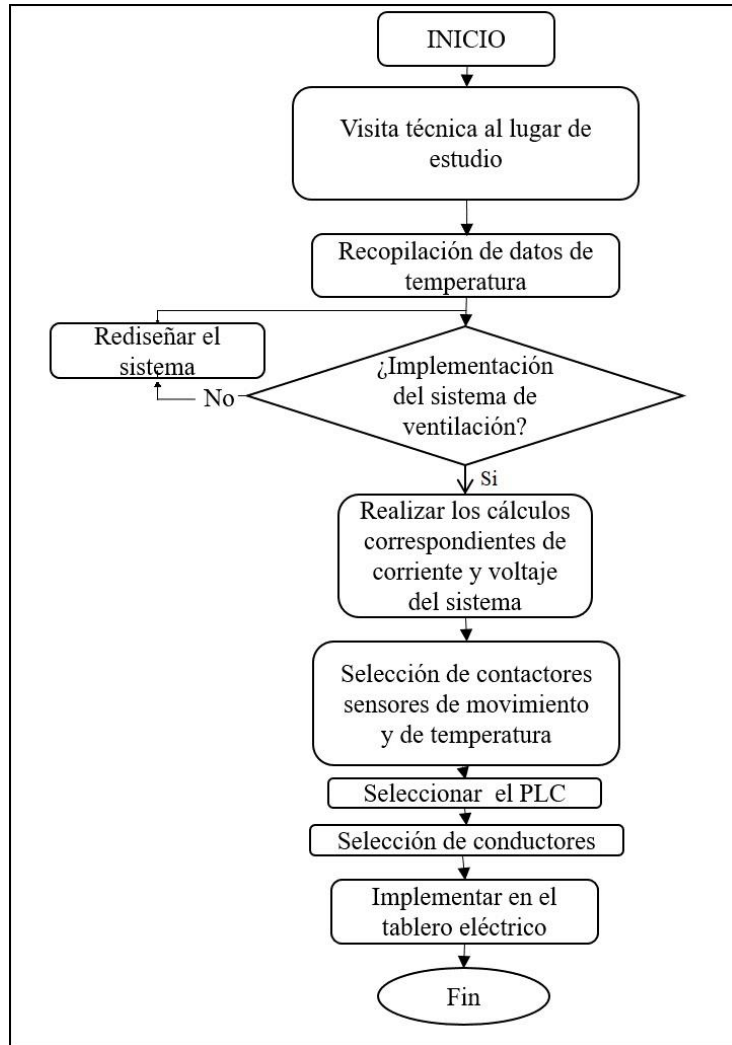


Figura 4. 1. Diagrama de flujo de las etapas del proyecto

Primera etapa: En la primera etapa del proyecto se procede a realizar una visita técnica al laboratorio de simulación y pruebas eléctricas y electromecánicas para determinar en qué condiciones se encuentra el área de estudio en cuanto a su diseño e infraestructura.

Segunda etapa: En base a la primera etapa se procede a tomar datos de temperatura para identificar si es o no necesaria la implementación del sistema de ventilación forzada conjuntamente con el sistema de control, estas mediciones se las realiza mediante el medidor estrés térmico de la marca EXTECH HT30.

Tercera etapa: Partiendo del punto de la implementación del sistema de ventilación forzada se identifica que el diseño y características empleadas cumpla con los requerimientos que se necesitan para la implementación del control de temperatura, caso contrario se debe rediseñar o modificar componentes que permitan el control de temperatura en el área de estudio.

Cuarta etapa: En este punto se realizan cálculos y dimensionamientos del sistema de ventilación forzada para seguidamente proceder a determinar los elementos de control para su debida adecuación al sistema.

Quinta etapa: Habiendo ya determinado los cálculos se selecciona los elementos que cumplan las características necesarias respetando los rangos de voltaje y corriente calculados seleccionando contactores, fuentes de voltaje, sensor de temperatura.

Un componente que comparte el sistema de ventilación forzada y el sistema de control de temperatura es el PLC LOGO 12/24 V V8.2. ya que este dispositivo cuenta con las entradas y salidas necesarias para la implementación de los dos sistemas.

Sexta etapa: La parte final de este proyecto corresponde a la implementación del sistema de control de temperatura en el tablero eléctrico y en la que se verifica que los elementos funcionen correctamente, además de ello se realizaron las pruebas pertinentes de temperatura tomando varias opciones de diseño y eligiendo la más acertada que cumpla con las condiciones y normativas especificadas en la Normativa Ecuatoriana de Construcción.

4.5. SISTEMA DE LAZO CERRADO

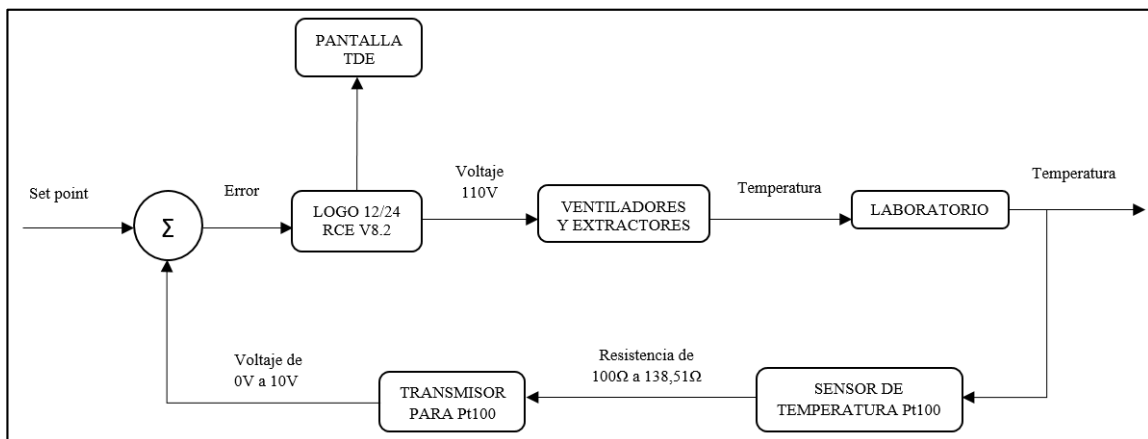


Figura 4. 2. Lazo cerrado del control de temperatura en el laboratorio.

En la Figura 4. 2 del proyecto tecnológico corresponde a un control de temperatura de lazo cerrado como se observa está compuesto de varios componentes los cuales se describen a continuación:

Set point: En este punto el usuario fija un valor deseado de temperatura tomando en cuenta que en el valor deseado se encuentra la histéresis con un rango de $\pm 2\%$ para que el sistema no presente intermitencia en el sistema a la hora de reducir o subir la temperatura.

Comparador: En este punto se comparan las señales que ingresan y salen del sistema, el set point es la entrada la cual hace referencia al valor de temperatura requerida o que se desea disminuir, en el comparador también ingresa una señal de realimentación como la de un sensor en donde se comparan y restan valores deseados (V_d) menos valores medidos (V_m).

Controlador Lógico Programable: Es la parte encargada de procesar señales, utiliza una programación ON/OFF con histéresis, al introducir un valor deseado este lo compara con la temperatura ambiente del lugar, de esta manera si el límite superior e inferior presentan un rango de $\pm 2\%$ grados, de acuerdo a este valor el sistema lograra el encendido o apagado de los ventiladores y el extractor.

Pantalla TDE: Para visualizar los datos del sistema se utiliza la pantalla TDE, este dispositivo se encarga de mostrar la temperatura deseada y la que actualmente se censa, así como también los datos de control del sistema de ventilación.

Ventiladores y extractor: Luego que los datos sean procesados en el controlador lógico programable, este envía la señal para que los ventiladores y extractor empiecen su funcionamiento, de esta manera se podrá reducir el calor del laboratorio hasta obtener un mejor ambiente de trabajo.

Laboratorio: Corresponde al lugar de estudio donde están instalados todos los elementos del sistema, en otras palabras, es el sitio donde se lleva a cabo todo el proceso de control.

Sensor Pt100: El sensor Pt100 es el encargado de tomar los datos de temperatura, a su vez estos datos son enviados al transmisor por medio de la variación de una resistencia interna del mismo.

Transmisor de Pt100: Este elemento es el encargado de procesar los datos del sensor de temperatura, en donde el transmisor por medio de la variación de la resistencia podrá variar

el voltaje de 0V a 10V este proceso se realizan las veces que sean necesarias hasta llegar a disminuir la temperatura del sitio.

4.5.1. Control ON/OFF por histéresis

Este tipo de control es uno de los métodos más utilizados en la parte de control de temperatura el cual se programa en un controlador lógico programable, con lógica de comparación por bloques donde se establece una temperatura deseada y esta a su vez se compara con la temperatura ambiente del sitio por medio del sensor Pt100 y de su transmisor, para obtener un mejor desempeño de esta programación se implementa el control con histéresis ya que si la temperatura es inestable en el punto deseado conllevaría a una intermitencia en el encendido del sistema la cual provocaría que las luces piloto se enciendan y apaguen repetidas veces hasta que el sistema pueda estabilizarse.

4.6. EQUIPO DE MEDICIÓN

El dispositivo de medición de temperatura utilizado es un medidor de estrés térmico de la marca Extech Instruments modelo HT30, el cual se encarga de realizar mediciones de temperatura en el laboratorio de simulación, pruebas eléctricas y electromecánicas, además de presentar distintos usos, a continuación, se detalla las partes y la composición del instrumento en la Figura 4. 3.

Partes del dispositivo HT30:

1. Sensor de temperatura de globo negro.
2. Sensores de temperatura y HR con cubierta protectora.
3. Pantalla LCD
4. SET
5. NEXT
6. MODE
7. Interfaz RS-232
8. Compartimiento de la batería (atrás)

Especificaciones:

Las especificaciones técnicas del medidor de estrés térmico se muestran a continuación en la Tabla 4. 1

Tabla 4. 1. Características técnicas del medidor de estrés térmico.

EXTECH HT30		
	Temperatura de globo y bulbo húmedo (TGBH)	0°C a 50°C (32°F a 122°F)
	Temperatura de globo negro (TG)	-30°C a 550°C (-22°F a 1022°F)
	Precisión TG (IN)	±2°C (4°F)
	Precisión TG (OUT)	±3°C (5.5°F)
	Temperatura del aire (TA)	0°C a 50°C (32°F a 122°F)
	Precisión	±1°C (1.8 °F)
	Humedad relativa (RH)	0 a 100%HR
	Precisión HR	±3% (@25°C, 10 to 95%RH)
	Resolución	0.1°F/°C; 0.1%HR
	Temperatura de operación	0°C a 50°C (32°F a 122°F)
	Humedad de operación	Max. 80% RH
	Fuente de energía	Dos baterías AAA
	Vida de la batería	Aprox. 1000 horas
	Dimensiones	Medidor: 254 x 48.7 x 29.4mm (10x1.9x1.1") Esfera negra: 40mm, 35mm (1.57 Dia., 1.37H)
Peso	136g (4.8 oz.)	

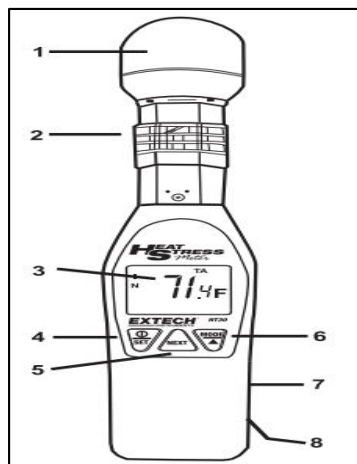


Figura 4. 3. Partes del medidor de estrés térmico.

4.6.1. Procedimiento de uso del medidor de estrés térmico HT30

Los pasos para medir temperatura con el equipo (HT30) tanto en el interior como en el exterior del sitio de estudio se detallan a continuación:

Paso 1. Presione el botón SET para encender el equipo.

Paso 2. Verificar que la protección del sensor ubicada en la parte superior del mismo se encuentre abajo para poder tomar las medidas reales.

Paso 3. Presione el botón MODE para seleccionar el modo de indicador:

- Globo bulbo húmedo (WBGT)
- Temperatura de aire (TA)
- Temperatura de globo negro (TG)
- Humedad relativa (HR)

Paso 4. Para seleccionar la unidad de temperatura (° F o ° C) presione al mismo tiempo y suelte los botones MODE y NEXT. En la pantalla aparece el icono F o C.

Paso 5. El medidor mide el índice WBGT con (IN) o sin (OUT) exposición directa al sol. Presione el MODE durante más de un segundo para alternar entre ajustes. En la pantalla aparecerá el icono IN (INT) u OUT (EXT).

Paso 6. Verificamos que donde se va a tomar datos no exista fuentes que generen frío o calor, ya que alterarían los resultados.

Paso 7. Para realizar la toma de datos procedemos a ubicar el medidor (HT30) a dos metros del suelo tanto en el interior como en el exterior.

Paso 8. Cuando se mide en exterior se debe tener en cuenta la radiación solar.

Paso 9. Mantener el equipo (HT30) por al menos 1 minuto hasta que el valor permanezca estable en el punto de medición.

4.7. SELECCIÓN DE LOS ELEMENTOS DE CONTROL

La selección adecuada de los elementos de control de temperatura se realiza una vez que se haya obtenido resultados de las mediciones que respalden la implementación del sistema de control, según las características y necesidades del lugar.

4.7.1. Ventiladores

Para conocer el volumen del laboratorio se aplica la siguiente ecuación con valores referentes al largo (14,10 m), ancho (6,25 m), alto (4,20 m) al frente y (3,10 m) al fondo del laboratorio, al sustituirlos en la ecuación se alcanza el volumen requerido

$$Altura = \frac{4,20 + 3,10}{2} = 3,63m$$

$$Volumen = 14,10 m \cdot 6,25 m \cdot 3,63 m = 319,89 m^3$$

$$Q = 8 \cdot 319,89 \cdot 0,58858 = 1506,24 CFM$$




$$Q = 8 \cdot 319,89 = 2.559,12 m^3/h$$

Al conocer el resultado sobre el caudal de aire que se necesita en el sistema de ventilación se evidencia que se emplearán 5 ventiladores con una potencia de 65 W y 30 dB por cada ventilador ya que se obtienen restricciones a causa del ruido, asimismo se tiene en cuenta las sugerencias de los fabricantes previo a la elección de estos equipos de acuerdo a la medida de sus aspas.

Una vez realizados los cálculos de este medio se procede a elegir el sistema de ventilación el cual cuenta con tres ventiladores de techo los cuales están contruidos en acero para mayor durabilidad y mejor desempeño, en este caso son los encargados de circular el aire fresco que ingresa mediante un extractor y de esta manera obtener una buena circulación de aire dentro del sitio.

Los ventiladores cuentan con las siguientes características presentadas en la Tabla 4. 2.:

Tabla 4. 2. Datos del ventilador industrial.

 Características de ventiladores Designer 	
	Voltaje: 120V
	Frecuencia: 60Hz
	Corriente: 0.63A
	Color: Blanco
	Material: Acero
	Medidas: Diámetro: 56"
	Medidas del motor: 195*14.7mm
	Interruptor de ventilador: 5 velocidades
	Potencia: 75W

4.7.1.1. Colocación de los ventiladores

Este proceso se da en cuatro configuraciones:

En primera instancia se emplean tres ventiladores, los cuales ubican en la estructura de metal con una distancia de 2,20m a partir del suelo y de 2,82 entre cada ventilador. Además, se usa un extractor mecánico.

Después, se adjunta e extractor de aire el cual dirige el aire del fondo del laboratorio hasta el segundo extractor, este es el encargado de absorber todo el cúmulo de aire presente en el laboratorio.

Posteriormente se usan dos extractores de 14 pulgadas, en este caso son eólicos, un extractor mecánico que integra el aire y también lo extrae gracias a los eólicos. Asimismo, se emplean 3 ventiladores.

Finalmente, se colocan 5 ventiladores, un extractor mecánico y 2 eólicos. El extractor mecánico integra el aire y también lo extrae gracias a los eólicos mientras que los ventiladores desvanecen el calor.

4.7.2. Extractor de aire

En primer lugar, se debe elegir el extractor de aire adecuado, para esto se parte de las medidas propicias de la zona de estudio, el porcentaje o grado de ruido que deja el extractor y la intensidad del ruido que se permite en los ambientes en los cuales de desarrollen actividades de educación. Es así que, el límite de ruido es va desde los 70dB a 75dB ya que en el sitio de educación se halla el personal dentro de sus horas de trabajo. A través de estos parámetros se optó por el extractor Broan D/Pared dado que suple las exigencias del presente proyecto.

Para identificar la altura del laboratorio, este se alcanza a partir de los resultados de la operación sobre el caudal de aire, es decir son 3,63 con un volumen de 319,89 metros cúbicos. Estos valores se reemplazan en la ecuación y así se conoce el nivel de caudal requerido:

Caudal en CFM

$$Q = 8 \cdot 319,89 \cdot 0,58858$$

$$Q = 1506,24 \text{ CFM}$$

Caudal en m³/h

$$Q = 8 \cdot 319,89$$




$$Q = 2559,12 \text{ m}^3/\text{h}$$

Con base a los resultados, es necesaria la instalación de un extractor con 3600 metros cúbicos por hora de capacidad.

La conexión del extractor y los ventiladores quedan configurados de la siguiente manera como se observa en el Anexo I

Este extractor cuenta con las siguientes especificaciones mostradas en la Tabla 4.3.

Tabla 4. 3. Características del extractor BROAN.

 Características del extractor BROAN 		
	Voltaje:	110V
	Frecuencia:	60Hz
	Potencia:	40W
	Flujo de Aire:	1725 m ³ /hr
	Ruido:	49db
	Diámetro del conducto	35cm
	Diámetro de cubierta:	41*41*14.5cm

4.7.3. Selección del extractor de aire eólico

Los extractores eólicos se utilizan cuando no se alcanza una temperatura adecuada con el circuito ya utilizado previamente. Por esto se ubican los extractores eólicos con el fin de desarrollar estudios de ventilación, lo cual ayuda a la absorción de las altas temperaturas localizadas en la zona superior de la construcción del techo, de esta manera se logra una temperatura propicia. Para elegir el tipo de extractor eólico se tiene presente la dimensión del lugar a instalarse, tal y como se indica en la siguiente figura:



Figura 4. 4. Extractor de aire eólico.

Para determinar el flujo de aire necesitado por este tipo de extractores se desarrolla la siguiente fórmula de la mano con la cantidad de renovaciones de aire por cada 60 minutos alcanzado. Se elige la labor de los laboratorios automatizados bajo una operación constante con 15 renovaciones por cada hora. La dimensión referente a la altura de este espacio se conoce por medio del cálculo resultado del caudal de aire (3,63) en metros y del volumen en metros cúbicos (319,89).

$$Q = 15 \cdot 319,89 \cdot 0,58858 = 2824,21 \text{ CFM}$$

$$Q = 15 \cdot 319,89 = 4798,35 \text{ m}^3/\text{h}$$

Para conocer cuántos extractores se instalarán en el lugar se aplica la siguiente fórmula:

$$\text{Cantidad de extractores} = \frac{(319,89 \text{ m}^3 \cdot 15)}{2559,12} \text{ m}^3/\text{h} = 1,88 \text{ Unidades}$$

Entonces el valor obtenido responde a 1,88 cerca de 2. Por tal razón se usó un par de extractores de tipo eólico de 14 pulgadas cada uno.

Este extractor eólico fue colocado en la zona superior de la construcción del laboratorio con el fin de absorber las altas temperaturas del techo, esto se evidencia en la Figura 4. 5.



Figura 4. 5. Colocación del extractor eólico.




4.7.4. Sensor de Temperatura Pt 100

Se eligió este instrumento de acuerdo al rango de temperatura que soporta y mide este dispositivo mismo que está comprendido entre 0°C a 100°C, ideal para sensar la temperatura en el sitio de estudio ya que los valores de temperatura presentados en el laboratorio se encuentran por debajo de los 100°C.

