



Universidad
Técnica de
Cotopaxi

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS
CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA EN SISTEMAS ELÉCTRICOS DE
POTENCIA**

PROPUESTA TECNOLÓGICA

TEMA:

**“SISTEMA PARA EL ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO TÉRMICO Y
MONITOREO MEDIANTE EL USO DE UN ALGORITMO EN EL INVERNADERO
N°2 DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI CAMPUS SALACHE”**

Propuesta Tecnológica presentado previo a la obtención del Título de Ingeniero Eléctrico en
Sistema Eléctrico de Potencia

AUTORES:

Tapia Villamarin Antonio Agustin

Tipán Quinga Marco Vinicio

TUTOR:

Ing. Rommel Eusebio Suárez Vinueza. MSc

LATACUNGA – ECUADOR

Septiembre - 2020

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Nosotros **TAPIA VILLAMARIN ANTONIO AGUSTIN** y **TIPÁN QUINGA MARCO VINICIO**, declaramos ser autores de la presente propuesta tecnológica: **“SISTEMA PARA EL ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO TÉRMICO Y MONITOREO MEDIANTE EL USO DE UN ALGORITMO EN EL INVERNADERO N°2 DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI CAMPUS SALACHE”**, siendo el **ING. ROMMEL EUSEBIO SUÁREZ VINUEZA. 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, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en la presente propuesta tecnológica, son de nuestra exclusiva responsabilidad.



.....
Tapia Villamarin Antonio Agustin

C.I: 050431808-0



.....
Tipán Quinga Marco Vinicio

C.I: 172297551-1

AVAL DEL TUTOR DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA

En calidad de Tutor del Trabajo de Investigación sobre el Título:

“SISTEMA PARA EL ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO TÉRMICO Y MONITOREO MEDIANTE EL USO DE UN ALGORITMO EN EL INVERNADERO N°2 DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI CAMPUS SALACHE”, de los señores **TAPIA VILLAMARIN ANTONIO AGUSTIN** y **TIPÁN QUINGA MARCO VINICIO** de la carrera de **INGENIERÍA ELÉCTRICA**, considero que dicho informe investigativo cumple los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi, para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, 15 de septiembre 2020

Atentamente



Ing. Rommel Eusebio Suárez Vinueza

.....
Ing. Rommel Eusebio Suárez Vinueza. MSc.

CC: 180416535-3

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la **FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA Y APLICADAS**; por cuanto, los postulantes: **TAPIA VILLAMARIN ANTONIO AGUSTIN, TIPÁN QUINGA MARCO VINICIO** con el título de Proyecto de titulación: **SISTEMA PARA EL ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO TÉRMICO Y MONITOREO MEDIANTE EL USO DE UN ALGORITMO EN EL INVERNADERO N°2 DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI CAMPUS SALACHE** 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, 15 de septiembre 2020

Para constancia firman:



Lector 1 (Presidente)
Nombre: Ing. Guaypatín Oscar
CC: 180282943-0



Lector 2
Nombre: Ing. Toaza Jimmy
CC: 171762106-2



Lector 3
Nombre: Ing. León Ángel
CC: 050204135-3

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradezco a Dios todo poderoso por no abandonarme en ningún momento de mi vida.

Retribuyo este título a mi madre: Norma Tapia por todo el esfuerzo impartido en mí en los momentos más difíciles de mi vida, su apoyo incondicional, emocional y económico que me ayudado a lograr cumplir una meta más en la vida y poder ser un profesional.

Agradezco en especial a Lisbeth Molina quien estuvo junto a mí en todo momento de mi vida universitaria, dándome su apoyo constante, ánimos, consejos y conversaciones para poder superar todos los obstáculos que se me presentaron, para seguir adelante y no desistir en ningún momento de extenuación.

Antonio Tapia.

DEDICATORIA

Dedico este título universitario a mi madre Norma Piedad Tapia Villamarin quien me ayudo con sus consejos en todo instante de mi vida y a mis dos angelitos que están en el cielo José Ramón Tapia Carrera (PÁ PEPE) y María Segunda Guadalupe Villamarin Tapia (MAMI SEGUNDA), quienes desde el cielo me cuidan y me protegen, quienes confiaron en mí para lograr esta meta, siendo los pilares fundamentales en mi vida, guiándome por un camino de bien con valores, respeto y humildad, todo su esfuerzo y confianza están retribuidos en este título profesional.

Antonio Tapia.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, quiero agradecer a Dios, por brindarme la salud, fortaleza y sabiduría para culminar con éxito una etapa académica y los conocimientos adquiridos ponerlos en práctica en mi vida como un profesional.

A mis padres Elías Tipán y María Quinga, quienes fueron los pilares fundamentales en mi camino como estudiante, ya que me apoyaron económicamente y lo más importante moralmente para que yo pueda alcanzar mi objetivo de ser un profesional universitario.

También a mis hermanos quienes siempre estuvieron brindándome su apoyo, motivación y palabras de perseverancia las cuales me impulsaron, para que sea una persona responsable con mis estudios.

Por último, a la Universidad Técnica de Cotopaxi por brindarme la oportunidad de realizar mis estudios en su noble Institución; a los docentes lectores de la Facultad de CIYA, por compartir todo su conocimiento en el proceso de titulación.

Marco Tipán

DEDICATORIA TIPÁN

El presente trabajo está dedicado en primer lugar a Dios por cuidar y guiarme, en cada uno de mis pasos que di como estudiante y así llegar a culminar la carrera de Ingeniería Eléctrica, a mis Padres quienes me apoyaron desde el principio en cada una de las etapas de la carrera y en todo momento de mi vida estudiantil, personal y laboral, ya que ellos me inculcaron muchos valores con los cuales aprendí a ser perseverante y esforzarme por cumplir cualquier meta propuesta.

A mis hermanos que nunca dejaron de confiar en mis capacidades para lograr culminar la carrera, con sus palabras de aliento, apoyo y motivación forjaron un carácter de superación y llegar a convertirme en un profesional.

A todos mis amigos y personas cercanas en la familia quienes me supieron brindar su apoyo y palabras de aliento cuando más lo necesitaba, para continuar sin desmayar y defraudar a todos quienes confiaban en mí.

Marco Tipán

AGRADECIMIENTO

Agradecemos al Ing. Rommel Eusebio Suárez Vinuesa MSc., por su sabiduría y colaboración en el desarrollo de nuestro trabajo de titulación.

Antonio Tapia, Marco Tipán.