Otro factor que determino la selección de este instrumento es la exactitud, precisión y sensibilidad que es importante para obtener datos mucho más reales del sistema, así como el fácil manejo del sensor manipulándolo de acuerdo al espacio que pueda ser ubicado.

Además, la alta disponibilidad en el mercado por presentar una excelente confiabilidad en sistemas de control residencial e industrial, a continuación se detalla las características del instrumento en la Tabla 4. 4. Sensor de temperatura Pt100.

Tabla 4. 4. Sensor de temperatura Pt100.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI		Sensor de temperatura Pt100		 Ingeniería Eléctrica	
		Tolerancia:	0,3%		
		Dimensión:	9.5 mm x 1.9 mm x0.9mm		
		Temperatura de operación:	-70°C a 500°C		
		Coefficiente de temperatura:	3850 ppm/°C		
		Material:	platino		
		Resistencia:	100Ω a 0°C		
		Norma:	IEC 60751		

4.7.4.1. Ubicación del sensor de temperatura Pt100

El sensor se encuentra ubicado en la parte superior izquierda e intermedia del área del laboratorio de simulación, pruebas eléctricas y electromecánicas con el propósito de recolectar datos de temperatura del sitio, y de esta manera el sistema de control pueda activarse cuando fuere necesario, cuando el sensor Pt100 presente mayor temperatura en su punta se tendrá también mayor resistencia dando valores de medición más exactas en las mediciones realizadas como se muestra en el Anexo D.

4.7.4.2. Conexión del sensor de temperatura Pt100

La conexión se establece de la siguiente manera, el sensor de temperatura Pt100 se lo conecta al transmisor de temperatura RTD mismo que se encuentra alimentado a una fuente de voltaje de 24V ya que es el voltaje requerido para que este dispositivo pueda actuar en el sistema de control.

La norma IEC 60751 señala que todos los sensores superiores a la clase B deben tener más de tres cables para el caso del sensor Pt100 dos de los tres conductores están unidos mediante puente, por lo cual se procede a tomar como un solo conductor, por esta razón solo se muestran dos conductores [16] el anexo I muestra la configuración general del sistema de control de temperatura y del sistema de ventilación forzada.

4.7.4.3. Escalamiento del sensor de temperatura

El escalamiento de una señal es convertir un rango a otro rango de señal, esto se lo hace buscando la relación entre la salida y entrada del transmisor en donde se obtiene valores entre 0V a 10V presentando un bajo margen de error el cual se calcula empleando (6).

Voltaje calculado a 29°C

$$V = \left(\frac{(10V) - (0V)}{(50^{\circ}C) - (0^{\circ}C)} \cdot 29^{\circ}C \right) + 0V$$
$$V = 5,8 V$$

Voltaje medido con el multímetro a 29°C = 5,7V

El margen de error entre el calculado y el medido se lo obtiene de la siguiente manera:




$$V_{error} = \left(\frac{(V_{calculado}) - (V_{medido})}{V_{medido}} \cdot 100 \right)$$
$$V_{error} = \left(\frac{5,8 - 5,7}{5,7} \cdot 100 \right)$$
$$V_{error} = 1,75 \%$$

4.7.5. Transmisor de temperatura RTD Pt100

La selección de este dispositivo se basa en las características presentadas por el fabricante y a las necesidades del sistema de control implementado, ya que a través del transmisor de temperatura se puede obtener una salida de señal estándar entre 0V a 10V misma que se conecta a una fuente de 10V utilizada en el sistema, además trabaja con sondas de 2 o 3

hilos en un rango de medición de -50°C a 100°C ideal para conectarla con el sensor de temperatura empleado en el sistema de control sin presentar mayor margen de error, a continuación se muestra el elemento seleccionado para el sistema de control de temperatura en el laboratorio de simulación, pruebas eléctricas y electromecánicas en la Tabla 4. 5.



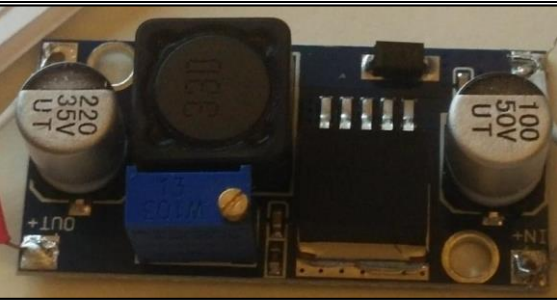
Tabla 4. 5. Transmisor de temperatura Pt100

 Transmisor de temperatura Pt100 	
	Tolerancia: 0,3%
	Dimensión: 9.5 mm x 1.9 mm x 0.9mm
	Temperatura de operación: -70°C a 500°C
	Coefficiente de temperatura: 3850 ppm/ $^{\circ}\text{C}$
	Resistencia: 100Ω a 0°C
	Norma: IEC 60751

4.7.6. Módulo regulador de voltaje LM2596

Se colocó el módulo LM2596 que permite regular voltajes de 0V a 10V para poder conectar el transmisor de temperatura de Pt100 al sistema ya que la fuente utilizada de 12/24V presenta valores de voltaje altos en comparación con los requeridos al sistema, además presenta un circuito integrado monolítico manejando una corriente de 3 A con V_i de 4,5V a 40V mientras que de salida se tiene en un rango de 1,25V a 35V ideal para regular voltajes en el tablero eléctrico además por su tamaño no presenta inconvenientes en su instalación.

Tabla 4. 6. Características del módulo de voltaje LM2596.

 Módulo de Voltaje LM2596 	
	Voltaje mínimo de entrada: 4.5V
	Voltaje de salida: 0V a 40V
	Frecuencia de switching: 150 kHz
	Rectificador: síncrono
	Temperatura de funcionamiento: -40 a 125°C
	Número de salidas: 1
	Corriente de salida: 3A

4.7.7. Sensor de movimiento

El sistema de control está diseñado para que el sistema de ventilación pueda activarse en horas de mayor acumulación de temperatura y además pueda activarse cuando exista presencia de personas y el rango de temperatura se encuentre por arriba del deseado, para ello se determinó utilizar un sensor de presencia, en este caso se eligió el modelo L2323 mismo que tiene un alcance de 12m de largo y un rango de 180° con lo cual cubre la mayor parte del área de estudio, para que el sistema de ventilación encienda cada vez que haya presencia de usuarios en el lugar, además puede trabajar en temperaturas comprendidas entre los 20°C a 40°C.

Características del sensor de presencia L2323, para exterior o interior.

Tabla 4. 7. Características del sensor L2323.

Sensor L2323	
	Categoría: Sensores de movimiento
	Código: L2323
	Voltaje: 110-130V
	Frecuencia: 50-60Hz
	Tiempo encendido: (min 10s: ± 3s) (máx 7 min: ± 2 min)
	Capacidad carga: 800W
	Rango detección: 180°
	Distancia detección: 12 m
	Ambiente de detección: < 3-2000LUX Ajustable
	Altura instalación: 1,8-2,5 m
	Detección velocidad de movimiento: 0.6-1.5m/s
	Temperatura de trabajo: 20°±40°

4.7.7.1. Configuración del sensor de movimiento

Este sensor es de fácil configuración, se ubicó a 110° con una vista que parte de la zona superior del espacio de trabajo con el propósito que el lente identifique el desplazamiento o movimiento de las personas a 180° tal y como se indica en la siguiente gráfica:

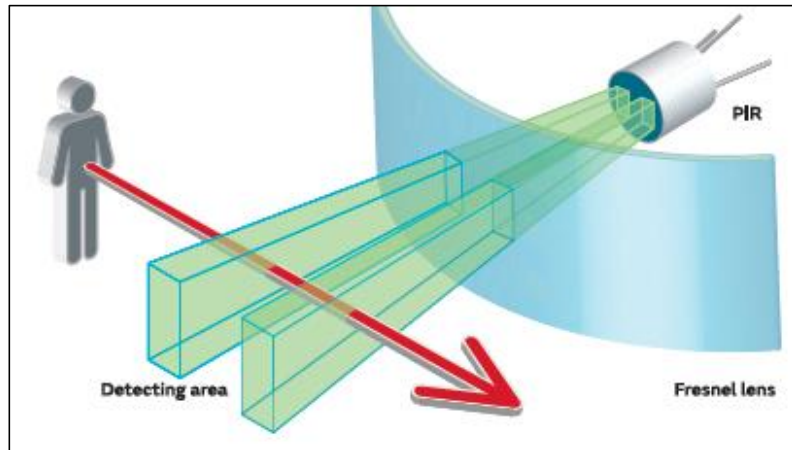


Figura 4. 6. Calibración del sensor de movimiento

El sensor de movimiento se ubicó al frente del laboratorio para que detecte el movimiento de los usuarios que ingresen a hacer uso del mismo, se observa en el Anexo E. PLC LOGO 12/24 RCE V8.2

Para controlar la temperatura en el sitio por medio del sistema de ventilación es necesario contar con un controlador lógico programable, que permita actuar a los elementos de control y de esta manera controlar los ventiladores mediante el sensor de temperatura y el sensor de presencia de acuerdo a los parámetros de temperatura deseados.

El PLC LOGO 12/24 RCE V8.2 presenta flexibilidad y capacidad para controlar una gran variedad de dispositivos en este caso se lo utiliza para el control de temperatura siendo este idóneo en su funcionamiento además cuenta con una pantalla la cual muestra variables de entrada y salida de temperatura y las entradas y salidas necesarias para adaptar el sistema de ventilación con el sistema de control de temperatura.

En este proyecto se seleccionó entre el compacto y el modular, el compacto que consiste en una sola unidad y que no requiere de módulos adicionales de entradas, salidas o fuente de alimentación y el modular: tal y como su nombre indica, está compuesto por un grupo de elementos separados.

Se seleccionó el controlador lógico programable de acuerdo a una comparación entre distintos tipos de PLC encontrados en el mercado donde se elige el LOGO 12/24 RCE V8.2 de marca Siemens en base a sus características, software, salidas, entradas y por su costo en donde se encuentra que, el LOGO seleccionado es el que mejor se adapta a las necesidades de control y el que mejor cumple con los requisitos o características para el control del sistema trabajando con distintos software compatibles con el dispositivo además




las variantes disponen de 8 entradas y 4 salidas. interfaz de ampliación en donde 4 de las 8 entradas del dispositivo pueden utilizarse como entradas analógicas.

Tabla 4. 8. Comparación de PLC.

	PLC		
	SIEMENS	ABB	ALLEN BRADLEY
Lenguaje de programación	Escalera (KOP), Booleana (FUP), Lista de funciones (AWL), control de lenguaje estructurado (SCL)	Escalera, funciones de bloque, estructurado	Líneas de texto, C++, bloques. Ladder
Costo	Medio - Alto	Alto	Medio – Alto
Popularidad en el mercado	99%	54%	49%
Software	Step 7, Tía Portal, Logo Soft Comfort, Micro WINN, Simatic manager.	Workbench, RS Logix 5, RS Logix 500, RS Logix 5000, Studio 5000Logix Designer.	Automatic Builder, AC010, AC500
PLC System Compact	LOGO, S7-200, S7- 1200, V8	Micro800, Micrologix, CompactLogix	-----
Soporte técnico	Soporte técnico estándar sin cargo adicional	Costo adicional por soporte técnico según la cantidad del hardware	Costo adicional por soporte técnico

Se seleccionó el LOGO 12/24 RCE V8.2. de la marca Siemens en base a las características que presenta y sus variables para el control de temperatura como se muestra a continuación en la Tabla 4. 9.:

Tabla 4. 9. Elección de PLC LOGO 12/24 RCE.

 PLC LOGO SIEMENS 12/24 RCE V8.2 		
	Diseño	Módulo lógico con display
	Entradas analógicas	4
	Salidas digitales	8
	Voltaje	12/24V CC
	Rango admisible	10,8-28,8V CC
	Dimensiones (Al x An x Pr)	72 (4MW) x 90 x 55
	Temperatura (máx-min)	20 °C - 55 °C
	Grado de protección	IP 20

La conexión del PLC se la realiza de la siguiente manera como muestra la siguiente tabla:

Tabla 4. 10. Conexión del LOGO 12/24V RCE V8.2




Elemento	Entrada/Salida	Análoga/Digital	Función	Conexión al terminal del LOGO 12/24V
Paro de emergencia P1	Entrada	Digital	Apaga del sistema	I1
Selector S1	Entrada	Digital	Control encendido – apagado de los ventiladores	I2
Selector S2	Entrada	Digital	Control encendido – apagado del extractor	I3
Selector S3	Entrada	Digital	Selección del modo de operación manual - automático	I4
Sensor de presencia	Entrada	Digital	Detecta el movimiento	I6
Sensor de temperatura	Entrada	Analógica	Sensar la temperatura	I7
Set point	Entrada	Analógica	Establece la temperatura de referencia para el control	I8
Relé de estado sólido 1	Salida	Digital	Salida del ventilador	Q1
Relé de estado sólido 2	Salida	Digital	Salida del extractor	Q2
Luz piloto 1	Salida	Digital	Indica el encendido del sistema	Q3
Luz piloto 2	Salida	Digital	Indica el modo manual – automático del sistema	Q4

4.7.8. Pantalla TDE

Para los datos de temperatura se utiliza la pantalla TDE de la misma marca del LOGO 12/24 RCE V8.2, el cual cuenta con seis líneas de texto las cuales están determinadas con parámetros de encendido - apagado del sistema manual o automático, temperatura del sitio y temperatura deseada, además posee el puerto Ethernet para poder comunicarse con el LOGO 12/24 RCE V8.2 a través del cable HDMI y de esta manera mostrar los datos importantes del sistema en este caso la variable controlada como temperatura, los elementos de mando tienen varias funciones pero la más importante del sistema es la que

nos permite variar la temperatura, dado que de esta manera se controla el encendido y apagado del sistema en el nivel de temperatura en el que se programe.

Tabla 4. 11. Pantalla TDE.




 Pantalla TDE 		
	Tipo	Pantalla de texto de 6 líneas
	Dimensión:	128.2 mm x 86 mm x38.7mm
	Tipo de tensión de la alimentación	12/24V AC/DC
	Montaje	Montaje en panel
	Temperatura de trabajo:	-20°C a 55°C
	Protección:	IP 65

4.7.9. Fuente de alimentación de 24VDC

La fuente de voltaje permite transformar el voltaje de AC en DC además de reducir el voltaje de entrada para de esta manera poder conectar los demás equipos el principal objetivo de esta fuente es alimentar al LOGO 12/24V que utiliza un voltaje de 24 V y así pueda funcionar perfectamente además posee protección de cortocircuito sobrecarga y sobretensión.

La Fuente de alimentación conmutada AC/DC 250W 24V 10A idónea para suministrar energía a diferentes dispositivos que constituyen el proyecto tecnológico, el equipo está fabricado con altos estándares de calidad para asegurar una larga vida útil y un excelente rendimiento, las especificaciones técnicas del equipo a utilizar se detallan en la siguiente Tabla 4. 12.

Tabla 4. 12. Características de la Fuente de alimentación 24 VDC.

 Fuente de alimentación 24 VDC 		
	Dimensión:	7.8 x 3.86 x 1.65 (in)
	Potencia:	250 (W)
	Fuente de energía:	AC a DC
	Voltaje:	12/24V AC/DC
	Corriente:	5A



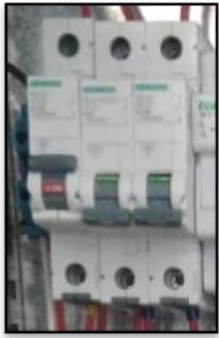
4.7.10. Interruptor Termomagnético

Mediante el valor de la corriente se selecciona el interruptor termomagnético sobredimensionado para algunas reservas, permitiendo proteger contra cortocircuito, sobrecarga mientras que la elección de la marca se da por el aislamiento que aplica la norma IEC 60947-2 seleccionando el interruptor Schneider [16].

Esta herramienta ha sido seleccionada tiene además protección de IP 20 ya que no necesita una protección excesivamente alta con potencia de pérdida mínima como 1,2W. Para la selección del interruptor se debe calcular la corriente nominal obteniendo:

$$I_n = \frac{500 A}{127V} = 4 A$$

Tabla 4. 13. Características del Breaker Schneider 1P 6A.




 Breaker Schneider 1P 6A. 		
	Numero de polos:	1p
	Corriente:	AC
	Valor nominal	1-63 A
	Frecuencia:	50/60Hz
	Protección:	IP20
	Corriente nominal	6 A
	Unidad de disparo	Térmico-magnético

4.7.11. Porta fusibles RT-18-32

Esta herramienta fue seleccionada debido a que funciona como interruptor de desconexión, este tipo de portafusibles trabaja bajo la normativa IEC602669 la cual posee una corriente nominal de 0,5A hasta 125A con una frecuencia de bobina de 50-60 Hz, en temperatura ambiente trabaja desde -5 a +40°C, presenta además humedad relativa de 95% el dispositivo fue ubicado en un lugar libre de vibración y que no presenta impacto de polvo, El encendido del led rojo en su frente indica que el fusible se ha fundido y debe reponerse aplicables en gabinetes termomagnéticos la maniobra de cierre sin riesgo, ya que el cierre en falla no produce expulsión alguna.

A continuación, se muestran las características del portafusibles empleado en el control de temperatura de un sistema de ventilación en la Tabla 4.14.




Tabla 4. 14. Características del Porta fusibles RT-18-32.

 Porta fusibles RT-18-32 		
	Numero de polos:	1p
	Corriente:	0.5-125AC
	Voltaje:	110V - 660V
	Frecuencia:	50/60Hz
	Protección:	IP20
	Temperatura:	-5 a 40 °C
	Humedad relativa:	95%

4.7.12. Borneras riel DIN

Las borneras colocadas soportan una corriente de 32 A mismas que poseen un area de 4mm² con un calibre del cable de hasta 12 AWG a una tension nominal de 800V, asi de esta manera cubre la capacidad requerida de corriente y voltaje para los cables en el tablero.

Tabla 4. 15. Características del Borneras plásticas.



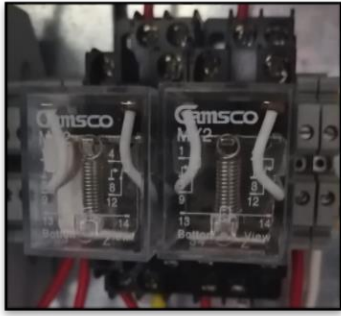
 Borneras plásticas 		
	Numero de polos:	1p
	Corriente:	32A
	Voltaje:	800V
	Frecuencia:	50/60Hz
	Protección:	IP20
	Área:	4mm ²
	Calibre:	12 AWG

4.7.13. Relé térmico

Este tipo de relé presenta un mecanismo de protección de los componentes instalados el cual corta el circuito si existe alguna sobrecarga o corto circuito si se presenta en el tablero

de distribución protegiendo los elementos de control uno de ellos es el LOGO SIEMENS 12/24V V8.2 que se encarga del control de temperatura en el sitio.

Tabla 4. 16. Características del relé térmico.

 Relé térmico 		
	Numero de polos:	2p
	Corriente:	5A, 250VAC
	Voltaje de bobina:	24 VDC/VAC
	Frecuencia:	50/60Hz
	Protección:	IP20
	Pines	8
	Tipo de montaje	Socket

4.7.14. Relé de estado sólido

Este dispositivo se lo emplea como semiconductor de potencia elegido por ser un relé de alta conmutación trabajando en el orden de los milisegundos para de esta manera pueda conectar y desconectar los ventiladores y extractor.

Para la selección del relé de estado sólido se utiliza la siguiente ecuación que permite calcular la corriente que soportara este dispositivo, el tiempo de encendido, apagado y el rango de frecuencia.

$$I = \frac{P}{V_l \cdot fp} \quad (9)$$

Donde:

I: Intensidad (A).

P: Potencia (W).

V_l: Voltaje de línea (V).




$$I = \frac{325}{127 \times 0.85} = 3,01 \text{ A}$$

La selección de este dispositivo estará sobredimensionada debido a que podrá soportar la incorporación de más ventiladores o extractores mecánicos a futuro en el área de estudio

eligiendo de esta manera el relé de estado sólido modelo ZG3NC-310B de 10 A que es la más acertada para la corriente calculada.

A continuación, las características del relé de estado sólido ZG3NC-310B.




Tabla 4. 17. Características del Relé ZG3NC-325B.

 Relé de estado sólido 		
	Temperatura de funcionamiento	-20°C a 80°C
	Voltaje de carga:	90 ~ 480VAC
	Voltaje de Control:	3 ~ 32VDC
	Corriente de Control:	8-42mA
	Voltaje de apagado:	menos de 1,5 V
	Tiempo de encendido o apagado:	10 ms
	Fuga fuera del estado:	menos de 3,0 ma

4.7.15. Selector de dos posiciones

Para pasar el sistema de automático a manual se utilizó un selector de dos posiciones el cual está elaborado en plástico negro, la corriente permanente del interruptor automático es de 10A por lo cual es suficiente ya que el sistema de ventilación cuenta con un consumo de 5A, en este caso se colocó en la parte delantera del armario.

Tabla 4. 18. Selector de dos posiciones.




 Selector de dos posiciones 		
	Nombre corto del dispositivo:	K
	Tipo de operario:	Retorno por resorte
	Perfil de operador:	Perilla negra
	Posiciones:	2
	Corriente:	10 A

4.7.16. Tablero de distribución eléctrica

La selección del tablero de control está basada en la normativa NEC cumpliendo los estándares de calidad protección y confiabilidad para el sistema de control de temperatura

y sistema de ventilación forzada, para ello y en base al dimensionamiento de sus elementos se a optado por elegir un tablero cuyas dimensiones son 60 cm de largo, 40 cm de ancho y 20 cm de profundidad, como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 4. 19. Características del Tablero Eléctrico.

 Tablero Eléctrico 		
	Normativa:	NEMA 250
	Dimensión:	60 cm x 40 cm x 20 cm
	Protección:	IP 64
	Soportes:	metálicos
	Cerradura:	llave
	Color:	beige texturizado RAL 7032
	Procesado:	180° C a 200° C

Este tablero de control se divide en tres partes, en la parte superior están situados todos los elementos de protección como breakers, fusibles y relés térmicos, en la parte intermedia se ubicó el LOGO 12/24 RCE y relés de estado sólido, en la parte inferior se encuentra la fuente de 24 VDC conjuntamente con las borneras de conexión para los distintos elementos. A continuación, se muestra su composición en la siguiente figura:

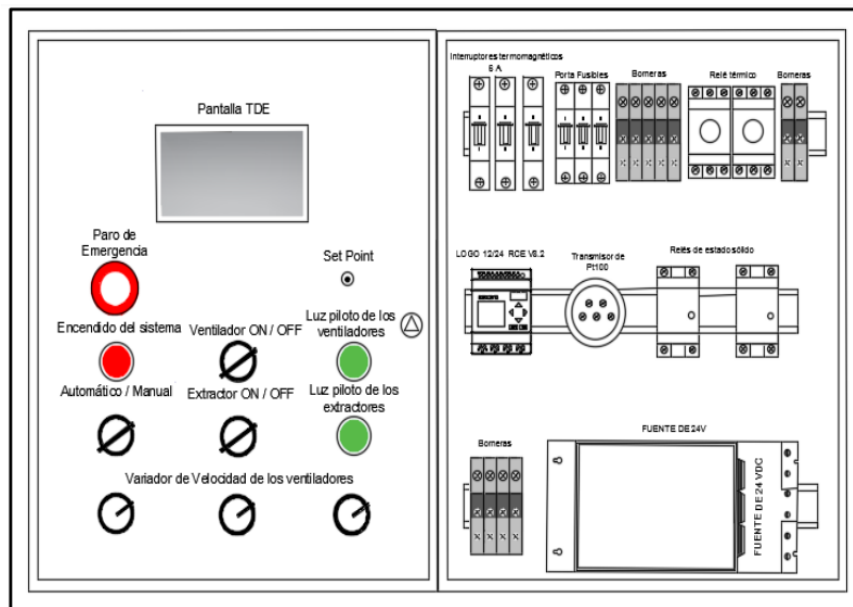


Figura 4. 7. Ubicación de los elementos de protección y control del sistema.

Además, en la puerta del gabinete se instalaron los elementos de maniobra como el potenciómetro para regular la temperatura de encendido y apagado del sistema, las luces piloto para verificar en qué estado se encuentra el equipo, los selectores y también el paro de emergencia en caso de algún tipo de falla en el sistema y la pantalla TDE para verificar el estado que se encuentra el sistema.

4.8. SELECCIÓN DEL CONDUCTOR

4.8.1. Sistema de control

Para seleccionar el calibre del conductor del armado del tablero de control del sistema de ventilación, el conductor de cobre tipo American Wire Gauge (AWG) es óptimo para realizar las conexiones internas del tablero, soportan una temperatura máxima de operación a 60 °C y su aplicación de 600 V como se observa en la Tabla 4.19, por ello se escogió el conductor de calibre 18 AWG con una corriente máxima de 6 A para las conexiones de las señales de control y el conductor calibre 14 AWG para las conexiones de potencia [22].

El procedimiento para método por corrientes para calcular el calibre de los alimentadores principales.

Se determina la carga total del sistema del cual se calculará el calibre de los alimentadores principales.

Se aplica la fórmula:

$$I = P/(V \cdot 0,9) \quad (10)$$

En donde:

- I es la corriente que pasará por los conductores (A);
- P es la carga total (W);
- V es el voltaje que llega a la residencia por medio de la acometida (127 Volts-ca para el caso de una instalación que no rebasa los 5,000 Watts); y 0.9 es el denominado factor de potencia el cual regularmente es del 90% por la combinación de cargas resistivas e inductivas existentes en la instalación eléctrica.

Protección de los circuitos básicamente es un factor de seguridad en este caso del 25%, ya una vez calculada la corriente con su factor de seguridad escoge el calibre según la tabla:

Tabla 4. 20. Características del conductor.

Conductor			Espesor de aislamiento (mm)	Diámetro Externo Aprox.(mm)	Peso Total Aprox (kg/Km)	Capacida de corriente (A)
Calibre (AWG)	Sección Transversal (mm ²)	No. Hilos				
22	0,33		0,33	0,644	2,89	0,92
18	0,823	12	0,76	2,72	13,82	6
16	1,31	1	0,76	2,81	18,35	8
14	2,08	19	1,52	4,84	36,22	15/16

Por este motivo se optó por dos conductores: el conductor de calibre 18 AWG que posee un flujo de energía máximo de 6A para todo tipo de conexión de los estímulos de monitoreo y el conductor calibre de 14AWG adecuado para las conexiones de potencia

Sistema de potencia

Para determinar el calibre del conductor que soportará el 25% excedente del flujo nominal de la CA o carga total del área en la cual se operará se sugiere la aplicación de la ecuación (11).

$$I = I_n \cdot 1,25 \quad (11)$$

$$I_n = \frac{500 W}{127 V \cdot 0,85} \cdot 1,25$$

$$I = 5,78 A$$

Con base a la tabla anterior, el cable conductor AWG 18 satisface las necesidades técnicas ante la colocación de los dispositivos de ventilación, sin embargo, se elige un cable de cobre AWG 14 con tres conductores, los cuales se encuentran trenzados ya que resisten mayor flexibilidad a diferencia del cable sólido. Incluso, su valor económico varía de acuerdo a la longitud con un 0,92% más a diferencia del AWG 18.

Sensor de movimiento

En la guía se coloca la corriente que absorbe este equipo, la cual va desde los 0,8 A, es por esto que se tiene que optar por un cable con propiedades que resistan dicha capacidad de flujo de energía, que facilita la determinación del cable con la asistencia de la información

presentada en la tabla, donde se indica que el cable será el AWG 22, pero está ausente en el mercado nacional, lo cual motivó a adquirir el de tipo AWG 18 con conductores: neutro, fase y de retorno.

4.9. FUNCIONAMIENTO LED

Funciones

Cuando se ha seleccionado los elementos que serán necesarios para el buen funcionamiento del control de temperatura entonces se procede a diseñar el orden de los componentes de acuerdo a su función en el tablero eléctrico en donde se utilizan cables Fase – Neutro para alimentar al sistema además cuenta con un botón de paro de emergencia en caso de ocurrir algún tipo de falla en el sistema, los botones de luz verde y color rojo que indicaran el estado que se encuentra el sistema ya sea encendido o apagado el funcionamiento de las luces piloto son:

Luz Verde: cuando el sistema se encuentre apagado se enciende una primera luz verde que indicara que el sistema se encuentra energizado y funcionando, una segunda y tercera luz verde se encenderán de acuerdo al sistema que utilicemos ya sea para los ventiladores o el extractor.

Luz roja: la luz roja indicara la desconexión o desenergización del sistema.

Cuando ya se identifica los botones y luces piloto el encargado de realizar estas acciones en el control es el Logo que permite revisar a través de luces piloto el estado en que se encuentran y como se mencionó anteriormente cuenta con un botón de paro de emergencia en caso de alguna falla.

La figura a continuación, muestra el diagrama de flujo de funcionamiento del sensor de temperatura

4.10. MONTAJE DEL TABLERO

El tablero de control utilizado en este proyecto tiene medidas de 60 x 40 x 20 cm en material de acero con espesor de 1.5. mm mismo que esta normado por la Normativa Ecuatoriana de construcción NEC en el capítulo 15.

Además, se observa los elementos que se encuentran instalados en el sistema de control de temperatura.

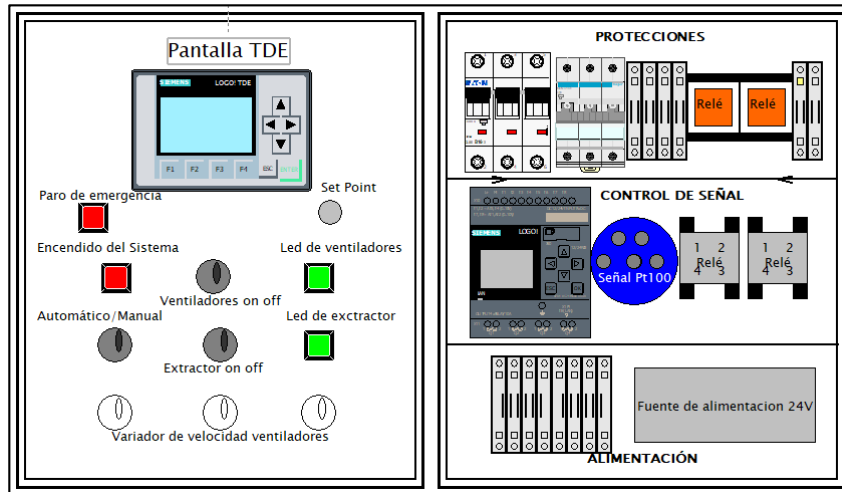


Figura 4. 8. Elementos de control del tablero eléctrico.

Para el montaje del tablero se considera la normativa establecida en la Norma Ecuatoriana de Construcción NEC en el capítulo 15 donde se establecen criterios acerca de la implementación de equipos en los tableros entre otros aspectos todos los dispositivos y componentes de un tablero deberán montarse dentro de cajas, gabinetes o armarios, dependiendo del tamaño que ellos alcancen.

Los tableros deben ser fabricados en materiales resistentes al fuego, no higroscópicos, resistentes a la corrosión o estar adecuadamente protegido contra ella, si el tablero tiene una capacidad, tamaño y peso de bajo a medio, se puede montar horizontalmente o apilar en la pared. Si el tablero tiene una gran capacidad tamaño y peso, debe apoyarse en estructuras metálicas fijadas directamente al suelo o la estructura de hormigón, los mandos o actuadores se colocan sobre un panel de control con una altura mínima de montaje de 0,60 y una altura máxima de 2,0 m.

A continuación, se muestra los componentes reales del tablero eléctrico construido



Figura 4. 9. a) Tapa frontal. b) Elementos internos

La altura máxima que puede ser colocado el tablero es de 2m.



Figura 4. 10. Altura del tablero máxima (2m).

4.11. TOMA DE DATOS (Termohigrometro)

Éste además mide la temperatura del aire (TA) y la humedad relativa (HR). Las características adicionales incluyen: selección de unidades F/ C, apagado automático con sobre mando e interfaz RS-232 con software Windows opcional.

En este apartado se realizó la recolección de datos la temperatura registrada en días de noviembre de 2021 teniendo como resultado un cuadro comparativo entre las horas más calurosas del día dentro y fuera del lugar de estudio como se observa a continuación.

Para el primer día se registran los siguientes datos máximos y promedio dentro y fuera del area de estudio.

TEMPERATURA AMBIENTE EN EL AREA DE ESTUDIO		
HORA	Dentro del sitio	Fuera del sitio
12:00	27,8	21,4
12:30	27,3	21,1
13:00	26,9	20,6
13:30	26,7	23,5
14:00	26,6	24,2
14:30	28,4	23,2
15:00	29,6	24,3
15:30	28,6	25,1
16:00	24,8	22,1
16:30	24,4	20,1
17:00	24,2	19,9
Máximos	29,6	25,1
T. Promedio	26,8	22,3

Figura 4. 11. Toma de datos día 1.

Un segundo día se registran los siguientes datos.

TEMPERATURA AMBIENTE EN EL AREA DE ESTUDIO		
HORA	Dentro del sitio	Fuera del sitio
9:00	25,4	20,3
9:30	26,4	20,4
10:00	26,3	20,5
10:30	26,8	22,7
11:00	27,4	21,3
11:30	27,3	22,1
12:00	27,2	22,2
12:30	28,4	25,5
13:00	29,1	23,9
13:30	28,6	23,3
14:00	27,4	22,3
14:30	28,2	23,4
15:00	28,3	23,3
15:30	27,9	24,6
16:00	28,1	23,2
16:30	27,4	24,2
17:00	28,2	22,1
Máximos	29,1	25,5
T. Promedio	27,6	22,7

Figura 4. 12. Toma de datos día 2.

Para el 3 día se tienen los siguientes valores.

TEMPERATURA AMBIENTE EN EL AREA DE ESTUDIO		
HORA	Dentro del sitio	Fuera del sitio
9:00	18,8	16,8
9:30	22,1	16,4
10:00	25,6	19,6
10:30	23,7	18,4
11:00	23,1	22,1
11:30	24,5	19
12:00	31,3	25,9
12:30	27,9	25,1
13:00	29,1	18,9
13:30	24,9	18,7
14:00	23,7	21,8
14:30	24,8	24,2
15:00	23,1	22,3
15:30	19,7	20,9
16:00	19,6	19,6
16:30	20,6	16,4
17:00	21,7	15,6
Máximos	31,3	25,9
T. Promedio	23,8	20,1

Figura 4. 13. Toma de datos día 3.

Para el 4 día se obtienen los siguientes datos.

TEMPERATURA AMBIENTE EN EL AREA DE ESTUDIO		
HORA	Dentro del sitio	Fuera del sitio
9:00	20,5	17,6
9:30	22,5	18,9
10:00	23,3	20,3
10:30	22,8	20,9
11:00	26,7	19,2
11:30	26,2	20,6
12:00	24,9	20,4
12:30	24,6	20,6
13:00	23,7	22,1
13:30	22,3	20,7
14:00	23,6	19,9
14:30	25,7	21,3
15:00	22,5	19,6
15:30	21,2	17,8
16:00	19,2	17,2
Máximos	26,7	22,1
T. Promedio	23,3	19,8

Figura 4. 14. Toma de datos día 4.

Se puede deducir que los valores máximos antes de realizar alguna implementación bordean los 31° C en el interior del área de estudio mientras que para los valores de temperatura en el exterior están en los 25, 9° C a partir de estas mediciones se puede optar por un diseño y componentes de control para poder reducir la temperatura del sitio mejorando el espacio de trabajo.

4.12. DIAGRAMA EN CADE SIMU

A continuación, se muestran las características utilizadas en el diseño del diagrama CadeSimu conectado a LOGO 12/24V RCE, además del control de temperatura en el sistema de ventilación forzada como se muestra en el Anexo I

En donde:

Elemento	Conexión al terminal del LOGO 12/24V
Paro de emergencia P1	I1
Selector S1	I2
Selector S2	I3
Selector S3	I4
Sensor de presencia	I6
Sensor de temperatura	I7
Set point	I8
Relé de estado sólido 1	Q1
Relé de estado sólido 2	Q2
Luz piloto 1	Q3
Luz piloto 2	Q4

4.13. PROGRAMACIÓN DE LOGO SIEMENS

El sistema de funcionamiento está basado en dos modos de operación manual y automático:

En el modo manual el sistema actúa sin la necesidad de que los sensores de movimiento o de temperatura estén activos ya que el funcionamiento estará operando por medio de la intervención humana y en el modo automático los sensores tanto de presencia como de temperatura son factores primordiales a la hora de su funcionamiento ya que de ellos

depende la activación del sistema de ventilación mediante señales enviadas al Logo en donde la primera parte corresponde a variables del sistema de mando de temperatura y movimiento.

Para simplificar el modelo de programación se muestra el procedimiento realizado en el programa Logo Soft Confort, y realizando las mediciones necesarias una vez implementado en el sistema en donde:

Tabla 4. 21. Características de PLC Logo.

Entradas	I1, I2, I3, I4, I5, I6, I7, I8
Salidas	Q1, Q2, Q3, Q4, (Salidas del relé)
L1, N	Entrada de voltaje 110-220V AC (Fase - Neutro)
ESC, OK, Teclas	Teclado para programación
DATA	Conector de programación vía PC
Display	Display LCD para programación
Cero lógico	Entre 0 y 40VAC consumo menor que 0.03mA
Uno lógico	Entre 79 y 220VAC consumo menor que 0.08mA

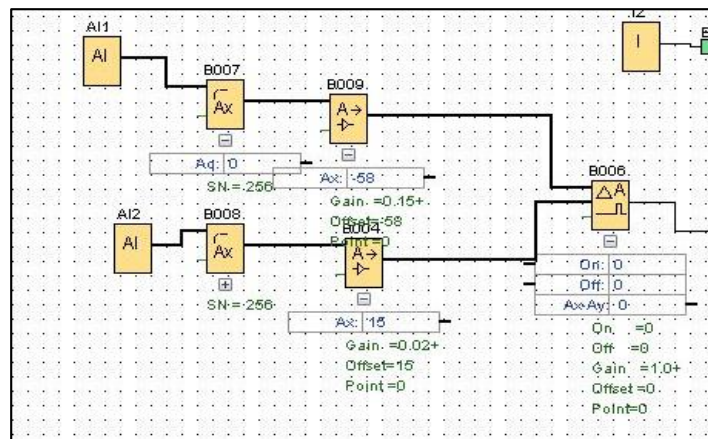


Figura 4. 15. Diagrama de mando en LOGO soft confort.

5. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

El análisis de control de temperatura realizado en el sector de San Felipe Latacunga provincia de Cotopaxi está orientado a la disminución de temperatura en el área de estudio, para los datos a analizar se realizaron mediciones de temperatura con el termohigrometro para obtener resultados acerca del comportamiento climatológico en el lugar de estudio tanto fuera como dentro de él, de esta manera se determinó que es necesaria la implementación de un sistema de control que pueda disminuir la temperatura del sitio. Así se muestra la ubicación del proyecto en la siguiente Figura 5. 1.



Figura 5. 1. Ubicación geográfica del sistema de control de temperatura.

5.1. ANALISIS DE DATOS DE TEMPERATURA

Para realizar el análisis de temperatura se recolectó datos en el transcurso de algunos días del mes de noviembre ya que es el mes donde se presentan unos de los días más calurosos del año, en donde se obtuvieron los datos mostrados a continuación que son los valores más calurosos del día ponderados a un valor medio.

VALORES MÁXIMOS DE TEMPERATURA EN (°C) EN EL ÁREA DE TRABAJO		
	DENTRO	FUERA
Día 1	29,6	25,1
Día 2	29,1	25,5
Día 3	31,3	25,9
Día 4	26,7	22,1
PROMEDIO	29,175	24,65
Máximo	31,3	25,0

Figura 5. 2. Total, de los valores máximos.