1.	INFORMACIÓN GENERAL	1
2.	DISEÑO INVESTIGATIVO DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA.....	2
2.1.	Título de la Propuesta Tecnológica	2
2.2.	Tipo de Propuesta Alcance	2
2.3.	ÁREA DEL CONOCIMIENTO	3
2.4.	SINOPSIS DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA	3
2.5.	OBJETIVO DE ESTUDIOS Y CAMPO DE ACCIÓN	4
2.5.1.	Objetivo de Estudio	4
2.5.1.	Campo de Acción	4
2.6.	JUSTIFICACIÓN	4
2.7.	BENEFICIARIOS	5
2.8.	SITUACIÓN PROBLÉMICA Y PROBLEMA	5
2.8.1.	Situación Problemática	5
2.8.2.	Problema.....	6
2.9.	HIPÓTESIS	6
2.10.	OBJETIVOS	6
2.10.1.	Objetivo General.....	6
2.10.2.	Objetivos Específicos	6
2.11.	DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES Y TAREAS PROPUESTAS CON LOS OBJETIVOS ESTABLECIDOS	7
3.	MARCO TEÓRICO	8
3.1.	Antecedentes	9
3.2.	Marco Contextual	10
3.2.1.	Invernadero	11
3.2.2.	Invernadero Inteligente.....	13
3.2.3.	Tipos de Invernaderos	13
3.2.4.	Factores necesarios para un buen desarrollo de los cultivos	18
3.2.5.	Parámetros Característicos de cada Cultivo	20
3.2.6.	Sistema de Refrigeración.....	22
3.2.7.	Función de la Ventilación.....	22
3.2.8.	Ventilación Natural.....	22
3.2.9.	Ventilación Forzada.....	22
3.2.10.	Ventilación Cenital	23
3.2.11.	Ventiladores	23

3.2.12.	Softwares libres para el monitoreo de temperatura.....	25
3.2.13.	Automatización	26
3.2.14.	Procesos de automatización	26
3.2.15.	Parte Operativa	26
3.2.16.	Parte De Mando	26
3.2.17.	Sistemas de control	27
3.2.18.	Sensores y Actuadores	27
3.2.19.	Sensores de Temperatura	27
3.2.20.	PLC (Controlador Lógico Programable)	29
3.2.21.	Control Automático	31
3.2.22.	Tipos de Control	32
4.	METODOLOGÍA.....	35
4.1.	Variables	35
4.1.1.	Variable Independiente.....	35
4.1.2.	Variable Dependiente	36
4.2.	Tipo de Investigación.....	36
4.2.1.	Investigación Bibliográfica	36
4.2.2.	Investigación Descriptiva	36
4.2.3.	Investigación Experimental	36
4.3.	Métodos de Investigación	37
4.3.1.	Método Científico.....	37
4.3.2.	Método Deductivo	37
4.3.3.	Método Cuantitativo	37
4.4.	Técnicas e Instrumentación	38
4.4.1.	Lectura Comprensiva.....	38
4.4.2.	Software.....	38
4.4.3.	Sensores	38
5.	DESARROLLO DE LA PROPUESTA	38
5.1.	Requerimientos	39
5.1.1.	Control Climático	39
5.2.	EQUIPOS.....	40
5.2.1.	Prototipo del Invernadero	40
5.2.2.	PLC S7-1200	40
5.2.3.	TIA PORTAL.....	41
5.2.4.	Sensor de Temperatura	43

5.2.5.	Interruptor Termomagnético.....	43
5.2.6.	Ventilador	44
5.2.7.	Dimensionamiento de los ventiladores del Prototipo	46
5.2.8.	Dimensionamiento de los Ventiladores Invernadero de Salache	47
5.2.9.	Dimensionamiento de las cargas en el Invernadero de Salache	48
5.2.10.	Cálculo de los conductores Eléctricos para el Invernadero	48
5.2.11.	Cálculo de Interruptores para la red eléctrica en el CCM.....	49
5.2.12.	Selección del Tablero de Distribución y Control.....	50
5.2.13.	Dimensionamiento de los ventiladores para una cuarta parte del Invernadero de Salache	50
5.2.14.	HMI WIN CC	51
5.2.15.	Servidor Web	51
5.2.16.	Plataforma Web	52
5.2.17.	Algoritmo de Programación/ Diagrama de Bloques	53
5.3.	PROGRAMACIÓN EN TIA PORTAL	55
5.3.1.	Adquisición de la Temperatura.....	55
5.3.2.	Data Logger	56
5.3.3.	Horas de Funcionamiento	56
5.3.4.	Consumo.....	57
5.4.	DISEÑO DEL INVERNADERO	59
5.4.1.	Variables y condiciones del sistema electrónico	59
5.4.2.	Diseño del tablero de Control.....	59
5.4.3.	Especificaciones para el diseño del tablero de control	60
5.4.4.	Requerimientos Generales	61
6.	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	61
6.1.	Pruebas desde el control de la Interfaz HMI.....	62
6.1.1.	Protección del sistema	62
6.1.2.	Control manual	62
6.1.3.	Control automático	64
6.2.	Prueba desde el control del Tablero Principal	68
6.3.	Prueba de Ventiladores	69
6.3.1.	Prueba con las ventanas cerradas.....	69
6.3.2.	Prueba de ventiladores con ventanas abiertas.....	70
6.4.	Análisis Térmico.....	70
7.	PRESUPUESTO Y ANÁLISIS DE IMPACTOS	71

7.1.	Presupuesto	71
7.1.1.	Gastos Directos.....	71
7.1.2.	Gastos Indirectos	72
7.1.3.	Gastos Totales	72
7.1.4.	Gastos Directos para el invernadero.....	73
7.1.5.	Gastos totales para el invernadero de Salache.....	74
7.2.	Análisis de impactos	74
7.2.1.	Impacto Social	74
7.2.2.	Impacto Tecnológico	75
7.2.3.	Impacto Ambiental	75
8.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	75
8.1.	Conclusiones.....	75
8.2.	Recomendaciones	76
9.	REFERENCIAS	77
10.	ANEXOS.....	82