En la temperatura del aire máxima recopilada dentro del lugar se obtuvieron valores de 31,3 °C y 25,9 °C fuera del área de estudio.

Cabe resaltar que cada uno de los valores obtenidos se refieren a valores máximos en una medición promedio de todos los días medidos.

Los valores recopilados de los días medidos son la suma de los datos de todos los días dividido para el total del mismo número de datos por ejemplo en el día 1 se recopilaban 10 datos en el transcurso del día, se suman los 10 valores recopilados y se dividen para el mismo número en este caso para 10.

5.2. ANALISIS POSTERIOR A LA IMPLEMENTACIÓN

5.2.1. Pruebas de control de temperatura

Para poder seleccionar el diseño del sistema de ventilación forzada que permita obtener mayor reducción de temperatura y pueda brindar mayor disminución térmica para el usuario en el sitio de estudio se realizaron distintas pruebas de temperatura entre las que se detallan a continuación.

Prueba 1

Como una primera prueba en el sitio se colocaron 3 ventiladores en paralelo y un extractor de pared en la parte frontal superior como se observa a continuación.



Figura 5. 3. Instalación de tres ventiladores y un extractor mecánico.

En donde se obtuvieron los siguientes datos recopilados de la temperatura ambiente por el medidor de estrés térmico HT-30.

Tabla 5. 1. Temperatura en el sitio de prueba 1.

CONFIGURACIÓN TRES VENTILADORES Y UN EXTRACTOR MECÁNICO		
	IN	OUT
Hora	TA DENTRO DEL SITIO DE ESTUDIO	TA FUERA DEL SITIO DE ESTUDIO
9:00	19,6	17,6
9:30	21,9	18,9
10:00	24,5	21,9
10:30	26,6	22,7
11:00	27,9	22,9
11:30	27,5	24,2
12:00	28,6	23,5
12:30	29,9	23,4
13:00	29,2	23,7
13:30	29,8	24,4
14:00	31,4	23,1
14:30	30,7	23,5
15:00	29,9	22,8
15:30	27,4	21,8
16:00	27,3	19,9
16:30	26,1	18,8
PROMEDIO	27,39375	22,06875
Temp. máx	31,4	24,4

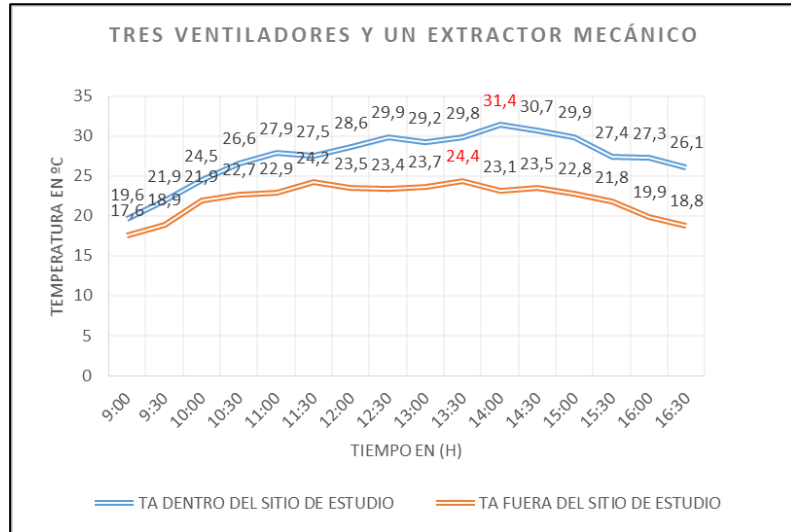


Figura 5. 4. Comportamiento de la temperatura prueba 1.

Prueba 2

Como una segunda prueba en el sitio se colocaron 3 ventiladores en paralelo y dos extractores de pared en la parte frontal superior y en la parte superior del fondo del sitio como se observa en la figura.



Figura 5. 5. Instalación de tres ventiladores y dos extractores mecánicos.

En donde los datos obtenidos se muestran a continuación.

Tabla 5. 2. Temperatura en el sitio de prueba 2.

CONFIGURACIÓN TRES VENTILADORES Y DOS EXTRACTORES MECÁNICO		
	IN	OUT
Hora	TA DENTRO DEL SITIO DE ESTUDIO	TA FUERA DEL SITIO DE ESTUDIO
9:00	19,8	17,7
9:30	21,6	19,5
10:00	22,5	20,9
10:30	24,6	20,8
11:00	26,9	22,9
11:30	26,5	23,2
12:00	27,6	21,5
12:30	27,9	21,6
13:00	28,2	22,7
13:30	30,1	23,8
14:00	29,4	23,1
14:30	29,1	22,5
15:00	27,9	21,6
15:30	26,4	19,8
16:00	26,1	17,2
16:30	25,1	17,3
PROMEDIO	26,23125	21,00625
Temp. máx	30,1	23,8

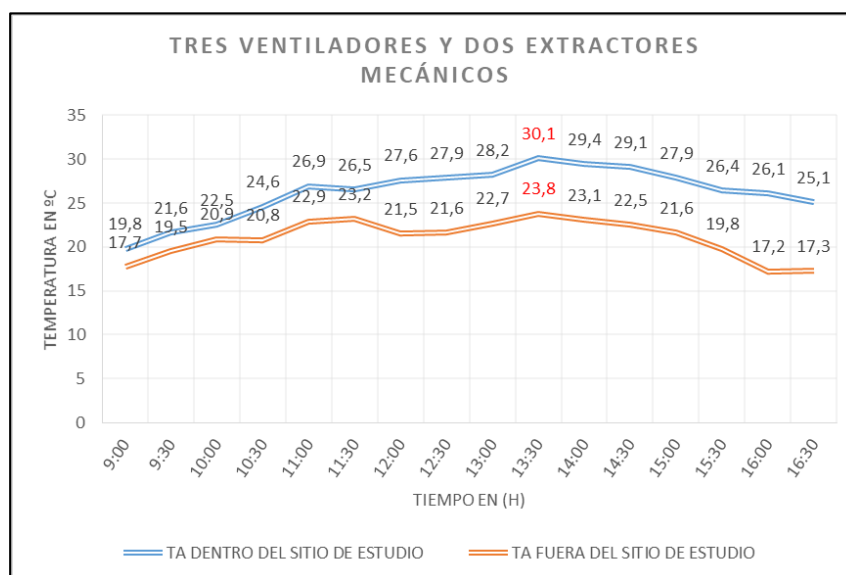


Figura 5. 6. Comportamiento de la temperatura prueba 2.

Prueba 3

La tercera prueba consistió en colocar 3 ventiladores en paralelo, dos extractores eólicos y un extractor mecánico en la parte frontal superior como se muestra en la figura a continuación.



Figura 5. 7. Instalación de tres ventiladores dos extractores eólicos y un extractor mecánico.

En donde los datos obtenidos se muestran a continuación.

Tabla 5. 3. Temperatura en el sitio de prueba 3.

CONFIGURACIÓN TRES VENTILADORES, UN EXTRACTOR MECÁNICO Y DOS EÓLICOS		
	IN	OUT
Hora	TA DENTRO DEL SITIO DE ESTUDIO	TA FUERA DEL SITIO DE ESTUDIO
9:00	18,8	16,8
9:30	22,1	16,4
10:00	24,6	19,6
10:30	23,7	18,4
11:00	24,1	22,1
11:30	25,5	19
12:00	26,1	22,9
12:30	28,9	23,1
13:00	29,1	22,7
13:30	30,9	21,7
14:00	29,7	21,8
14:30	28,8	22,2
15:00	25,1	20,3
15:30	22,7	18,9
16:00	20,6	18,6
16:30	19,6	17,3
PROMEDIO	25,01875	20,1125
Temp. máx	30,9	23,1

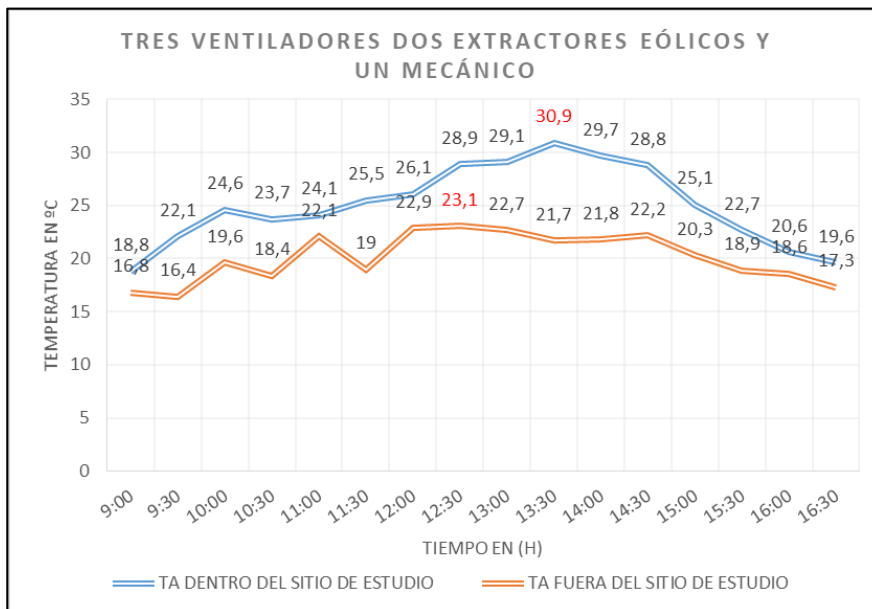


Figura 5. 8. Comportamiento de la temperatura prueba 3.

Prueba 4

La última prueba consistió en colocar 5 ventiladores 1 extractor de pared en la parte frontal superior y dos extractores eólicos en el techo del sitio como se observa en la figura a continuación.



Figura 5. 9. Instalación de cinco ventiladores dos extractores eólicos y un extractor mecánico.

En donde los datos obtenidos se muestran a continuación.

Tabla 5. 4. Temperatura en el sitio de prueba 4.

CONFIGURACIÓN CINCO VENTILADORES, UN EXTRACTOR MECÁNICO Y DOS EÓLICOS		
	IN	OUT
Hora	TA DENTRO DEL SITIO DE ESTUDIO	TA FUERA DEL SITIO DE ESTUDIO
9:00	20,5	17,6
9:30	22,5	18,9
10:00	23,3	20,3
10:30	23,8	20,9
11:00	26,7	20,2
11:30	26,2	20,6
12:00	24,9	20,9
12:30	25	21,5
13:00	25,7	22,1
13:30	23,3	20,7
14:00	23,6	19,9
14:30	25,7	21,3
15:00	24,5	19,6
15:30	22,2	17,8
16:00	20,2	17,2
16:30	19,9	17,3
PROMEDIO	23,625	19,8
Temp. máx	26,7	22,1

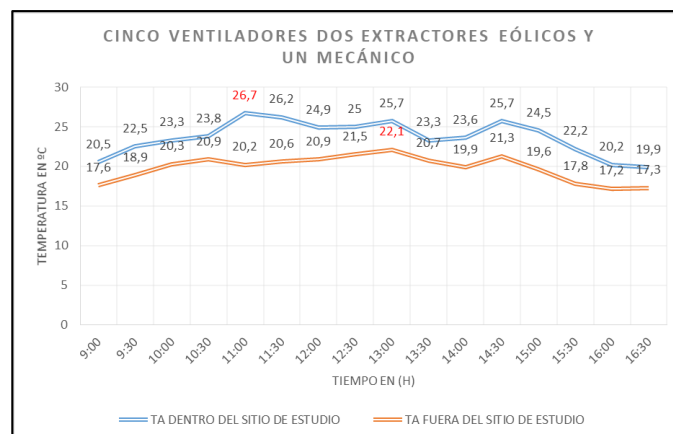


Figura 5. 10. Comportamiento de la temperatura prueba 4.

5.2.2. Pruebas comparativas

Además de las pruebas realizadas en el sistema de ventilación se procedió a realizar una comparación en el laboratorio con y sin personas dentro de este, para comprobar su funcionamiento y constatar si el equipo implementado cumple su función. Como se muestra en la tabla siguiente:

Tabla 5. 5. Datos de la temperatura con estudiantes para prueba 1.

TOMA DE DATOS CON PERSONAS DENTRO DEL SITIO, TRES VENTILADORES UN EXTRACTOR MECÁNICO						
Hora	TA In izq	TA in Der	centro	frente	TA out	Ta sensor
12:30	30,6	31,1	30,3	29,9	22,9	29,6
13:00	29,2	29,3	29,2	29,8	23,4	29,4
13:30	29,9	28,6	29,1	29,3	23,9	29,5
PROMEDIO	29,9	29,7	29,5	29,7	23,4	29,5
TOTAL	29,7					

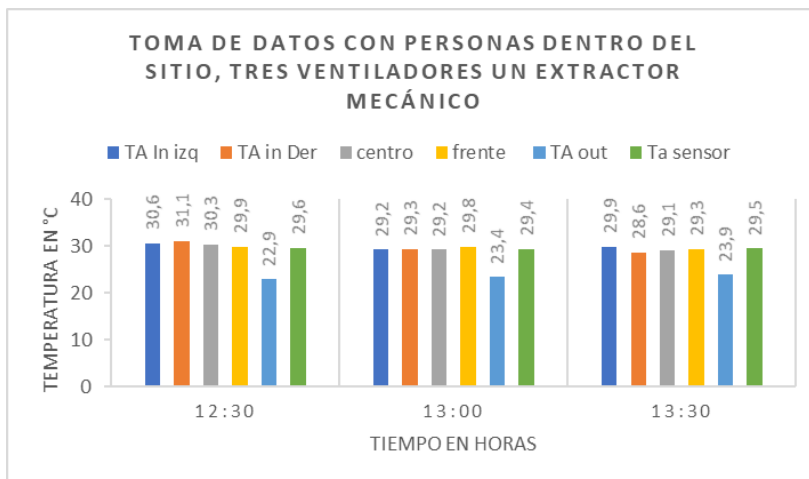


Figura 5. 11. Comportamiento de la temperatura con estudiantes para prueba 1.

Se puede determinar que la temperatura en el sitio de estudio no se reduce a un valor deseado o de confort mediante la recopilación de datos de temperatura con el medidor de estrés térmico se puede evidenciar que la temperatura dentro del sitio supera por mucho a la temperatura ambiente fuera del lugar en un porcentaje de 6, 3° C por ende las personas aún sentían inconformidad con los ventiladores encendidos mientras que en la figura se observa que la temperatura obtenida en las distintas áreas del sitio de estudio no varían significativamente una de la otra lo que conlleva a deducir que la temperatura sería la misma en cualquier punto del sitio medido.

Una segunda comparación se llevó a cabo en el lugar instalados ya cinco ventiladores dos extractores eólicos y un extractor mecánico en la cual se obtuvieron los siguientes datos.

Tabla 5. 6. Datos de la temperatura con estudiantes para prueba 4.

TOMA DE DATOS CON PERSONAS EN EL SITIO, CINCO VENTILADORES, DOS EXTRACTORES EÓLICOS Y UN EXTRACTOR MECÁNICO						
Hora	TA In izq	TA in Der	centro	frente	TA out	Ta sensor
15:00	29,1	29,3	29,1	28,9	24,7	28,5
16:00	29,2	29,1	28,7	28,9	23,8	28,1
16:50	29,7	28,6	28,4	29,1	23,4	28,2
PROMEDIO	29,3	29,0	28,7	29,0	24,0	28,3
TOTAL	29,00833					

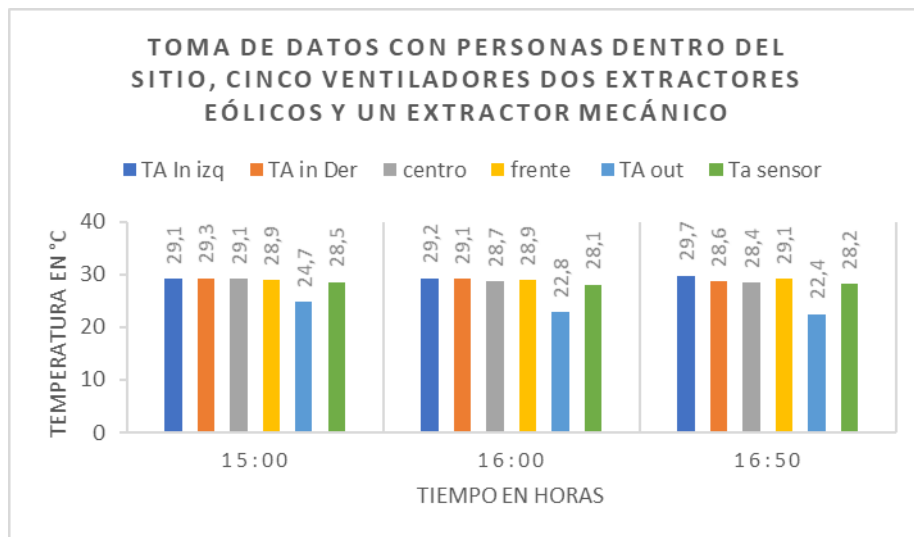


Figura 5. 12. Comportamiento de la temperatura con estudiantes para prueba 4.

En la tabla anterior se pudo determinar que la temperatura en el sitio de estudio se reduce a un valor más pequeño que el tomado anteriormente, la recopilación de datos de temperatura con el medidor de estrés térmico se puede evidenciar que la temperatura dentro del sitio se logra disminuir aunque no al valor deseado debido al factor externo que proviene del techo, la reducción de temperatura en el sitio de estudio es de 5 °C en comparación con el valor externo, mientras que en el sitio se puede determinar que la temperatura en centro disminuye ligeramente a diferencia de los otros puntos de medición.

El análisis comparativo en este sentido se plantea que en las dos mediciones con personas dentro del sitio se nota una diferencia en comparación con las pruebas realizadas y mencionadas con anterioridad ya que la última prueba es la más acertada para poder disminuir la temperatura en el sitio de estudio.

La temperatura más alta dentro del área de estudio registrada es de 31,4 °C y 24 °C en el mismo día de pruebas, y la temperatura que registra el medidor de estrés térmico en la

medición del sistema definido el cual consta de cinco ventiladores, dos extractores eólicos y un extractor mecánico es de 29 °C dentro del sitio y 24 °C fuera del lugar de estudio, lo cual concluye que el sistema si está reduciendo la temperatura en el lugar eso en el caso de la temperatura máxima mientras que cuando haya temperaturas más bajas en el exterior por ende reducirá aún más los grados de temperatura en el interior del área de estudio.

5.2.3. Encuesta realizada a los usuarios

Se realizó la siguiente encuesta a 25 personas que se encuentran en el laboratorio de pruebas y simulaciones eléctricas y electromecánicas con seis preguntas de las cuales cuatro preguntas cerradas y dos abiertas obteniendo el siguiente resultado de cada pregunta.

Como se observa el 100% de los encuestados mencionan que se siente calor dentro del laboratorio cuando está apagado el sistema de ventilación.



Figura 5. 13. Resultados de la pregunta 1.

Mientras que en la Figura 5.14 el 64% de los encuestados (16 personas) mencionan que se siente óptimo el sistema de ventilación y el 36% (9 personas) mencionan que se siente calor dentro del laboratorio.

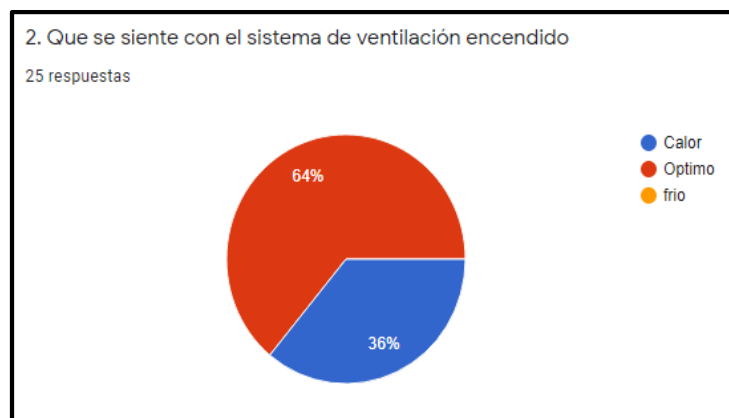


Figura 5. 14. Resultado de la pregunta 2.

En la Figura 5.15 el 60% de los encuestados (15 personas) afirman que se siente ligeramente confortable, mientras que el 28% (8 personas) mencionan que se sienten inconfortable y por último el 12% (3 personas) afirman que se siente confortable con el sistema de ventilación encendido.



Figura 5. 15. Resultados de la pregunta 3.

Mientras que en la Figura 5.16 el 56 % de los encuestados que son las 14 personas mencionan que están conformes con el sistema de ventilación, mientras que el 44 % que son las 11 personas no están de acuerdo con el sistema de ventilación.

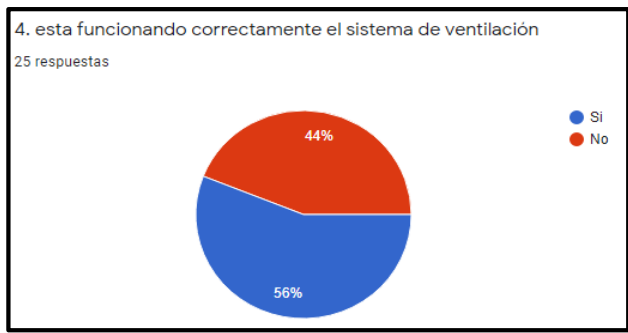


Figura 5. 16. Resultados de la pregunta 4.

En la Figura 5.17 se puede observar que las 25 personas encuestadas identifican varios problemas del sistema de ventilación las cuales se menciona la falta de ventiladores con más potencia, o el extractor es muy pequeño.

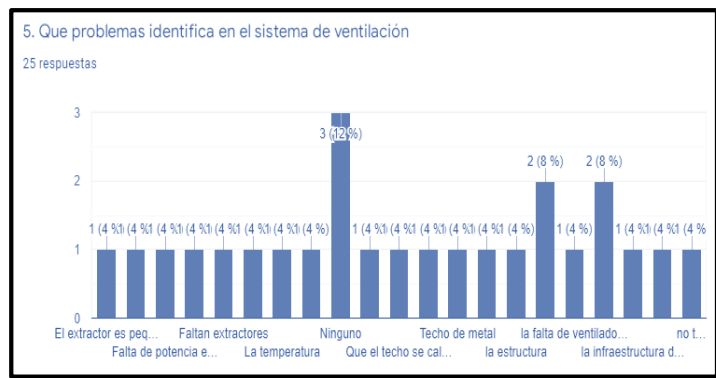


Figura 5. 17. Respuestas de la pregunta 5.

Por último, en la Figura 5.18 los encuestados mencionan como mejorar el sistema de ventilación como son aumentando más ventiladores y que tenga más salidas de aire caliente, que las aspas del ventilador sea más grandes, incorporando más extractores, realizar un estudio técnico para mejorar el sistema o implementando el sistema de aire acondicionado.



Figura 5. 18. Respuesta de la pregunta 6.

5.2.4. Comportamiento del control de temperatura

En la recopilación de datos de temperatura en un día del mes de agosto se obtuvo 153 datos almacenados en la memoria externa de LOGO 12/24V RCE V8.2, misma que se la tabula mediante la aplicación de excel para obtener el comportamiento del sistema en cuanto a la temperatura registrada por el sensor Pt100 en el interior del laboratorio de pruebas y simulaciones eléctricas y electromecánicas y del setpoint con histéresis de $\pm 2\%$, además mediante la recopilación de datos con el medidor de estrés térmico en el exterior del sitio de estudio se procede a graficar las curvas características de las mismas en función de la temperatura del sitio obteniendo la siguiente Figura 5. 19.

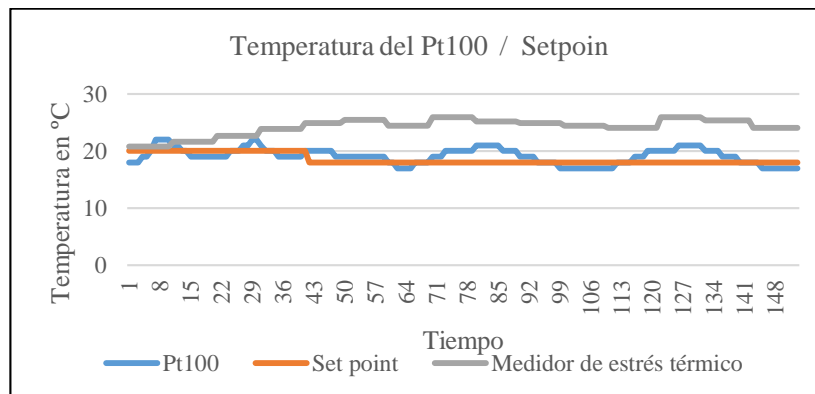


Figura 5. 19. Curva de temperaturas.

El tiempo de los datos recopilados por LOGO 12/24V RCE V8.2, fue de cada 3 minutos mientras que para las mediciones registradas por el medidor de estrés térmico fue cada 30

minutos eso quiere decir que se obtuvieron 15 datos de temperatura en el transcurso del día.

Como se puede observar en la Figura 5. 19. la línea azul representa la temperatura registrada por el sensor de temperatura Pt100, mientras que el setpoint está representada por una línea anaranjada y finalmente la línea gris que representa a la temperatura tomada por el medidor de estrés térmico en donde su temperatura máxima se encuentra en los 25,9 °C.

5.3. Función de transferencia del sistema de control de temperatura

La función de transferencia en ingeniería es usada para caracterizar las relaciones de entrada y salida de los sistemas lineales invariantes en el tiempo, y juegan un papel importante en el análisis y diseño de dichos sistemas, este método de relacion se aplica al sistema de control de temperatura a partir de los datos obtenidos previamente y tabulados en excel, para obtener la función de transferencia del sistema se ingresan los datos de entrada y salida de temperatura en Matlab obteniendo el valor presentada en la Figura 5. 20.

```

From input "u1" to output "y1":
0.8749 s^2 + 0.09038 s + 0.2966
-----
s^2 + 0.1467 s + 0.3432
    
```

Figura 5. 20. Función de transferencia del sistema de control de temperatura.

Una vez obtenida la funcion de transferencia mediante matlab se procede a realizar la curva característica del sistema en simulink a un set point de 18 °C.

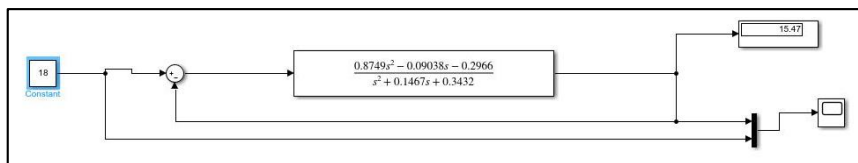


Figura 5. 21. Función de transferencia en simulink.

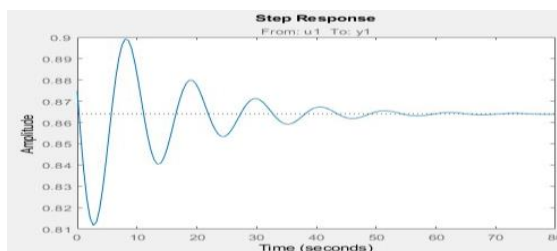


Figura 5. 22. Curva de transferencia.

La curva de la función de transferencia tiende a oscilar en un cierto rango de temperatura en función del tiempo, como la temperatura es variable en este sentido la curva característica no tiende a estabilizarse debido a las perturbaciones existentes en el área de estudio como se presenta en la Figura 5. 22.

5.4. ANÁLISIS DEL SENSOR DE TEMPERATURA

En este apartado se realizó la medición de los parámetros eléctricos tal como se muestra en la figura.

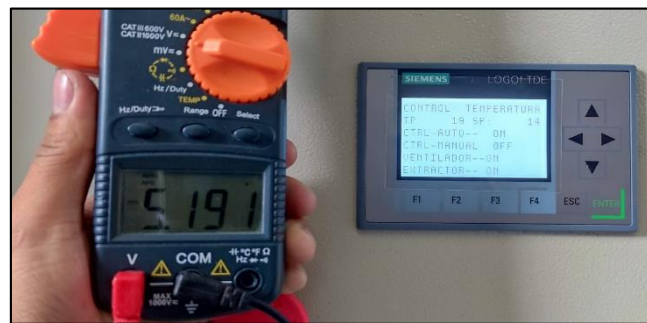


Figura 5. 23. Medición de los parámetros eléctricos del sensor de temperatura.

Para verificar los valores obtenidos del PT100, realizamos el cálculo del coeficiente de temperatura por medio de la ecuación (4) en donde se tienen los siguientes valores:

Tabla 5. 7. Valores en función de la temperatura.

TEMPERATURA EN °C	VOLTAJE (V)	INTENSIDAD (A)	RESISTENCIA (Ω) POR CADA GRADO 0,4 Ω
18	5,126	0,739	0,385
19	5,19	0,7096	0,385
20	5,265	0,6838	0,385
21	5,316	0,6775	0,385
22	5,390	0,6364	0,385
23	5,459	0,6165	0,385
24	5,507	0,596	0,385
25	5,594	0,5812	0,385
26	5,650	0,5644	0,385
27	5,684	0,5468	0,385
28	5,741	0,5326	0,385
29	5,785	0,5181	0,385
30	5,845	0,5061	0,385

Como se puede visualizar en la tabla presentada a continuación tanto el voltaje como la corriente varían en función que aumenta o disminuye la temperatura para lo cual se debe tener claro que en este caso la temperatura tomada es para un rango de 18° a 30° centígrados la gráfica mostrada a continuación expresa el comportamiento de la temperatura del sensor, en donde se aprecia que a mayor temperatura mayor resistencia.

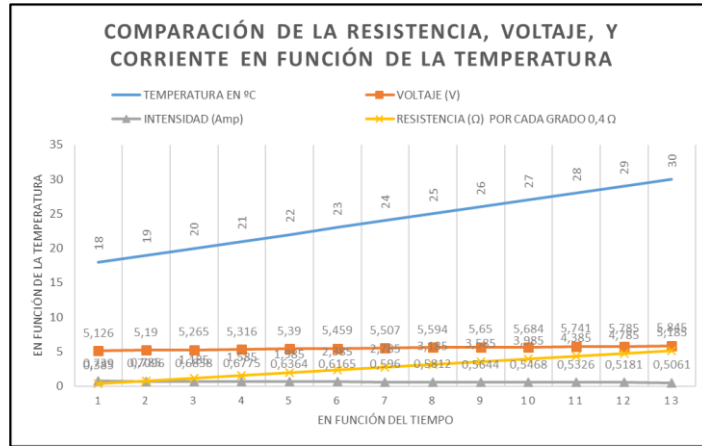


Figura 5. 24. Comparación en función de la temperatura.

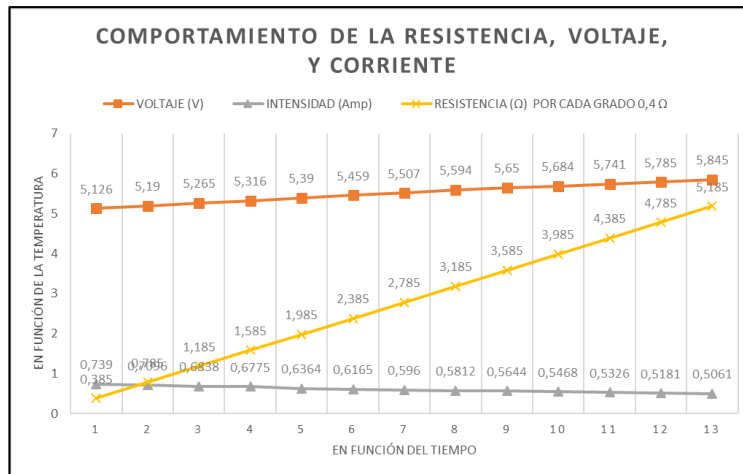


Figura 5. 25. Curva de temperatura Pt100.

Finalmente se puede deducir que la intensidad reduce a medida que la temperatura en el área de estudio aumenta así también la resistencia y el voltaje van en aumento.

5.5. ANÁLISIS DE TIEMPO DE ENFRIAMIENTO

El sistema de control tiene distintos rangos de temperatura en el lugar de estudio y su sistema de control va a depender del factor externo, en este caso el clima ya que no es

posible controlar la temperatura en su totalidad, pero si puede haber una disminución en ese sentido se estaría hablando de control de temperatura.

5.6. PRESUPUESTO E IMPACTO ECONÓMICO

El presupuesto establecido en esta tabla corresponde al sistema de control de temperatura y al sistema de ventilación forzada desde el inicio del proyecto en donde se obtienen los siguientes materiales con sus respectivos costos.

Tabla 5. 8. Presupuesto del sistema de ventilación y control de temperatura.

Sistema de control de temperatura y ventilación			
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO C/U	PRECIO TOTAL
Pantalla TDE	1	200	200
Fuente 24 VDC	1	25	25
LOGO Siemens	1	200	200
Sensor Pt100	1	50	50
Sensor de movimiento	1	20	20
Ventiladores	3	75	225
Extractor	1	150	150
Selectores	3	9	27
Paro de emergencia	1	7	7
Extractor eólico	2	150	300
Luces piloto	3	2	6
Estructura de soporte	3	50	150
TOTAL			1360

Tabla 5. 9. Presupuesto tablero de control y equipos.

TABLERO DE CONTROL Y EQUIPOS			
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO C/U	PRECIO TOTAL
Breaker 6 ^a	3	8	24
Gabinete Beaucoup 60 x 40 x 20	1	100	100
Barra de tierra	1	5	5
Riel din	1	4	4
Espiral	3	3	9
Spray Blanco	1	3,5	3,5
Spray Negro	1	3,5	3,5
Relé de estado sólido	2	10	20
Rele de interfaz	2	10	20
Borneras	15	1,25	18,75
Transmisor de temperatura	1	65	65
Porta fusible 5 ^a	3	4	12
Tubo emt 1'' ½	1	3,5	3,5
Unión emt 1'' 1/2	3	0,35	1,05

Continuación tabla 5.9.			
Conector emt 1'' 1/2	3	0,5	1,5
Codo emt 1'' 1/2	6	0,8	4,8
Cable concéntrico 3x14 AWG	100	1,5	150
Cable UTP cad 5	25	0,6	15
Cable #18 AWG	20	0,4	8
Terminales punteras	100	0,02	2
Esmalte negro	2	4	8
TOTAL			478,6

Gastos externos del sistema de ventilación y otros gastos:

Tabla 5. 10. Gastos totales y externos.

INVERSIÓN TOTAL	
Gastos del sistema de ventilación	1360
Gastos de la conexión de los equipos	478,6
Subtotal	1838,6
mano de obra	400
Transporte	50
Otros gastos	50
TOTAL	2338,6

Tabla 5. 11. Valor de potencia de los motores en diferentes horas de trabajo

Maquina	Potencia (hp)	Potencia (kW)	Horas de trabajo	Consumo (kWh)
Motor monofásico	1,52	1,13	1	1,13
Motor monofásico	1,52	1,13	8	9,07
Motor monofásico	1,52	1,13	240	272,04

Mediante el pliego tarifario se considera la tarifa general de bajo voltaje sin demanda ya que el suministro es inferior a 600 V y su potencia facturable es menor a 10 KW donde el motor del sistema de ventilación es 1,52 Hp o 11.33 W de potencia activa.

Tabla 5. 12. Valores del pliego tarifario.

Consumo (KW)	Energía (USD/kWh)	Comercialización (USD)
1-300	0,082	1,414
Superior a 300	0,093	1,414

En donde se calculan los valores correspondientes de acuerdo al pliego tarifario de la empresa Provincial Eléctrica Cotopaxi (ELEPCO S. A.), para 1 hora de consumo, 8 horas de consumo y un mes de consumo obteniendo los siguientes valores:

Tabla 5. 13. Cálculo del sistema.

Tiempo	KWh	USD/KWh	Total (USD)
1 mes	272,04	0,082	22,30728
8 horas	9,068	0,082	0,743576
1 hora	1,1335	0,082	0,092947

Se puede evidenciar que el costo por hora es de aproximadamente \$ 0,10 ctvs. Mientras que para el consumo mensual da un total de \$ 22,30 dólares, de ahí se puede partir para calcular el consumo anual, así como su costo en un año.

Tabla 5. 14. Cálculo del consumo de 8 horas 1 día y 1 mes.

Planilla	USD 1 Mes	USD 1 Día	USD 8 Horas	USD 1Hora
Comercialización	1,414	0,05	0,016	0,002
Consumo energético	22,31	0,74	0,248	0,031
TOTAL	23,72	0,79	0,27	0,033

Como se observa el consumo mensual que debe pagar el usuario es de 23,72 dólares, este valor se lo multiplica para los doce meses del año dando un total de 284,64 dólares, cabe recalcar que el consumo mensual esta realizado para 8 horas de consumo diario sin considerar días que no se requiera el sistema de control ni la ventilación forzada en el sitio de estudio ya que esto depende de los cambios climatológicos del lugar.

5.7. IMPACTOS DEL PROYECTO

5.7.1. Impacto técnico

El proveer de un sistema de control el cual busca mejorar el desempeño del sistema de ventilación dado que por medio de la temperatura se controla el encendido y el apagado del sistema de ventilación, esto ayudara a que los ventiladores no sufran desgaste por el

uso continuo y de esta manera tengan mayor vida útil este beneficio también tendrán los relés y el resto de los equipos del sistema de ventilación.

5.7.2. Impacto económico

El proyecto realizado tiene la finalidad de disminuir de temperatura y mejorar el ambiente de trabajo, para ello surge la necesidad de implementar un sistema de control de temperatura conjuntamente con el sistema de ventilación forzada, los cuales presentan una inversión de \$ 2.388,6 dólares siendo esta una buena inversión y de gran utilidad en el área de estudio ya que son beneficiadas todas las personas que hagan uso del mismo.

5.7.3. Impacto social

El impacto social debido al sistema de control de temperatura crea una forma de incentivar a los usuarios a seguir desarrollando nuevas alternativas de diseño y control que permitan mejorar las condiciones y necesidades de los beneficiarios.

5.7.4. Impacto ambiental

Debido a que el sistema de control de temperatura está diseñado para encender o apagar el sistema de ventilación, por consecuencia se obtendrá un ahorro de energía dado que el sistema de ventilación no estará encendido todo el tiempo.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Una vez finalizada la fase de pruebas del proyecto es posible determinar las conclusiones y recomendaciones a las que se ha llegado

6.1. CONCLUSIONES

- Mediante la recopilación de información bibliográfica sobre los sistemas de control de temperatura se logró determinar posibles soluciones para reducir el nivel térmico del sitio conjuntamente con la normativa a la que se rigen ciertos componentes.
- En el diseño del sistema de control de temperatura de un sistema de ventilación forzada se seleccionó el sensor de temperatura Pt100 y el LOGO 12/24 RCE V8.2 definidos en base a cálculos y de dimensionamiento para poder determinar las necesidades y requerimientos técnicos en la instalación de la presente propuesta tecnológica

- En cuanto a la implementación del sistema de control de temperatura conectada a la red eléctrica de 110V se determinó que la mayoría de elementos de control tienen alimentación DC en donde se optó por implementar una fuente de voltaje de 24V y una de 10V para la entrada del set por las conexiones al tablero eléctrico se las realizó en base a la Normativa Ecuatoriana de Construcción.
- Una conclusión que llegó a determinar el actual sistema de control de temperatura conjuntamente con el sistema de ventilación forzada es
- En la evaluación económica del sistema y de acuerdo al pliego tarifario que rige en la provincia de Cotopaxi referente al consumo de la planilla eléctrica se obtiene que el sistema de control de un sistema de ventilación forzada es viable ya que el sistema no funcionaría todo el tiempo sino cuando se lo requiera, en ese caso el consumo de potencia por hora será de aproximadamente 10 centavos.
- El sistema actual cuenta con cinco ventiladores, dos extractores eólicos y un extractor de pared o mecánico, mismo que se lo implementó con la finalidad de reducir la temperatura ambiente del lugar de estudio con la selección correcta de los elementos adecuados de control para que los usuarios puedan realizar sus actividades de mejor manera logrando su objetivo de reducción de temperatura.