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2. 1.	Área del conocimiento del proyecto.....	3
Tabla 2. 2.	Beneficiarios directos e indirectos.....	5
Tabla 2. 3.	Actividades y tareas propuestas.....	7
Tabla 3.1.	Clasificación del invernadero por régimen térmico.	19
Tabla 3 2.	Humedad relativa óptima para algunos tipos de cultivos.....	20
Tabla 3.3.	Temperatura óptima para cultivos de hortalizas.....	20
Tabla 3.4.	Parámetros de temperatura necesarias para plantas del invernadero.....	21
Tabla 3.5.	Temperatura óptima para el cultivo de plantas ornamentales.	21
Tabla 3.6.	Especificaciones de los sensores para Arduino.....	28
Tabla 5. 1.	Tabla de conductores AWG.	49
Tabla 5. 2.	Entradas y salidas del PLC al Tablero de Control.....	58
Tabla 6. 1.	Prueba de accionamiento de ventiladores con ventanas cerradas.	69
Tabla 6. 2.	Prueba de accionamiento de los ventiladores con las ventanas abiertas.	70
Tabla 6. 3.	Temperaturas máximas obtenidas en el invernadero.....	70
Tabla 7. 1.	Gastos directos.	71
Tabla 7. 2.	Gastos indirectos.	72
Tabla 7. 3.	Gastos totales.....	72

Tabla 7. 4. Gastos Directos Invernadero Salache.....	73
Tabla 7. 5. Gastos Torales Invernadero Salache.	74

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 3.1. Invernaderos Reales de Laeken en Bruselas. Construido durante los años 1874 y 1895.....	9
Figura 3.2. Esquema general invernadero.	13
Figura 3.3. Tipo de techo en invernaderos.	13
Figura 3.4. Invernadero tipo plano.	14
Figura 3.5. Invernadero tipo raspa y amagado.	15
Figura 3.6. Invernadero tipo asimétrico.....	16
Figura 3.7. Invernadero tipo túnel.	17
Figura 3. 8. Rejilla de protección. 2. Rotor. 3. Estator. 4. Eje. 5. Bobinas. 6. Cubo. 7. Placas. 8. Marco soporte.	24
Figura 3. 9. Ventiladores radiales.....	25
Figura 3.10. Sensor LM35.....	28
Figura 3. 11. PLC AC/DC/RELAY CPU 1212C AC 24VAC.	30
Figura 3. 12. Diagrama de bloques de un lazo de control abierto.	33
Figura 3. 13. Diagrama de bloque de control de lazo cerrado.....	35
Figura 3. 14. Diagrama de bloque de un lazo de control cerrado.....	35
Figura 5. 1. Maqueta del Invernadero.....	40
Figura 5. 2. PLC S7-1200.....	41
Figura 5. 3. Tía Portal V14.....	42
Figura 5. 4. Sensor de temperatura y humedad.	43
Figura 5. 5. Relé Termomagnético.	44
Figura 5. 6. Ventilador de Piso.....	44
Figura 5. 7. Motor Monofásico y Bifásico.	48
Figura 5. 8. Interfaz Tia Portal – WinCC.	51
Figura 5. 9. Página principal del servidor web de SIEMENS.	52
Figura 5. 10. Plataforma web utilizada.....	53
Figura 5. 11. Diagrama de Bloque del control de temperatura.....	54
Figura 5. 12. Bloque de adquisición de temperatura.	55
Figura 5. 13. Bloque interno de adquisición de temperatura.....	55
Figura 5. 14. Base de almacenamiento de datos.....	56
Figura 5. 15. Horas de funcionamiento de los ventiladores para la interfaz.	57

Figura 5. 16. Bloque de consumo de energía.	58
Figura 5. 17. Cálculo desde el bloque principal para el consumo de energía.	58
Figura 5. 18. Diseño Tablero AUTOCAD.	60
Figura 5. 19. Ubicación Elementos en el Tablero.	60
Figura 5. 20. Conexión del Tablero.	61
Figura 6. 1. Introducción de usuario y contraseña del sistema.	62
Figura 6. 2. Gráfico de la interfaz del control manual del sistema.	63
Figura 6. 3. Gráfico de los ventiladores activos con una temperatura mayor en el control manual.	63
Figura 6. 4. Selección de los cultivos a sembrar.	64
Figura 6. 5. Interfaz para el control automático del sistema.	64
Figura 6. 6. Activación de los ventiladores cuando supera su rango máximo de temperatura.	65
Figura 6. 7. Curva de temperatura medida cada cinco minutos.	65
Figura 6. 8. Datos obtenidos en un periodo de una hora con las ventanas cerradas.	66
Figura 6. 9. Datos obtenidos en periodos de una hora con las ventanas abiertas.	66
Figura 6. 10. Datos obtenidos en periodos de quince minutos con las ventanas cerradas.	67
Figura 6. 11. Datos obtenidos en periodos de quince minutos con las ventanas abiertas.	67
Figura 6. 12. Datos obtenidos en periodos de quince minutos con las ventanas abiertas y cerradas.	68
Figura 6. 13. Control desde el tablero principal de los ventiladores.	68
Figura 6. 14. Ubicación de los ventiladores en el invernadero.	69

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

TÍTULO: “SISTEMA PARA EL ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO TÉRMICO Y MONITOREO MEDIANTE EL USO DE UN ALGORITMO EN EL INVERNADERO N°2 DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI CAMPUS SALACHE”

Autores: Tapia Villamarin Antonio Agustín

Tipán Quinga Marco Vinicio

RESUMEN

En la carrera de Ingeniería Eléctrica se han desarrollado nuevas propuestas en beneficio de la enseñanza y aprendizaje de los alumnos de la institución. Es por eso que se adiciona al departamento de granos andinos, para el invernadero N°2 del Campus Salache el monitoreo de las temperaturas máximas existentes en el interior del invernadero. El sistema se encuentra conformado por un sensor impermeable de temperatura y dos ventiladores ubicados de acuerdo a los cálculos específicos para su dimensionamiento, los cuales permiten obtener un flujo de aire adecuado en el interior del invernadero, reduciendo de manera considerable las altas temperaturas que pueden ser perjudiciales durante el proceso de germinación de cada cultivo, los rangos máximos y mínimos de temperatura permitidos se encuentran en la interfaz HMI por lo tanto si la temperatura excede la máxima permitida, activara los ventiladores disminuyendo considerablemente la temperatura dentro del invernadero. Mediante la combinación de un sistema eléctrico y electrónico el cual permite monitorear la variable de interés mencionada de forma precisa de acuerdo al comportamiento que pueda presentar durante la recopilación de la información de los datos provenientes del sensor ubicado en la parte superior del invernadero, facilitando al usuario el monitoreo y control del sistema por una interfaz HMI en el software WINCC, gracias a las medidas reales almacenadas en la base de datos del servidor web y plataforma web. Permitiendo a los docentes, estudiantes o personal autorizado obtener la información y el control manual o automático de todo el sistema gracias a una interfaz hombre-máquina de manera didáctica y fácil manipulación por parte de las personas a través del software WINCC.

Palabras claves: sensor temperatura, interfaz HMI, monitoreo, servidor web, plataforma web, temperaturas máximas.

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI

FACULTY OF ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES

TITLE: “SYSTEM FOR THE ANALYSIS OF THE THERMAL BEHAVIOR AND MONITORING BY MEANS OF THE USE OF AN ALGORITHM IN THE GREENHOUSE N°2 OF THE TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI CAMPUS SALACHE”

Authors: Tapia Villamarin Antonio Agustín

Tipán Quinga Marco Vinicio

ABSTRACT

In the career of Electrical Engineering, new proposals have been developed for the benefit of the teaching and learning of the students of the institution. That is why the monitoring of maximum temperatures inside the greenhouse is added to the andean grain department for the Salache Campus greenhouse N° 2. The system is made up of an impermeable temperature sensor and two fans located according to the specific calculations for its sizing, which allow an adequate air flow inside the greenhouse, considerably reducing the high temperatures that can be harmful during the germination process of each crop. The maximum and minimum temperature ranges allowed are in the HMI, so if the temperature exceeds the maximum allowed, it will activate the fans, considerably lowering the temperature inside the greenhouse. Through the combination of an electrical and electronic system which allows monitoring the variable of interest mentioned in a precise way according to the behavior that can be presented during the collection of data from the sensor located at the top of the greenhouse, facilitating the user the monitoring and control of the system through an HMI interface in the WINCC software, thanks to the real measurements stored in the database of the web server and web platform. Allowing teachers, students or authorized personnel to obtain information and manual or automatic control of the whole system thanks to a man-machine interface in a didactic way and easy handling by people through the WINCC software.

Keywords: temperature sensor, HMI interface, monitoring, web server, web platform, maximum temperatures.

AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que: La traducción del resumen de la Propuesta Tecnológica al Idioma Inglés presentado por los señores Egrasados; **TAPIA VILLAMARIN ANTONIO AGUSTIN** y **TIPÁN QUINGA MARCO VINICIO**, cuyo título versa: “**SISTEMA PARA EL ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO TÉRMICO Y MONITOREO MEDIANTE EL USO DE UN ALGORITMO EN EL INVERNADERO N°2 DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI CAMPUS SALACHE**”, **PERÍODO 2020-2020**”, 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 certificado de la manera ética que estimaren conveniente.

Latacunga, Septiembre del 2020.

Atentamente,


.....

Lic. Marcelo Pacheco Pruna Mg.

DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS UTC

C.I.: 050261735-0



**CENTRO
DE IDIOMAS**

1. INFORMACIÓN GENERAL

Propuesto por:

Tapia Villamarin Antonio Agustin

Tipán Quinga Marco Vinicio

Tema Aprobado:

“SISTEMA PARA EL ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO TÉRMICO Y MONITOREO MEDIANTE EL USO DE UN ALGORITMO EN EL INVERNADERO N°2 DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI CAMPUS SALACHE”

Carrera:

Ingeniería Eléctrica en Sistemas Eléctricos de Potencia

Director del Proyecto de Titulación:

Ing. Rommel Eusebio Suárez Vinueza. MSc

Equipo de Trabajo:

- **Tutor:** Ing. Rommel Eusebio Suárez Vinueza. MSc
- **Autores:** Tapia Villamarin Antonio Agustin
Tipán Quinga Marco Vinicio

Lugar de Ejecución:

Universidad Técnica de Cotopaxi Campus Salache

Región: Zona 3

Provincia: Cotopaxi

Cantón: Latacunga

Parroquia: Eloy Alfaro

Tiempo de Duración del Proyecto:

Periodo académico Mayo – Septiembre 2020

Fecha de Inicio:

Mayo del 2020

Fecha de Entrega:

Septiembre del 2020

Línea de Investigación:

- **Línea 5:** Energías alternativas y renovables, eficiencia energética y protección ambiental

Sub Líneas de Investigación de la Carrera:

- **Sub línea 2:** Control y optimización en el uso de la energía del sector industrial, comercial y residencial

Tipo de Propuesta Tecnológica:

En la Universidad Técnica de Cotopaxi campus Salache, se tiene edificaciones las cuales tienen un manejo totalmente manual, por ende, los cultivos son relativamente bajos, la producción es baja existe una gran pérdida en cuanto a la cantidad de agua de dosificación, tiene problemas de temperatura para la germinación de los cultivos.

Como propuesta para realizar esta investigación será tener una simulación del sistema utilizando herramientas tecnológicas, evaluando métodos para poder tener el control y monitoreo de la temperatura, esto garantizará de mejorar las condiciones de los cultivos que se encuentran en el invernadero.

2. DISEÑO INVESTIGATIVO DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA

2.1. Título de la Propuesta Tecnológica

“Sistema para el análisis del comportamiento térmico y monitoreo mediante el uso de un algoritmo en el invernadero N°2 de la Universidad Técnica de Cotopaxi Campus Salache”

2.2. Tipo de Propuesta Alcance

a) Multipropósito

El propósito de esta investigación es desarrollar un algoritmo que permita determinar los costos en la parte eléctrica, determinar la temperatura como variable de análisis esto

beneficiara a los estudiantes, docentes del campus de Salache y a la investigación experimental permitiendo optimizar recursos para obtener un monitoreo y control en las instalaciones mencionadas.

b) Desarrollo

El desarrollo del proyecto consiste en analizar el nivel térmico para poder establecer un sistema de monitoreo y control de temperatura mediante la adquisición de datos en el interior del invernadero el cual permitirá la automatización en la apertura de extractores eólicos y así garantizar el régimen térmico estable.

2.3. ÁREA DEL CONOCIMIENTO

Tabla 2. 1. Área del conocimiento del proyecto.

Campo amplio	Campo específico	Campo detallado
07 Ingeniería industria y Construcción	071 Ingeniería y profesiones a fines	0711 Ingeniería y procesos químicos 0713 Electricidad y energía 0714 Electrónica y automatización

Fuente: UNESCO, (2017)

2.4. SINOPSIS DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA

La propuesta tecnológica está enfocada a las necesidades que presentan los estudiantes en los invernaderos que se encuentran ubicados en la parroquia Eloy Alfaro del cantón Latacunga, ya que a las condiciones climáticas que se encuentran expuestas los invernaderos ocasiona que las semillas que están en proceso de germinación se lleguen a deteriorar.