6.2. RECOMENDACIONES

- Es de suma importancia conocer el manual de funcionamiento del sistema de control de temperatura, así como el de ventilación forzada para evitar accidentes durante su operación o mantenimiento.
- Es recomendable la implementación de más extractores de aire ya sean eólicos o mecánicos que permitan reducir el calor que permanece en la parte superior del lugar de estudio y así poder tener un mejor manejo de control de temperatura.
- Para futuras implementaciones de control de temperatura se recomienda usar otro tipo de ventilación debido al calor acumulado en el techo del área de estudio o a su vez incorporar cielo raso el cual disminuiría la entrada de calor al lugar mejorando el ambiente del sitio
- Es indispensable que el mantenimiento del sistema de control de temperatura se lo realice al menos tres veces al año para ampliar la vida útil de los equipos de medición y control.
- Se recomienda recopilar información meteorológica de por lo menos un año para comprender de mejor manera el comportamiento de la temperatura en el área de

estudio y poder dimensionar los materiales de acuerdo a los meses con mayor rango de calor en el sitio y de acuerdo a las necesidades del usuario.

- Finalmente se exhorta a las personas que hagan uso del proyecto tecnológico a seguir realizando proyectos que tengan que ver con sistemas de control de temperatura ya que existen varias alternativas para poder repotenciar el presente proyecto.

7. BIBLIOGRAFIA

- [1] E. Guzmán Y Valle *et al.*, “UNIVERSIDAD NACIONAL DE EDUCACIÓN.”
- [2] C. De Ingenieria and E. N. Eléctrico-Mecánica, “FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO.”
- [3] “Análisis, diseño y construcción de un módulo de control de temperatura para el laboratorio de la EIE CRI de la ESPOCH.”
<https://1library.co/document/zgwdpk2y-analisis-diseno-construccion-modulo-control-temperatura-laboratorio-esPOCH.html> (accessed Feb. 14, 2022).
- [4] J. Marcelo and S. Becerra, “ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS ‘CONSTRUIR Y AUTOMATIZAR UN SISTEMA DE EXTRACCIÓN DE OLORES Y VENTILACIÓN DEL ÁREA DE TRABAJO PARA UNA PANADERÍA’ PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE TECNÓLOGO EN MANTENIMIENTO INDUSTRIAL.”
- [5] S. Calidad, “METROLOGÍA PARA NO-METRÓLOGOS.”
- [6] N. A. Mesa, M. Arboit, and C. De Rosa, “Impreso en la Argentina,” *Av. en Energías Renov. y Medio Ambient.*, vol. 13, 2009.
- [7] “NORMA ECUATORIANA DE CONSTRUCCIÓN NEC CAPÍTULO 15 INSTALACIONES ELECTROMECAÓNICAS,” 2013.
- [8] X. Hidalgo, “NTE INEN ISO 7730 unidov AMBIENTE TERMICO.” Accessed: Feb. 07, 2022. [Online]. Available:
https://www.academia.edu/33574471/NTE_INEN_ISO_7730_unidov_AMBIENTE_TERMICO.
- [9] R. Villela *et al.*, “Nueva época. Septiembre-Diciembre,” *Rev. Investig. Científica*, vol. 3, no. 3, 2007.
- [10] B. Kuo, “Sistemas de control automático - Benjamin C. Kuo - Google Libros,”
Pearson, 1996.
https://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=&id=GyWr6cT8SEsC&oi=fnd&pg=PA9&dq=tipos+de+sistemas+de+control&ots=M5U0L_ITAj&sig=1RitSnApMmvSVX1K_kxn2TQJ9z4&redir_esc=y#v=onepage&q=tipos de sistemas de

- control&f=false (accessed Feb. 28, 2022).
- [11] K. Peixoto, “Control de temperatura con el PLC S7-200 (4).”
- [12] L. DE Angel Vargas Martinez Universidad Distrital Francisco José Caldas, “SISTEMA DE VENTILACIÓN DE AIRE ALIMENTADO POR ENERGIA SOLAR.”
- [13] E. M. Deago -Gonzalo, E. Pizarro, J. A. Díaz, A. Caballero, and H. Chambers, “Evaluación de sistemas de ventilación utilizando la radiación solar,” vol. 11, p. 2015.
- [14] P. D. Khaled Kamel, Ph.D. Eman Kamel, “Programmable Logic Controllers :Industrial Control,” *Mc Graw - Hill Educ.*, pp. 341–374, 2014, Accessed: Feb. 07, 2022. [Online]. Available: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128029299000145>.
- [15] N. Muñoz-Galeano, J. B. Cano-Quintero, and J. M. López-Lezama, “Control de un Convertidor Elevador de Voltaje AC/DC Utilizando Balance de Potencias,” vol. 27, no. 2, pp. 3–10, 2015, doi: 10.4067/S0718-07642016000200002.
- [16] “NTE INEN-IEC 60751 TERMÓMETROS INDUSTRIALES DE RESISTENCIA DE PLATINO Y SENSORES DE TEMPERATURA DE PLATINO (IEC 60751:2008, IDT),” 2008.
- [17] A. Roman Gonzalez, “Elaboración de Algoritmos de Prueba para Relés de Protección,” Accessed: Feb. 02, 2022. [Online]. Available: <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00687425>.
- [18] “Vista de Relés electromagnéticos y electrónicos. Parte I: relés y contactores.” <http://www.vivatacademia.net/index.php/vivat/article/view/373/689> (accessed Mar. 24, 2022).
- [19] Lorenzo Fernández Angulo and Iván Garcia Daza, “CONTROL DE UN RELÉ DE ESTADO SOLIDO MEDIANTE UNA APLICACIÓN QT EMPLEANDO ETHERNET Y BUS CAN,” Universidad de Alcalá, España - Madrid, 2022.
- [20] Iec, “INTERNATIONAL STANDARD NORME INTERNATIONALE Safety of machinery-Electrical equipment of machines-Part 1: General requirements Sécurité des machines-Équipement électrique des machines-Partie 1: Exigences générales INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION,” 2016.

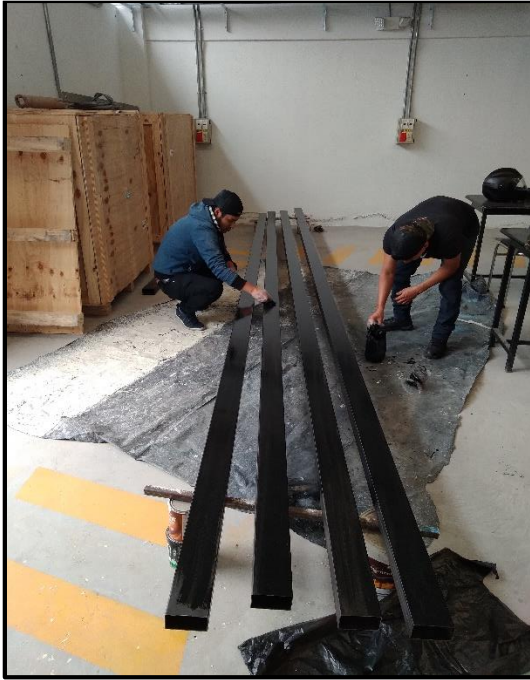
- [21] “Maniobra: Interruptor selector 2 posiciones de 22mm-Siemens.”
<https://www.didacticaselectronicas.com/index.php/instrumentación-industrial/maniobra/muletilla-interruptor-selector-2-posiciones-22mm-suiches-switch-interruptores-selectores-perilla-posiciones-industriales-22mm-siemens-detail> (accessed Feb. 02, 2022).
- [22] Electro Cables, “ELECTROCABLES,” *Electro Cables*, vol. 1, no. 2018, pp. 1–182, 2018, Accessed: Feb. 05, 2022. [Online]. Available:
<https://www.electrocable.com/uploads/catficha/cata-logo-electrocables-2018.pdf>.
- [23] “Vista de Perspectivas de los criterios de evaluación financiera, una selfie al presupuesto de proyectos de inversión,” Accessed: Feb. 24, 2022. [Online]. Available: <http://201.159.222.115/index.php/innova/article/view/357/410>.
- [24] Corporación Nacional de Electricidad, “Pliego Tarifario - CNEL EP,” 2019.
<https://www.cnelep.gob.ec/pliego-tarifario-consumidor-tarifa/> (accessed Mar. 01, 2022).

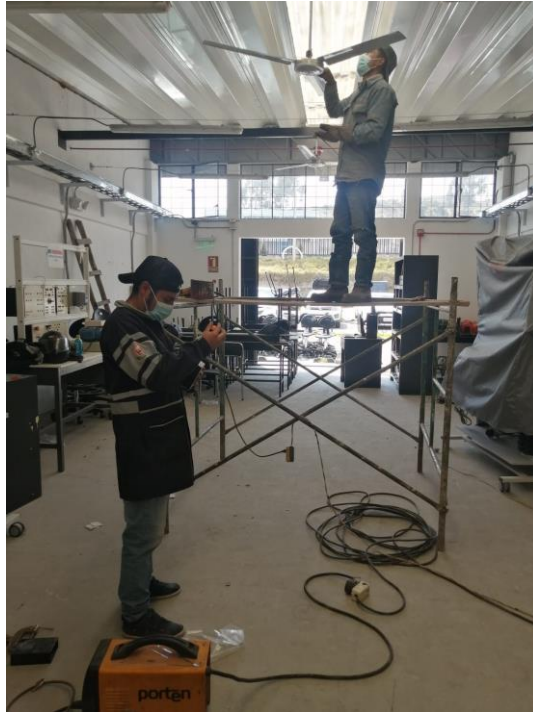
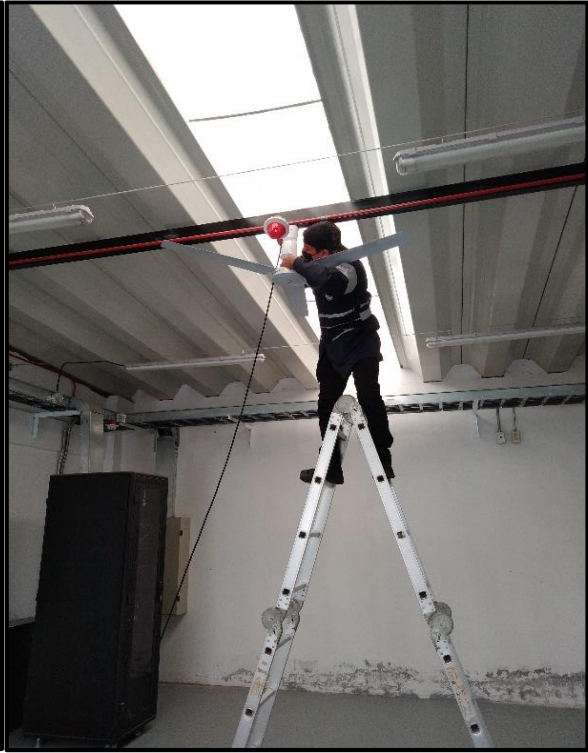
8. ANEXOS

Anexo A. Recolección de datos en el lugar de estudio



Anexo B. Implementación del sistema de control de temperatura y de ventilación





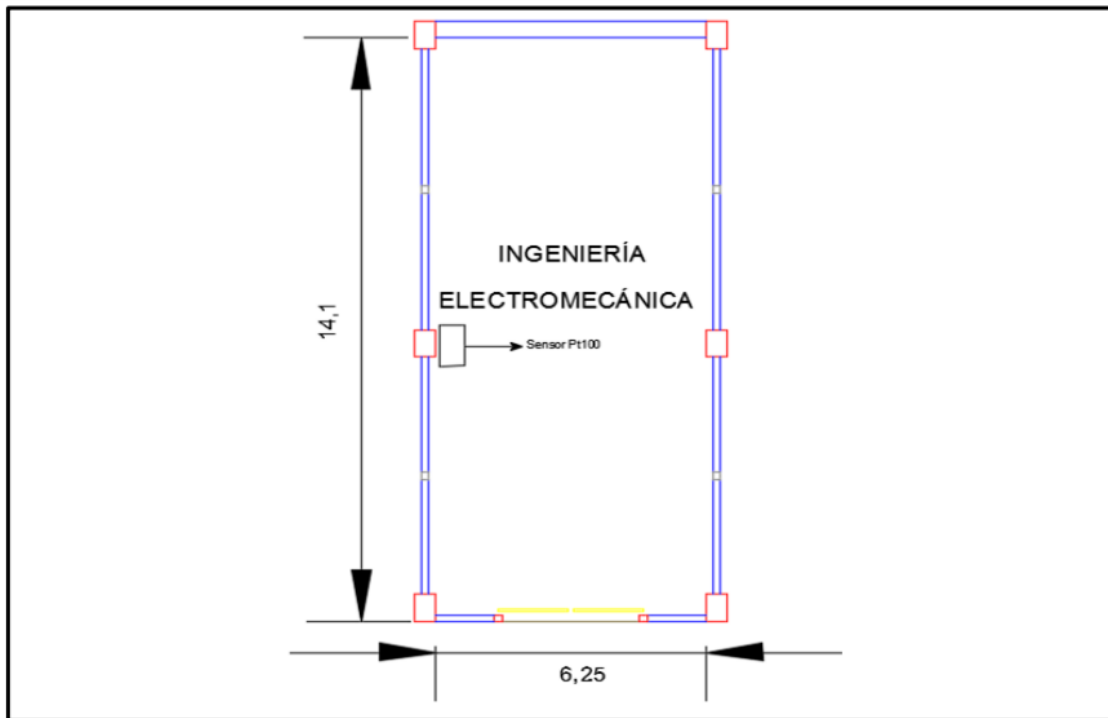


Anexo C Implementación de los extractores eólicos

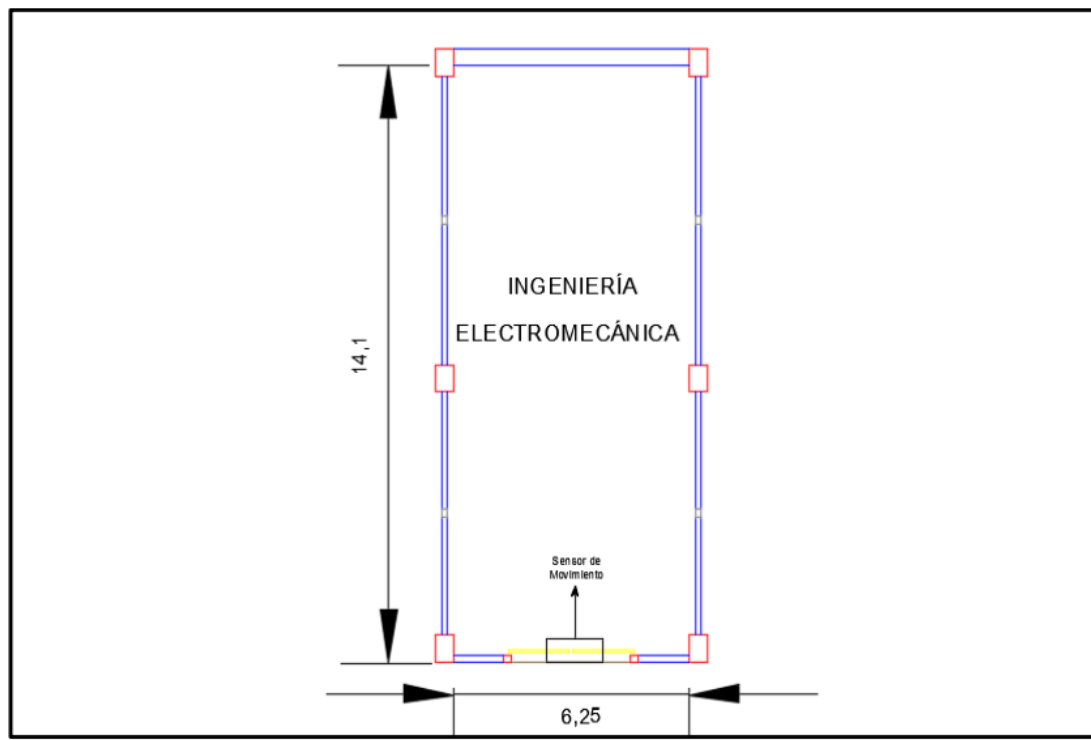




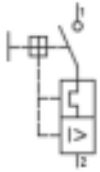



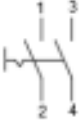




Anexo D Ubicación del sensor de temperatura en el plano



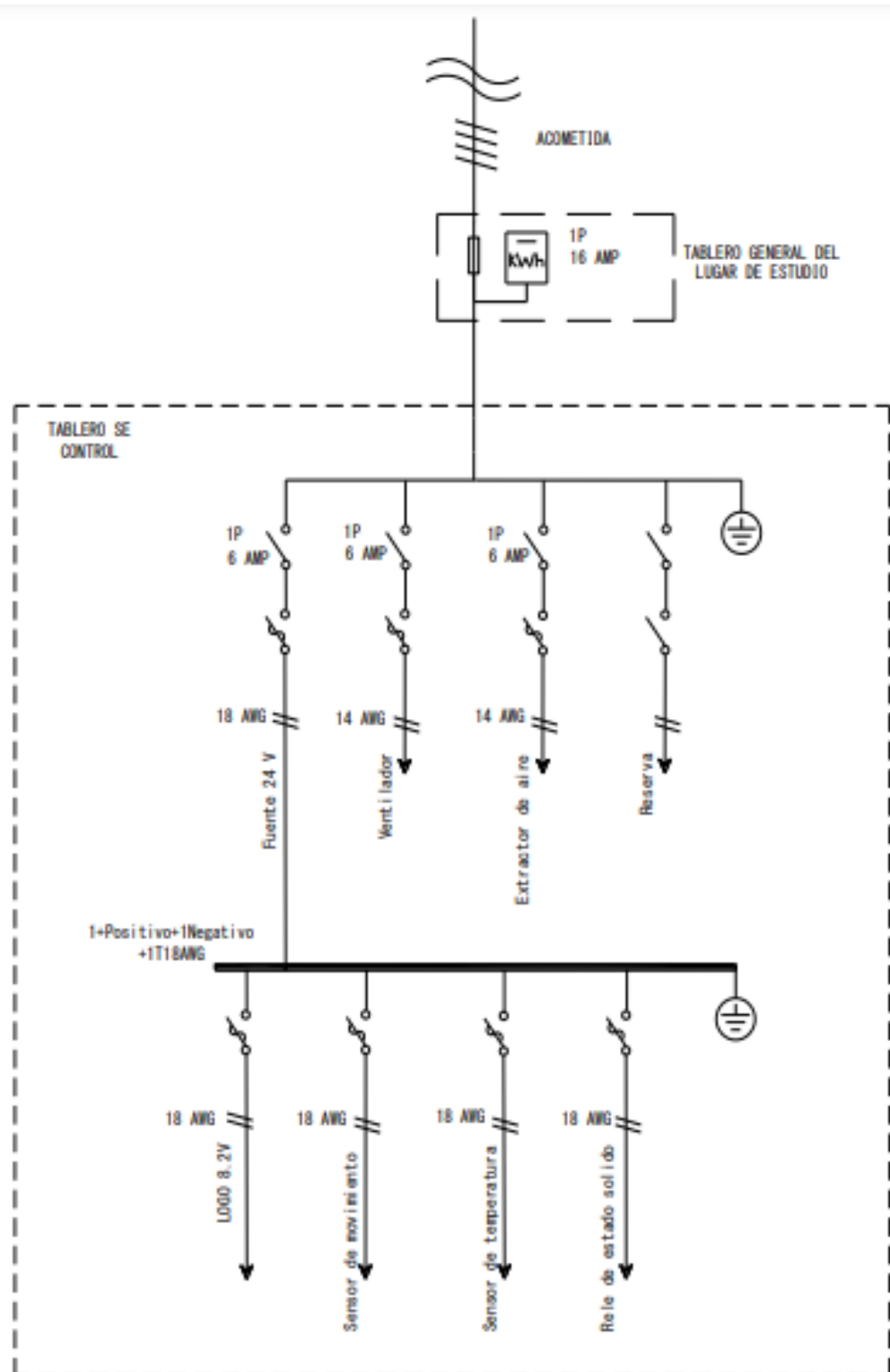
Anexo E Ubicación del sensor de movimiento en el plano