Ya que los cultivos bajo invernadero siempre han permitido alcanzar productos de primera calidad y mayores rendimientos, se propone analizar el comportamiento térmico y de esta manera determinar un sistema de control y monitoreo de temperatura para el invernadero N°2 en el Centro Experimental del campus Salache de la Universidad Técnica de Cotopaxi, el cual mediante un algoritmo permita controlar la variable de temperatura dependiendo el tipo de cultivo que se va a sembrar.

Este proceso de automatización es una optimización fundamental lo que facilita su producción en cualquier época del año mejorando el rendimiento y la calidad del producto final y a su vez

disminuye la necesidad de operadores o agricultores en el sitio substituyendo todo tipo de proceso manual.

La automatización de régimen térmico cuenta con sensores de temperatura los cuales permitirá detectar la temperatura del invernadero en sus respectivas secciones obteniendo un promedio de la temperatura al que estarán calibrados los sensores y no sobrepasen este nivel, además establecerán las acciones que se deberán ejecutar para mantener dichos niveles dentro de un rango óptimo para los cultivos.

2.5. OBJETIVO DE ESTUDIOS Y CAMPO DE ACCIÓN

2.5.1. Objetivo de Estudio

Analizar el comportamiento térmico.

2.5.1. Campo de Acción

Control y monitoreo.

2.6. JUSTIFICACIÓN

En la actualidad los cultivos bajo invernadero han sido muy importante en la agricultura, obteniendo productos de primera calidad en cualquier época del año, logrando también la exportación de los productos cosechados en invernadero.

Los invernaderos llegan a generar un microclima favoreciendo a los cultivos que estén dentro del mismo, protegiendo de los cambios climáticos que sucede en el exterior. Con las tecnologías que adquieren los productores han ayudado al control de temperatura, humedad y riego que son importantes dentro de un invernadero, para mantener un rango promedio de control para cada cultivo.

La importancia de realizar este proyecto, es mejorar la producción de los cultivos que se encuentran en el invernadero N°2 de la Universidad Técnica de Cotopaxi Campus Salache, logrando obtener una simulación del proceso de funcionamiento de un sistema de control y monitoreo de temperatura.

2.7. BENEFICIARIOS

Tabla 2. 2. Beneficiarios directos e indirectos.

Beneficiarios Directos	Beneficiarios Indirectos
Estudiantes y Docentes de la Carrera de Agronomía.	
Tapia Villamarin Antonio Agustín– Investigador.	Invernadero N°2 de la Universidad Técnica de Cotopaxi campus Salache.
Tipan Quinga Marco Vinicio – Investigador.	
Ing. Rommel Eusebio Suárez Vinueza. MSc. – Tutor Investigador.	

Fuente: Autores.

2.8. SITUACIÓN PROBLÉMICA Y PROBLEMA

2.8.1. Situación Problemática

La automatización de un proceso manual se ha extendido en diferentes áreas por su efectividad al momento de aplicarlos, en el hogar hasta en grandes industrias ha permitido que la vida sea más fácil, pero lo más sorprendente es que la incorporación de tecnologías en cultivos bajo invernadero ha facilitado el proceso de producción, en [1].

El sector agrícola en el Ecuador no ha sido explotado en todo su potencial, debido que su forma de cultivo sigue siendo todavía convencional, retrasando el proceso de este importante sector. El problema radica que no se encuentra la tecnología suficiente en los invernaderos, que permitan la optimización del proceso. La mejora de la calidad de los productos y el aumento de la producción en dicho sector, en [2].

Su situación geográfica como la es Cotopaxi ha permitido la creación de invernaderos en el cual los pequeños agricultores se dedican al cultivo de flores, rosas, tomate de riñón que es el sustento del hogar. Pero, por falta de información en el manejo de factores climáticos en los invernaderos los propietarios han sufrido pérdidas en la producción de las flores perjudicando el desbalance en el factor económico invertido, en [1].

El problema principal del invernadero del centro experimental de Salache de la Universidad Técnica de Cotopaxi, utilizado para el cultivo de semillas de ciclo corto y flores, debido a la

variación de la temperatura que llega a ocasionar en días de gran exposición solar y en épocas de invierno, no poseen una regulación adecuada de la temperatura la cual es indispensable para el proceso óptimo del crecimiento de los cultivos.

En la actualidad una alternativa para dar solución a este inconveniente es desarrollar una simulación del sistema de control y monitoreo de temperatura mejorando sus procesos, ya que las semillas deben estar expuestas a una relación adecuada que no afecte su crecimiento.

Por lo que se propone un análisis térmico para determinar un sistema de control y monitoreo de temperatura mediante tecnologías y algoritmos que permitan el adecuado cuidado y desarrollo que se requieren para cada cultivo, apoyándose en sistemas controlados de forma remota.

Esta propuesta permitirá mejorar los estándares de calidad al disminuir la probabilidad de error, mejorando la calidad y desarrollo del producto.

2.8.2. Problema

La falta de tecnificación en los procesos conforme avanza la tecnología y el no contar con un análisis del comportamiento térmico el cual permita obtener un sistema de monitoreo de la temperatura en el invernadero N°2 del campus Salache de la Universidad Técnica de Cotopaxi, lo que impide garantizar el régimen térmico estable del invernadero para desencadenar al correcto desarrollo de los cultivos.

2.9. HIPÓTESIS

El desarrollo de un sistema de control y monitoreo de temperatura mejorara las condiciones térmicas en cultivos de ciclo corto y ciclo largo, en el Invernadero N°2 del campus Salache de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

2.10. OBJETIVOS

2.10.1. Objetivo General

Analizar el comportamiento térmico para determinar un control y monitoreo de temperaturas elevadas en el invernadero N°2 de la Universidad Técnica De Cotopaxi Campus Salache.

2.10.2. Objetivos Específicos

- Investigar los niveles de temperatura apropiados para la germinación de cultivos de corto plazo y cultivos a largo plazo en invernaderos.
- Definir el software para implementar un sistema de control y monitoreo de temperatura, tomando en cuenta las necesidades del invernadero.

- Diseñar y simular el sistema de control y monitoreo de temperatura a modo de pruebas para el invernadero.
- Demostrar la confiabilidad del sistema, mediante entrega de información al usuario.

2.11. DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES Y TAREAS PROPUESTAS CON LOS OBJETIVOS ESTABLECIDOS

Tabla 2. 3. Actividades y tareas propuestas.

Objetivos	Actividades	Resultado de las Actividades	Técnicas e Instrumentos
Investigar los niveles de temperatura apropiados para la germinación de cultivos de corto plazo y cultivos a largo plazo en invernaderos.	<p>Revisión de información bibliográfica referente al control y supervisión de temperatura.</p> <p>Determinación de los niveles de temperaturas aptos para cultivos en invernadero.</p> <p>Análisis de tesis para cultivos a corto y largo plazo en invernaderos identificando la temperatura adecuada para cada cultivo.</p>	<p>La información permitirá realizar una redacción técnica científica y a la vez verificada por el uso de referencias bibliográficas ubicadas en un marco teórico.</p>	<p>Revisión y previsión de información mediante el uso de internet en el cual se ubicarán libros, artículos, foros y todo implemento que haya sometido a investigación.</p>
Definir el software para implementar un sistema de control y monitoreo de temperatura, tomando en cuenta las necesidades del invernadero.	<p>Revisión de información de los softwares utilizados para el control y monitoreo de temperatura.</p>	<p>Con la información obtenida se puede seleccionar el software adecuado para la elaboración de la presente propuesta.</p>	<p>Utilización de computadora portátil, mediante el uso de internet para conocer los requerimientos que necesita el software para su correcta</p>

	Búsqueda del manual de utilización del programa a ser escogido.		instalación y su funcionamiento.
Diseñar y simular el sistema de control y monitoreo de temperatura a modo de pruebas para el invernadero.	<p>Selección de los materiales necesarios para el control y monitoreo de temperatura.</p> <p>Selección del sensor de temperatura y extractor aptos a ser utilizado en el invernadero.</p> <p>Colocación de todos los materiales en el software para su simulación.</p>	<p>Se representará por medio de un plano eléctrico para la conexión del sistema de control y monitoreo.</p> <p>Se desarrollará el algoritmo de programación implementado en el software.</p>	<p>Se hará uso de un software el cual generará una base de datos.</p>
Demostrar la confiabilidad del sistema, mediante entrega de información al usuario.	<p>En base a una simulación del sistema de control y monitoreo se conocerá el funcionamiento del sistema.</p> <p>Tener un rango promedio de temperatura para el tipo cultivo a sembrar.</p>	Realización de un manual de usuario para la utilización del programa.	Mediante la utilización de la computadora portátil, se verificará la simulación realizada en el software.

Fuente: Autores

3. MARCO TEÓRICO

3.1. Antecedentes

Durante la década de los 70's se comienza a desarrollar un elemento fundamental en la rama de la electrónica y el control, convirtiéndose en un pilar básico para el control ambiental basado en manejar de forma adecuada aquellos sistemas instalados en los invernaderos como sistema de calefacción, sistema humidificador y sistema de ventilación, se encuentra en [3].

La idea y la necesidad de este sistema se remonta a 1850, donde la horticultura neerlandesa comenzó a utilizarlos para el cultivo de uvas (ver figura 3.1.). Se descubrió que el cultivo en invernaderos con calefacción y con el más alto nivel de cristal incrementaba el rendimiento. Las plantas crecían más rápidamente cuando se les daba más luz y cuando el entorno cálido era constante. Esto significa que, si no hubiera invernaderos, en los Países Bajos no se podría exportar plantaciones solamente cultivables en países cálidos, se encuentra en [4].



Figura 3.1. Invernaderos Reales de Laeken en Bruselas. Construido durante los años 1874 y 1895.

Fuente: [4]

Las tormentas de 1972 y 1973 fueron la razón de llevar a cabo investigaciones científicas técnicas y sistemáticas en la construcción de invernaderos. Conjuntamente con pioneros de la industria y comercio, se redactó la primera normativa para la construcción de invernaderos neerlandesa, NEN 3859, se encuentra en [4].

A nivel mundial el uso de invernaderos automatizados ha aumentado y cada día surgen más modelos y diseños apropiados para cada cultivo. Se pueden definir como elementos de una agricultura intensiva que busca mayor rendimiento y calidad, teniendo como fundamento principal crear instalaciones climáticas que mejoren las condiciones de los productos en su crecimiento, se encuentra en [5].

Las instalaciones agrícolas, principalmente del arco Mediterráneo español, Europa y Países Sudamericanos, han sufrido en los últimos tiempos una expansión y modernización considerables. Esta modernización ha venido fundamentalmente de la mano de la automatización agrícola, se encuentra en [6].

La temperatura y el riego son importantes porque tanto el exceso y la escasez de uno de estos factores durante un tiempo prolongado, restringe el crecimiento óptimo de los cultivos, se encuentra en [7].

En el área de la agronomía, la automatización cumple un rol muy importante debido a que optimiza los procesos incrementando la productividad y mejora la calidad de los productos, esto ayuda a satisfacer las exigencias del mercado. Por otro lado, los avances dentro del control climático han permitido la mejora del sistema como es el caso de los invernaderos, se encuentra en [8].

En los últimos años la incorporación de la tecnología de punta en la producción de flores en el Ecuador, ha favorecido radicalmente su producción. Los invernaderos en ese sentido no son la excepción, su papel fundamental como regulador interno del microclima que ahí se produce, además de una serie de ventajas que han optimizado el rendimiento del suelo y la calidad del producto, son características que con su desarrollo lo han convertido en una herramienta fundamental en las plantaciones florícolas del país, se encuentra en [9].

Los primeros invernaderos fueron construidos de madera y vidrio, fueron muy útiles en esas épocas ayudando a la protección de los cultivos, generando un incremento en la producción de cultivos y plantas, tenían un defecto se deterioraban muy rápido provocando la construcción de otro invernadero. Actualmente se utilizan invernaderos de plástico que son más resistentes a las condiciones climáticas y generan mejor producción, con la introducción de la automatización se logra controlar el microclima que se genera al interior del invernadero, teniendo un mejor control de la temperatura y humedad que es vital para la producción de los cultivos dentro de un invernadero.

3.2. Marco Contextual

3.2.1. Invernadero

Un hecho muy significativo en la historia mundial de la agricultura fue la necesidad de proteger los cultivos de condiciones climáticas adversas, así como también de aumentar la producción durante todo el año y la aplicación de una producción integrada de abordaje de gestión de la protección para un mejor control de plagas y enfermedades, ubicada en [10].

Un invernadero es una construcción agrícola que se diseña y se construye buscando generar un microclima óptimo para el desarrollo y crecimiento de los cultivos. La optimización del microclima dentro de estas estructuras agrícolas busca propósitos como aumentar el rendimiento de los cultivos, mejorar la calidad del producto final, lograr la producción sistemática y fuera de estación de cultivos hortícolas en zonas donde la condición climática local en algunos periodos del año impide el establecimiento de estos a campo abierto, ubicada en [11].