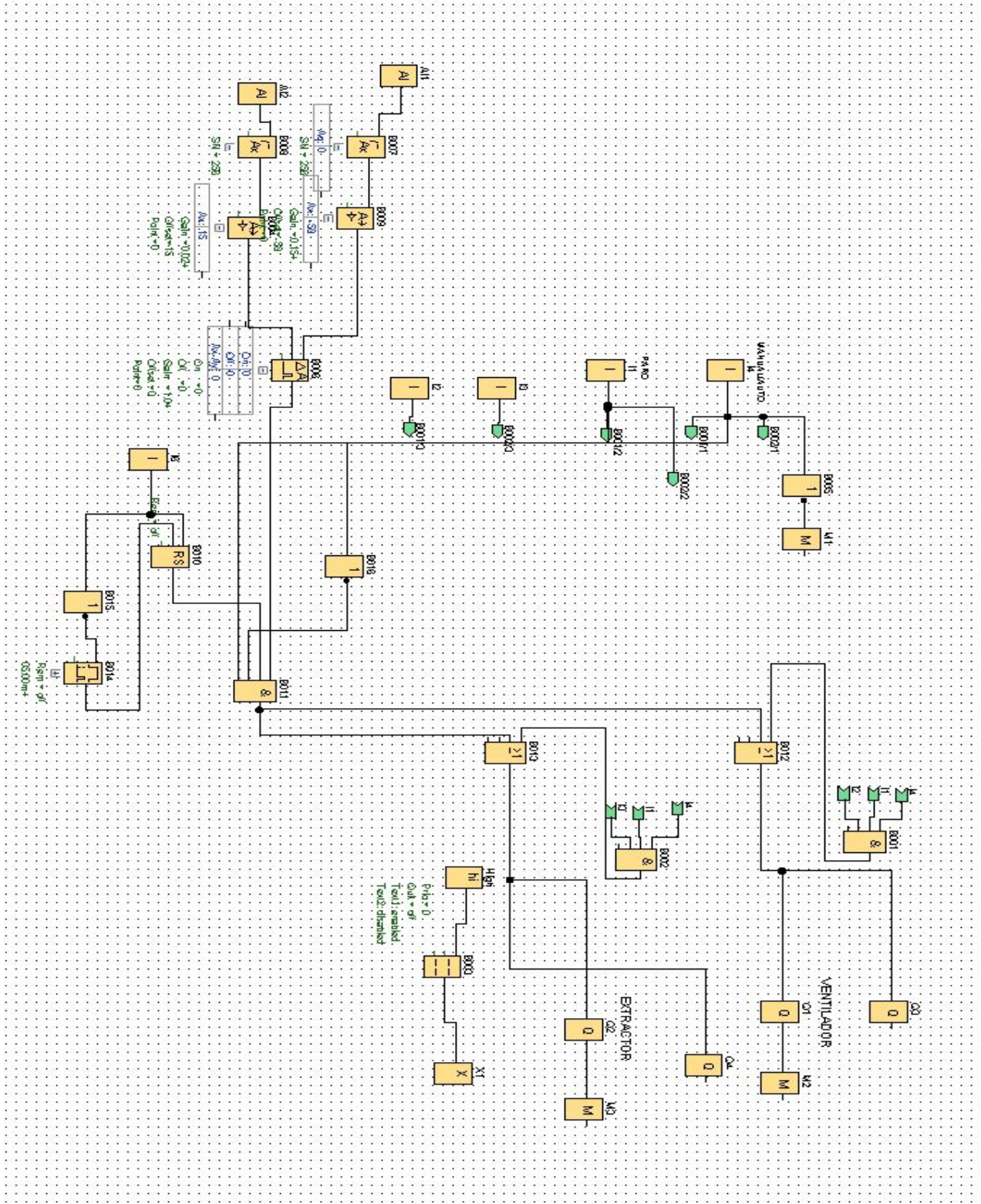
Anexo F Simbología utilizada en el diagrama unifilar

SIMBOLOGÍA	DESCRIPCIÓN
	<p>Interrupor Termomagnético 1P</p>
	<p>Fusible</p>
	<p>Fuente de voltaje 24 V</p>
	<p>Detector de movimiento</p>
	<p>Selector de dos posiciones</p>
	<p>Paro de emergencia</p>
	<p>Luz piloto</p>
	<p>Relé de estado solido</p>
	<p>Relé de interfaz</p>

Anexo G Esquema unifilar de las protecciones del sistema de ventilación forzada y sistema de control

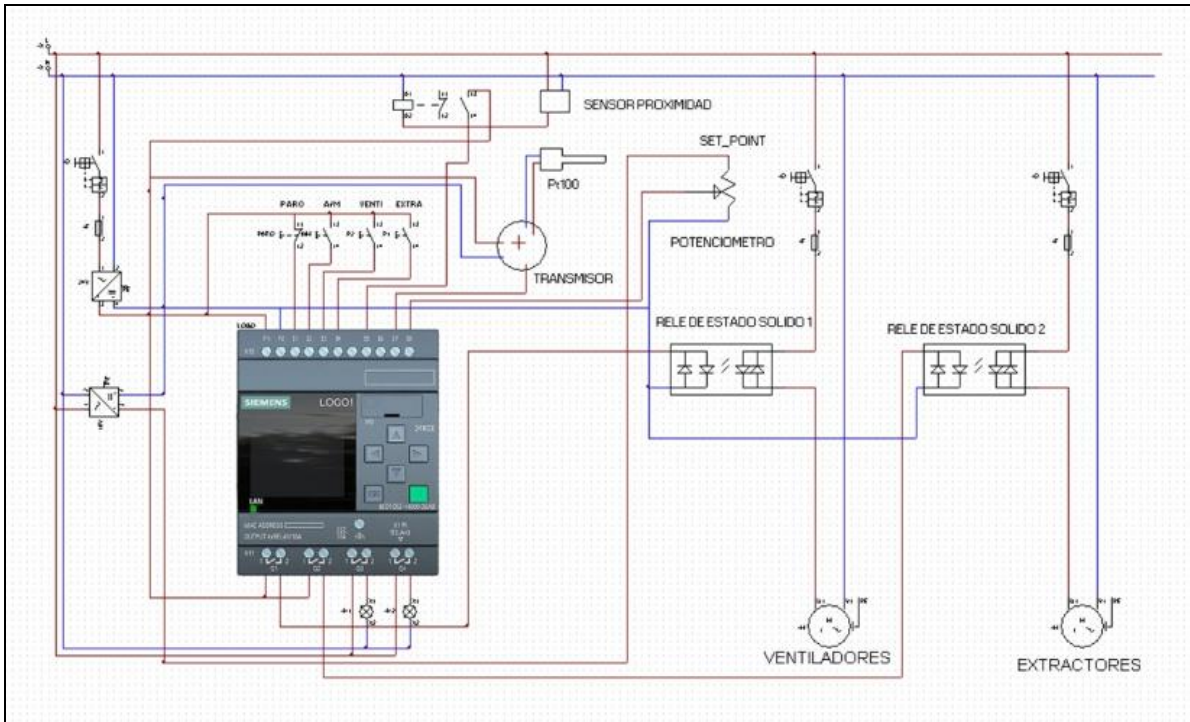


Anexo H Programación en logo Soft Confort

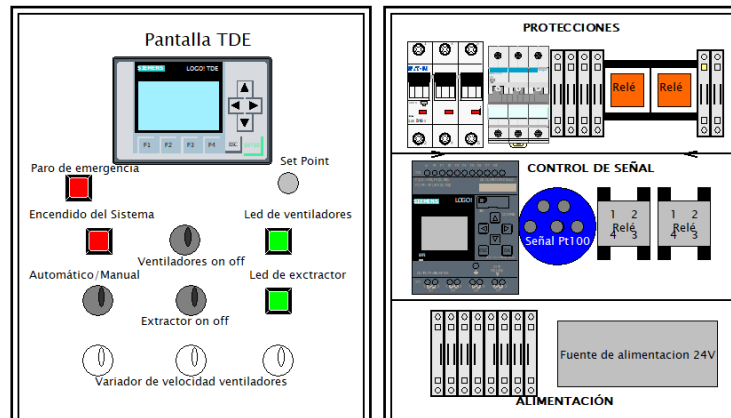
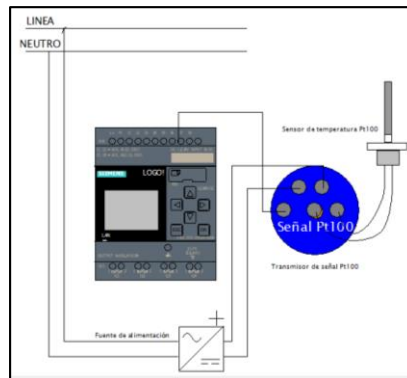


Anexo I. Diagrama en Cade_Simu y ProfiCad

Cade_Simu



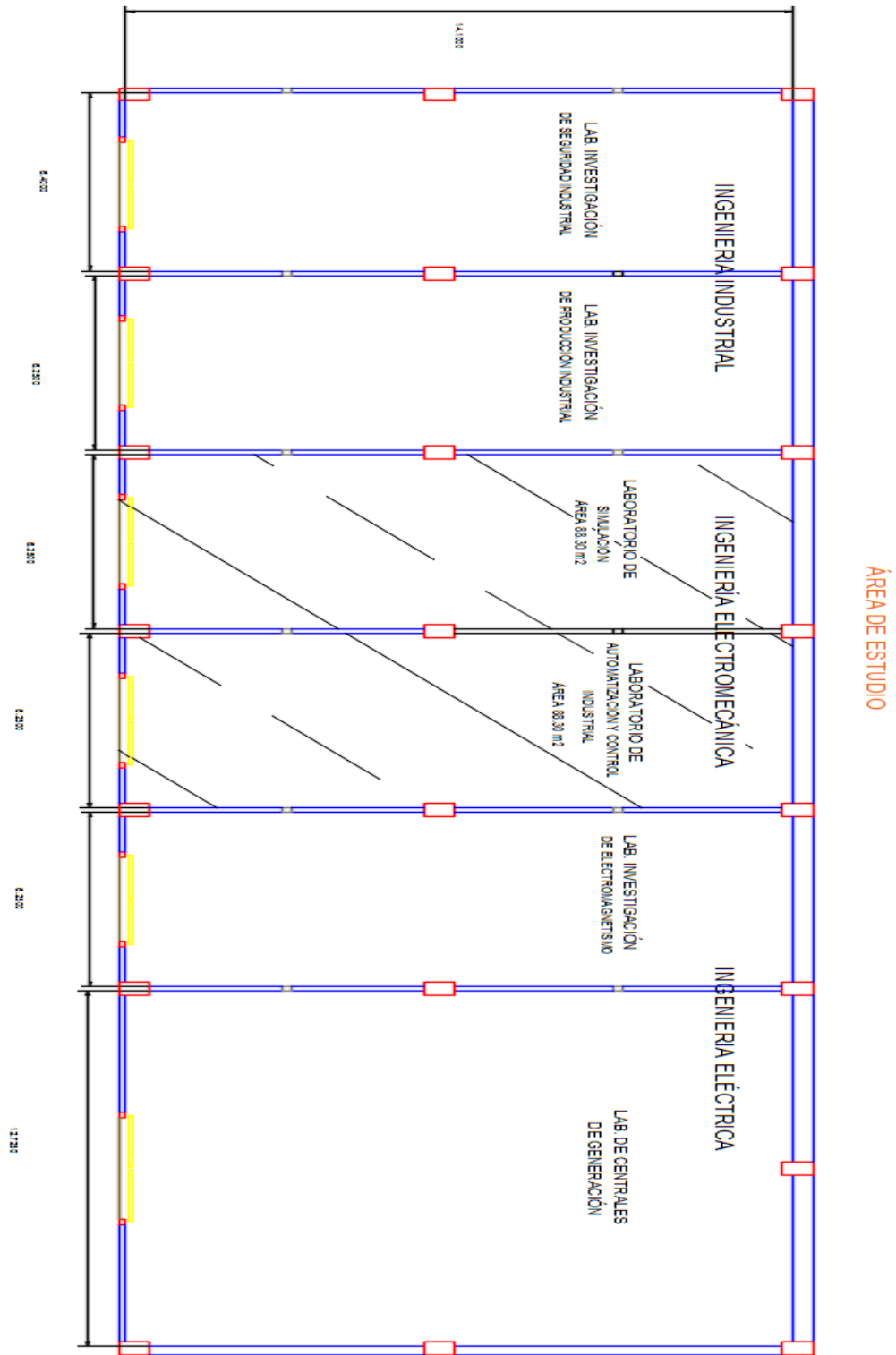
ProfiCad



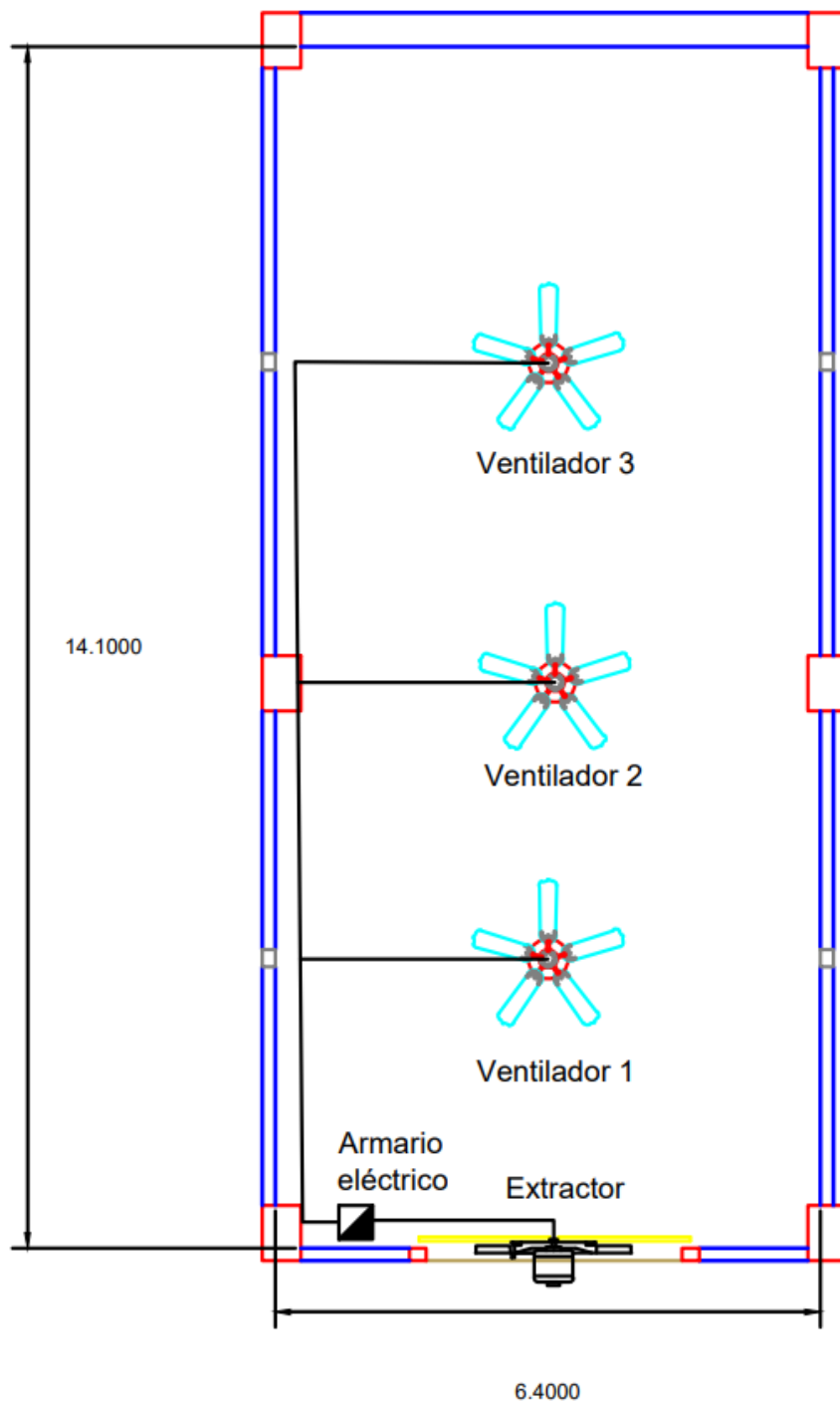
Anexo J. Configuración de Logo V8



Anexo K. Plano general de la implementación



Anexo L. Ubicación del de los elementos de control de temperatura y ventilación en el plano



Anexo M Cálculo en función de la temperatura

$$\alpha = \frac{R_{100} - R_0}{R_0 * 100^{\circ}C}$$

$$\alpha = \frac{138.5 - 100}{100 * 100^{\circ}C} = 0,003851 = 385,1 * 10^{-5} (^{\circ}C)$$

Con este dato estaríamos determinando que necesitamos un sensor PT100 de versión (385) ya que se denomina y se redondea a ese valor. Este coeficiente de temperatura se encuentra especificado en la norma IEC 60751:2008.

De acuerdo a la tabla procedemos a calcular la variación de la resistencia por cada grado.

$$0^{\circ}C = 100\Omega$$

$$100^{\circ}C = 138.51\Omega$$

$$R = \frac{38.51}{100} = 0.385 \sim 0.4\Omega \text{ POR CADA GRADO}$$

Se calcula la intensidad de corriente dependiendo de la temperatura en el rango de 18°C a 30°C

Intensidad a 18°C	$I = \frac{5.126V}{18 * 0.385\Omega} = 0.7397A$
Intensidad a 19°C	$I = \frac{5.191V}{19 * 0.385\Omega} = 0.7096A$
Intensidad a 20°C	$I = \frac{5.265V}{20 * 0.385\Omega} = 0.6838A$
Intensidad a 21°C	$I = \frac{5.316V}{21 * 0.385\Omega} = 0.6575A$
Intensidad a 22°C	$I = \frac{5.390V}{22 * 0.385\Omega} = 0.6364A$
Intensidad a 23°C	$I = \frac{5.459V}{23 * 0.385\Omega} = 0.6165A$
Intensidad a 24°C	$I = \frac{5.507V}{24 * 0.385\Omega} = 0.596A$
Intensidad a 25°C	$I = \frac{5.594V}{25 * 0.385\Omega} = 0.5812A$
Intensidad a 26°C	$I = \frac{5.650V}{26 * 0.385\Omega} = 0.5644A$
Intensidad a 27°C	$I = \frac{5.684V}{27 * 0.385\Omega} = 0.5468A$

Intensidad a 28°C	$I = \frac{5.741V}{28 * 0.385\Omega} = 0.5326A$
Intensidad a 29°C	$I = \frac{5.785V}{29 * 0.385\Omega} = 0.5181A$
Intensidad a 30°C	$I = \frac{5.845V}{30 * 0.385\Omega} = 0.5061A$

Anexo N Proyecto actual



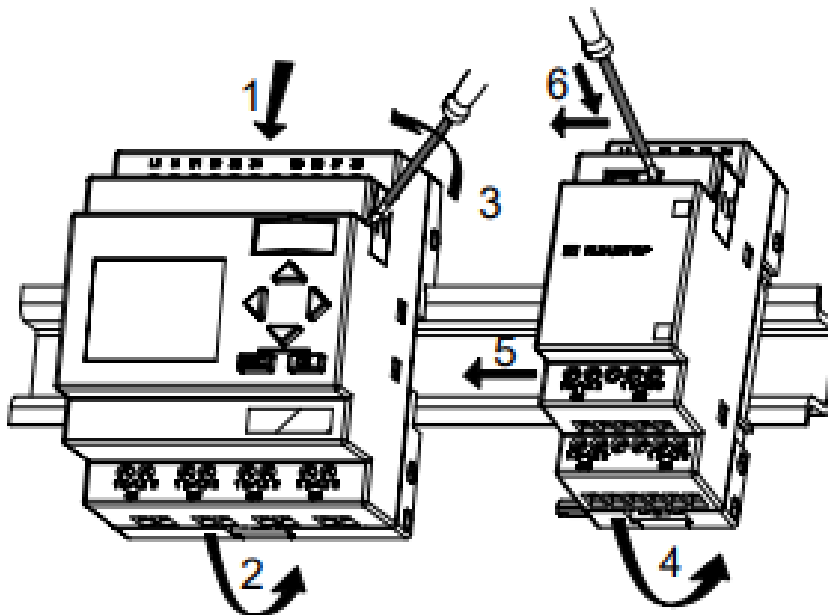
2.2.1 Montaje en el perfil soporte

Montaje

Para **montar** un LOGO! Basic y un módulo digital sobre un perfil soporte:

LOGO! Basic:

1. Coloque LOGO! Basic sobre el perfil soporte.
2. Gire LOGO! Basic hasta introducirlo en el perfil soporte. La guía deslizante situada en la parte trasera debe encajar en el perfil soporte.