Un invernadero es un espacio con el microclima apropiado para el óptimo desarrollo de una plantación. Partiendo de un estudio técnico de ambientación climática, es necesario obtener en él, la temperatura, la humedad relativa y la ventilación apropiadas para alcanzar alta productividad a bajo costo, en menos tiempo, sin daño ambiental, ubicada en [7] .

Las principales funciones de un invernadero son mantener la temperatura y humedad constantes, o dentro de los rangos apropiados según las necesidades del producto o cultivo, por este motivo se monitorea constantemente estas variables para obtener condiciones óptimas y un mayor rendimiento y una mejor calidad del producto, se encuentra en [12].

Para la regulación del conjunto de elementos, con el fin de tener un buen cultivo, la finalidad que persigue el invernadero, grosso modo, es cumplir los siguientes requisitos, ubicada en [13]:

- Proporcionar una temperatura adecuada al cultivo.
- Permitir la entrada de luz solar.
- Tener ventilación suficiente.
- Mantener una buena humedad ambiental.

Las ventajas del uso de invernaderos son, ubicada en [14]:

- Crear un clima artificial, elevando la temperatura respecto a la del exterior.
- Protegen a las plantas del frío o calor, acelerando la producción.
- Rápido crecimiento y aumento de la calidad del cultivo.

- Menor consumo de recursos hidrológicos y fertilizantes.
- Protección de las condiciones meteorológicas extremas.
- Control del clima interno.
- Mejor uso del suelo.
- Producción fuera de época.
- Mejor control de insectos y enfermedades.
- Posibilidad de tener más de un ciclo de cultivo al año.

La utilización de nuevas tecnologías otorga un sinnúmero de ventajas, pero, por otro lado, también implica inconvenientes o desventajas importantes, ubicada en [14]:

- Alta inversión inicial.
- Costo de operación.
- Requiere personal especializado, de experiencia práctica y conocimientos teóricos.

Los materiales de cubierta para invernadero son elementos plásticos que cubren el cultivo de las inclemencias climáticas externas, el material con que estén recubiertos los invernaderos afecta directamente a la cantidad de temperatura que pueda encontrarse dentro, en el diseño de un sistema de clima se toma en cuenta los tipos de cubiertas en invernaderos de acuerdo a sus características en resguardo de la temperatura, ubicada en [14].

Los materiales comunes para cubierta son los siguientes, ubicada en [14]:

- Lámina flexible
- Polietileno
- Copolímero
- Policloruro de vinilo
- Polipropileno
- Placa semirrígida
- Policarbonato
- Poliéster
- Polimetacrilato de vinilo
- Cristal

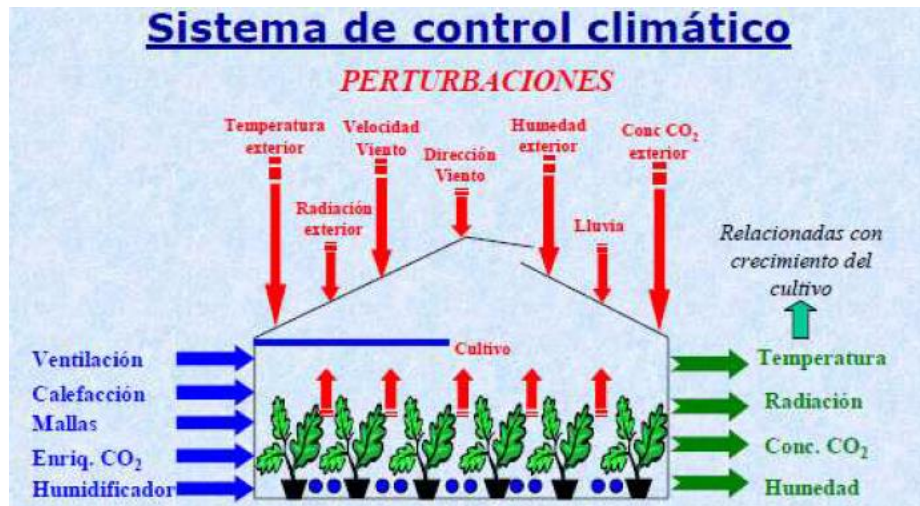


Figura 3.2. Esquema general invernadero.

Fuente: [15]

3.2.2. Invernadero Inteligente

Un invernadero inteligente es aquel que tiene la capacidad de controlar las variables que afectan al cultivo de las plantas mediante la utilización de sensores, actuadores y software, esto sin la intervención del hombre y logrando un desarrollo y producción eficiente y de calidad, se encuentra en [16] [17].

3.2.3. Tipos de Invernaderos

En la actualidad se han desarrollado un sinnúmero de invernaderos que dependiendo de la forma de su estructura y cubierta poseen características específicas. Para la elección del tipo de invernadero se debe tomar en cuenta las condiciones climáticas que necesita el cultivo que se han elegido para la producción, se encuentra en [18].

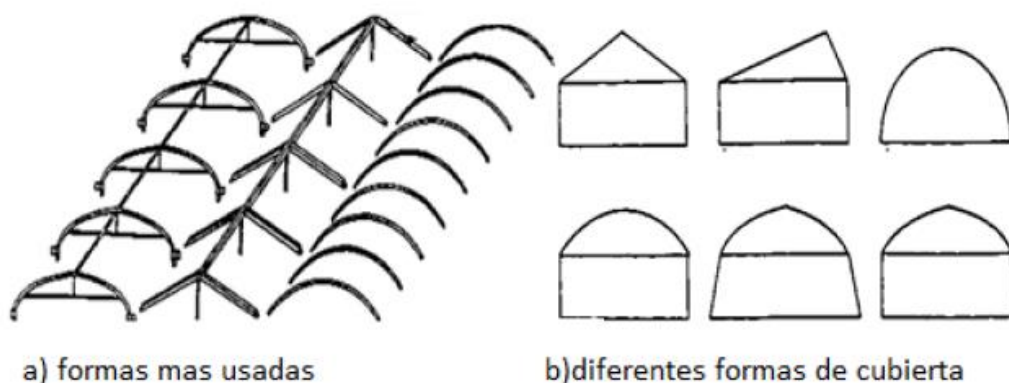


Figura 3.3. Tipo de techo en invernaderos.

Fuente: [14]

Se indican los invernaderos más utilizados:

3.2.3.1. Tipo plano o parral

Se encuentra construida por dos partes diferenciadas, una estructura vertical y otra horizontal. La estructura vertical está construida por soportes rígidos, la estructura horizontal está construida por mallas de alambre galvanizado superpuesta que sirve para portar y sujetar la lámina de plástico. Se utiliza en zonas poco lluviosas. Son conocidos por su mala ventilación y por la difícil instalación de ventanas cenitales, se encuentra en [19].