LOGO! LOGO!:

3. Retire la tapa del conector del lado derecho del LOGO! Basic/del módulo de ampliación de LOGO!
4. Coloque el módulo digital a la derecha de LOGO! Basic sobre el perfil soporte.
5. Deslice el módulo digital hacia la izquierda hasta alcanzar el LOGO! Basic.

2.3.2 Conexión de las entradas de LOGO!

Condiciones

A las entradas se conectan sensores tales como pulsadores, interruptores, barreras fotoeléctricas, reguladores de luz natural, etc.

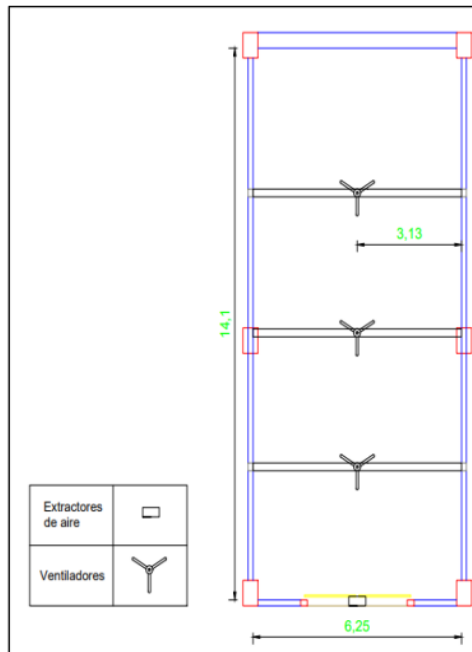
Propiedades de los sensores para LOGO!

	LOGO! 12/24 RC/RCo LOGO! DMB 12/24 R		LOGO! 24/24o LOGO! DMB 24	
	H ... I6	I7,I8	H ... I6	I7,I8
Estado de conexión 0	< 5 V CC	< 5 V CC	< 5 V CC	< 5 V CC
Intensidad de entrada	< 1,0 mA	< 0,05 mA	< 1,0 mA	< 0,05 mA
Estado de conexión 1	> 8 V CC	> 8 V CC	> 8 V CC	> 8 V CC
Intensidad de entrada	> 1,5 mA	> 0,1 mA	> 1,5 mA	> 0,1 mA

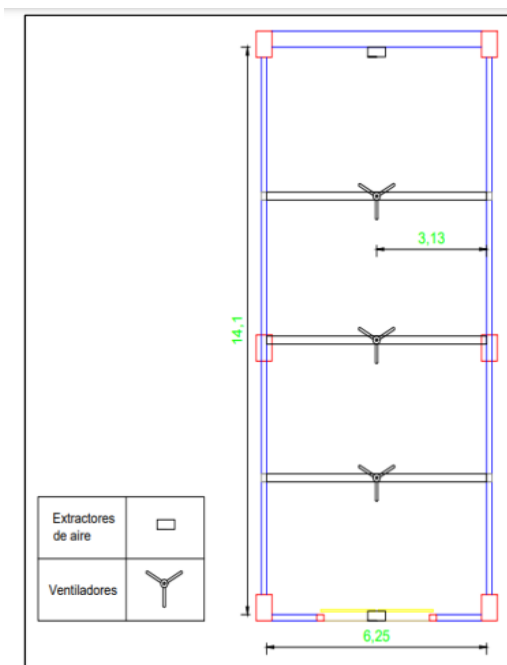
	LOGO! 24 RC/RCo (AC) LOGO! DMB 24 R (CA)	LOGO! 24 RC/RCo (DC) LOGO! DMB 24 R (CC)	LOGO! 230 RC/RCo (CA) LOGO! DMB 230 R (CA)	LOGO! 230 RC/RCo (CC) LOGO! DMB 230 R (CC)
Estado de conexión 0	< 5 V CA	< 5 V CC	< 40 V CA	< 30 V CC
Intensidad de entrada	< 1,0 mA	< 1,0 mA	< 0,03 mA	< 0,03 mA
Estado de conexión 1	> 12 V CA	> 12 V CC	> 79 V CA	> 79 V CC
Intensidad de entrada	> 2,5 mA	> 2,5 mA	> 0,08 mA	> 0,08 mA

Anexo P Esquema de las pruebas realizadas en el laboratorio

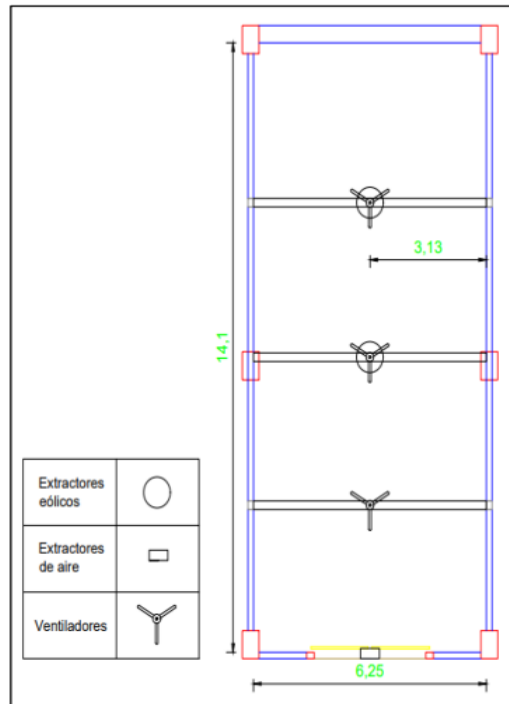
Prueba 1



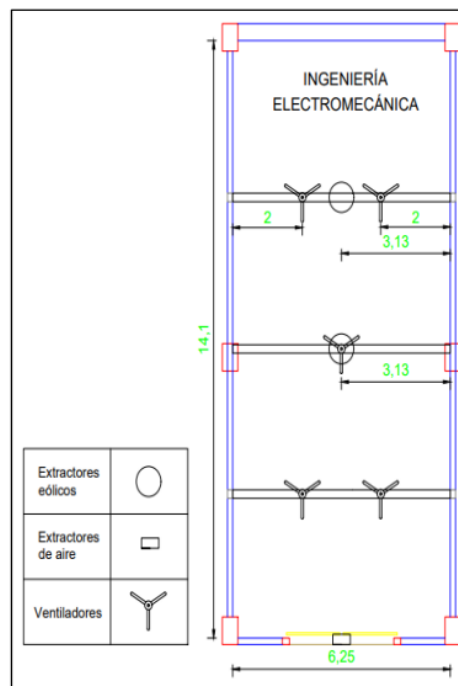
Prueba 2



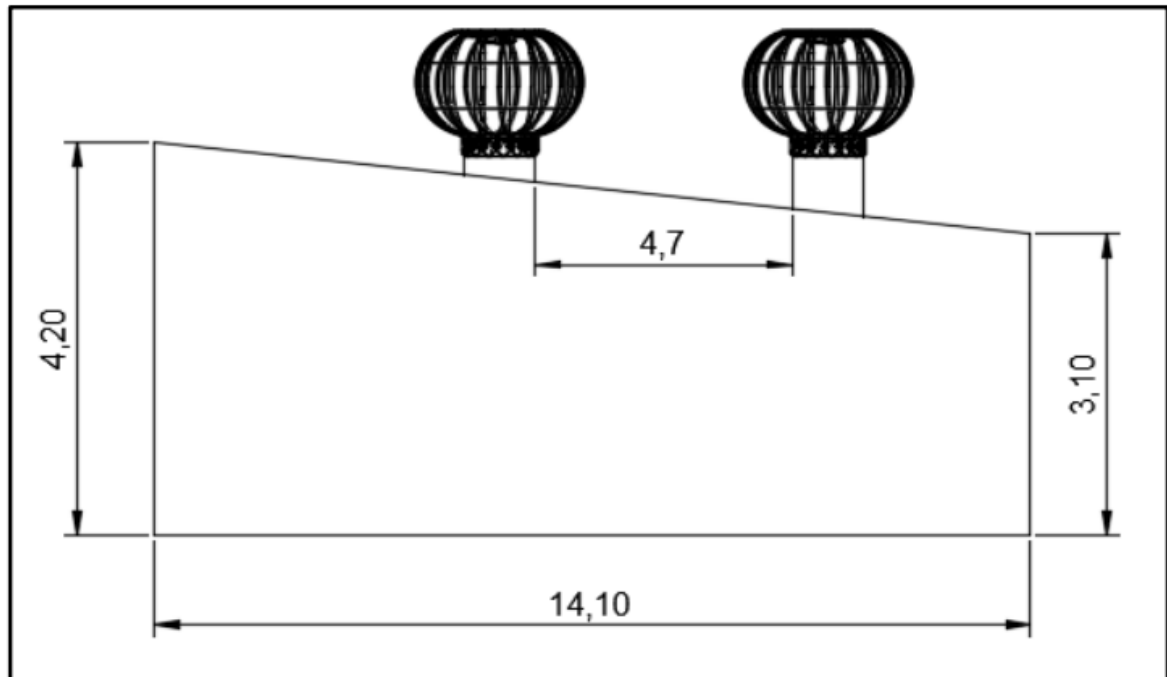
Prueba 3



Prueba 4



Anexo Q Ubicación de los extractores eólicos en el laboratorio



**LABORATORIO DE ELECTROTECNIA
CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA**

ELABORADO POR: Estudiantes	REVISADO POR: Laboratorista	APROBADO POR: Director de carrera
Tipán Jhonny Vega Stalin	Ing. Maldonado Carlos	M.Sc. Proaño Xavier
Fecha: 15/02/2022	Fecha:	Fecha:
Firma:	Firma:	Firma:

1	OBJETIVO
<p>Establecer un instructivo que permita identificar los pasos a seguir para una adecuada operación del tablero de control del SISTEMA DE VENTILACIÓN FORZADA, instalada en la parroquia ELOY ALFARO, con ello evitar malas manipulaciones y accidentes durante su funcionamiento, garantizando una correcta operación del equipo.</p>	

2	FUNDAMENTACIÓN TEORICA
<p>2.1. INTRODUCCIÓN Dirigido al personal encargado de su operación el tablero de control del SISTEMA DE VENTILACIÓN FORZADA PARA EL SECTOR DE LATACUNGA, instalada en la parroquia ELOY ALFARO, para su supervisión al momento de su operación y puesta en marcha.</p> <p>TABLERO DE CONTROL DE LA AUTOMATIZACIÓN DEL SISTEMA DE VENTILACION FORZADA</p> <p>El tablero de control es el encargado de controlar el sistema de ventilación forzada cuando permanece activado el modo automático, mientras que si está activado en modo manual, el tablero de control funcionará con la manipulación de un personal encargado y capacitado para su correcto funcionamiento.</p>	

3	RECOMENDACIONES
<ul style="list-style-type: none"> • Realizar una breve inspección visual del equipo para comprobar que se encuentra en perfecto estado. • Verificar que los dispositivos que se encuentra en la parte interior del tablero no estén defectuosos al momento de operar. • Solo el personal encargado debe manipular el tablero de control del sistema de ventilación forzada. • Utilizar ropa y calzado adecuados al momento de entrar al sitio de estudio para la manipulación del tablero de control. • Respetar las señalizaciones existentes de los selectores y potenciómetros tanto del ventilador, extractor, y modos manual automático. 	

1) VENTILADORES:

Es un equipo que nos permite refrigerar una habitación mediante el impulso de aire a una presión moderada mediante un motor que hace girar sus aspas.

**2) EXTRACTOR DE AIRE:**

El extractor de aire es un equipo que contiene aspas giratorias que extrae el aire de una habitación, laboratorios, taller para mantener el lugar en un ambiente óptimo, se puede utilizar como extractor o impulsador.

**3) PLC LOGO SIEMENS:**

El PLC logo siemens es un módulo inteligente que permite dar soluciones para ingeniería mediante el control de sus salidas programando de varias entradas, en donde las salidas pueden ser contactores, relés. Mientras que las entradas pueden ser interruptores, pulsadores, temporizadores.

**4) RELÉ AUXILIAR:**

El relé auxiliar ayuda a otro relé a realizar una acción cuando su circuito operativo está abierto o cerrado manteniendo una correcta función.



5) RELÉ DE ESTADO SOLIDO:

Es un dispositivo que utiliza un interruptor de estado sólido en lugar de contactos mecánicos para conmutar cargas de potencia a partir de señales de control.



6) SENSORES DE TEMPERATURA:

Es un dispositivo que permite obtener datos de temperatura instantáneos en el lugar de estudio mediante su resistencia de 100 ohm a 0°C, En donde la resistencia de PT100 varía en función de su temperatura.



7) SENSORES DE MOVIMIENTO:

Es un dispositivo electrónico o también identificado en algunos casos como sensor de movimiento que activa el sistema de (encendido o apagado) cuando detecta movimientos de una persona en el área de instalación.



8) FUENTE DE 24 VDC:

Es una fuente de alimentación en la que se transforma la energía eléctrica de voltaje alterna a voltaje en continua para alimentar a los diferentes dispositivos electrónicos.



9) SELECTOR ON / OFF:

Es un dispositivo conocido como selector de dos posiciones que tiene la capacidad de abrir o cerrar los contactos según una posición seleccionada manualmente controlada por el mismo dispositivo.



10) PARO DE EMERGENCIA:

Los dispositivos de parada de emergencia brindan al operador una forma de detener la máquina con solo presionar un botón en caso de emergencia para evitar lesiones personales o pérdidas materiales.

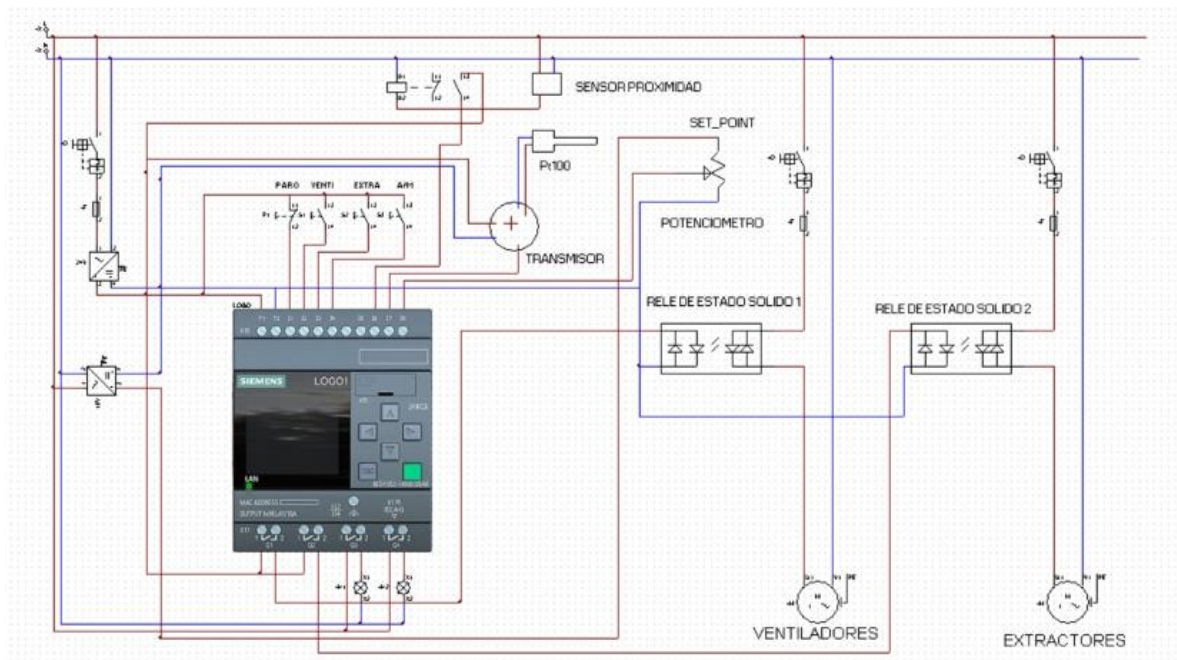


11) LUCES PILOTO:

Es un dispositivo de señalización donde la luz piloto de color rojo se utiliza para la emergencia, condiciones peligrosas donde se requiere una acción inmediata, mientras que la luz piloto de color verde es cuando la maquina está en funcionamiento.



11) DIAGRAMA GENERAL DEL SISTEMA DE CONTROL



Conexión del diagrama general

Elemento	Entrada/Salida	Análoga/Digital	Función	Conexión al terminal del LOGO 12/24V
Paro de emergencia P1	Entrada	Digital	Apaga del sistema	I1
Selector S1	Entrada	Digital	Control encendido – apagado de los ventiladores	I2
Selector S2	Entrada	Digital	Control encendido – apagado del extractor	I3
Selector S3	Entrada	Digital	Selección del modo de operación manual - automático	I4
Sensor de presencia	Entrada	Digital	Detecta el movimiento	I6
Sensor de temperatura	Entrada	Analógica	Sensar la temperatura	I7
Set point	Entrada	Analógica	Establece la temperatura de referencia para el control	I8
Relé de estado sólido 1	Salida	Digital	Salida del ventilador	Q1
Relé de estado sólido 2	Salida	Digital	Salida del extractor	Q2
Luz piloto 1	Salida	Digital	Indica el encendido del sistema	Q3
Luz piloto 2	Salida	Digital	Indica el modo manual – automático del sistema	Q4

5 PROCEDIMIENTO PARA EL USO DEL TABLERO DE CONTROL

1. Energizar el equipo.
2. Verificar que la luz de color rojo ubicada en la parte frontal del tablero esté encendida.
3. Verificar que el selector principal está en modo manual o automático
4. Seleccionar el modo manual o automático dependiendo el uso que se la quiera dar.
5. Seleccionar con el potenciómetro de temperatura la temperatura.

Modo manual

6. Verificar que el selector del ventilador se encuentre encendido en caso de no estar encenderlo para su funcionamiento.
7. Verificar que el selector del extractor se encuentre encendido en caso de no estar encenderlo para su funcionamiento
8. Verificar que los potenciómetros del ventilador estén encendidos.
9. Seleccionar el nivel de velocidad deseado de los ventiladores.

Modo automático

10. Verificar que el selector del ventilador se encuentre encendido en caso de no estar encenderlo para su funcionamiento.
11. Verificar que el selector del extractor se encuentre encendido en caso de no estar encenderlo para su funcionamiento.
12. Verificar que los potenciómetros del ventilador estén encendidos.
13. Seleccionar el nivel de velocidad deseado de los ventiladores.
14. Verificar el funcionamiento del sensor de movimiento.
15. Para la activación del modo automático se requiere del movimiento de personas dentro del sitio de estudio y que la temperatura exceda a la temperatura seleccionada.

LABORATORIO DE ELECTROTECNIA