Figura 3.4. Invernadero tipo plano.

Fuente: [20]

Ventajas

Las ventajas de este tipo de invernadero son las siguientes, se encuentra en [21] [22] [9]:

- Adaptación a los terrenos.
- Resistencia al viento.
- Aprovechamiento de agua.
- Gran volumen de aire encerrado (buen comportamiento según la inercia térmica).
- Despreciable incidencia de los elementos de techumbre en la intercepción de la luz.

Desventajas

Los inconvenientes de este tipo de invernadero son las siguientes, se encuentra en [21] [22] [9]:

- Poco volumen de aire.
- Rápido envejecimiento.
- No aconsejable en lugares lluviosos.
- Dificultad en cultivo.
- Fragilidad.

- Alto riesgo de rotura por precipitaciones intensas (escasa capacidad de drenaje).
- Construcción de alta complejidad (requiere personal especializado).
- En zonas de baja radiación, la escasa pendiente del techo representa una baja captación de la luz solar.

3.2.3.2. Tipo raspa y amagado

Es similar al anterior cuya diferencia radica en la forma de la cubierta. La cubierta (raspa) tiene una altura de 3 y 4.2 m de altura. Entre dos rasps se encuentra el amagado (2 y 2.8 m alt.) con forma de canalones, permitiendo el descargue de las aguas pluviales, se encuentra en [13].

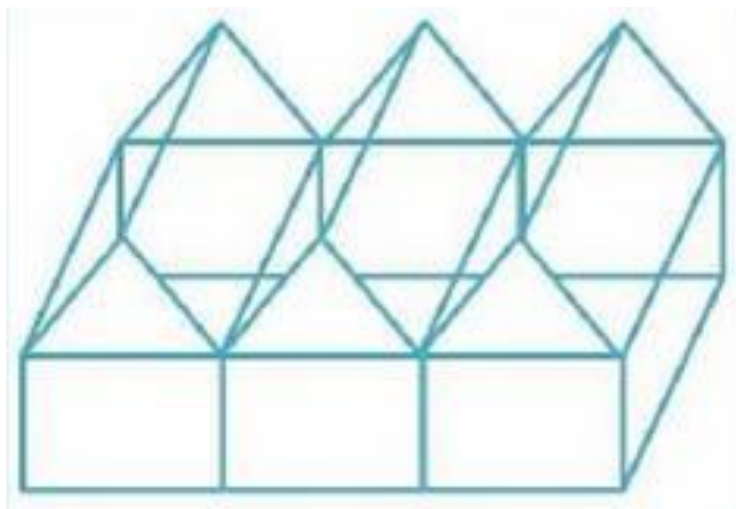


Figura 3.5. Invernadero tipo raspa y amagado.

Fuente: [22]

Ventajas

Las ventajas al utilizar este tipo de invernadero son, se encuentra en [22] [13]:

- Económico.
- Buen volumen.
- Inercia térmica.
- Poca humedad.
- Ventilación.
- Buena estanqueidad a la lluvia y aire.
- Mayor superficie libre de obstáculos.

Desventajas

Los inconvenientes de utilizar este invernadero, se encuentra en [22] [13]:

- Diferencia de luminosidad.
- No aprovecha las aguas pluviales.
- Se dificulta cambio de plástico.
- Se aumenta la pérdida de calor a través de la cubierta.

3.2.3.3. Tipo asimétrico o inacral

Aumento de la superficie en la cara expuesta al sur, con objeto de aumentar su capacidad de captación de la radiación solar, se encuentra en [22].



Figura 3.6. Invernadero tipo asimétrico.

Fuente: [23]

Ventajas

Las ventajas al utilizar este invernadero son, se encuentra en [23] :

- Aprovecha la luz en la época invernal.
- Eleva inercia térmica debido a su gran volumen unitario.
- Buena ventilación debido a su adecuada altura.
- Resistencia a vientos fuertes.
- Montaje rápido y sin soldaduras.

Desventajas

Los inconvenientes son los siguientes, se encuentra en [7]:

- No aprovecha el agua de lluvia.
- Se dificulta el cambio de plástico de la cubierta.

3.2.3.4. Tipo túnel

Se caracteriza por la forma de su cubierta y por su estructura totalmente metálica. El empleo de este tipo de invernadero es extendido por su mayor capacidad para el control de los factores climáticos, su gran resistencia a fuertes vientos y su rapidez de instalación al ser estructuras prefabricadas, se encuentra en [14].



Figura 3.7. Invernadero tipo túnel.

Fuente: [24]

Ventajas

Las ventajas al utilizar este tipo de invernadero son, se encuentra en [25]:

- Alta resistencia a los vientos y fácil instalación (recomendable para productores que se inician en el cultivo protegido).
- Alta transmitancia de la luz solar.
- Apto para tanto materiales de cubierta flexibles como rígidos.

Desventajas

Los inconvenientes de este tipo de invernadero, se encuentra en [25]:

- Relativamente pequeño volumen de aire retenido (escasa inercia térmica) pudiendo ocurrir el fenómeno de inversión térmica.
- Solamente recomendado a cultivo de bajo a mediano porte (lechuga, flores, frutilla, etc.).

3.2.4. Factores necesarios para un buen desarrollo de los cultivos

Para garantizar el desarrollo correcto y calidad de plantas y cultivos se debe tener conocimiento de cada uno de los factores de crecimiento ideales de cada uno de ellos. Existen muchas variables dentro del desarrollo de la planta las cuales le permiten un buen desarrollo, la temperatura, humedad, el riego y la iluminación entre otras, se encuentra en [26].

3.2.4.1. Temperatura

Cada cultivo cuenta con un rango de temperatura para su desarrollo y crecimiento, la mayoría de cultivos requieren temperaturas consideradas frescas. La aportación de calor, así como la correcta circulación dentro del invernadero ayudan en el aumento de producción de las plantas, logrando cosechas de calidad y el incremento de las mismas, se encuentra en [27].

La temperatura en el interior del invernadero y de las propias plantas, índice de manera directa sobre el proceso de fotosíntesis, de modo que el equilibrio respiración – transpiración se ve afectada. Es por ello que las elevadas temperaturas, provocan pérdidas de producción y calidad, se encuentra en [28].

Sin embargo, la variación de la temperatura se encuentra estrechamente relacionada con la humedad, se encuentra en [28].

La temperatura máxima y mínima que soportan la mayoría de los vegetales están comprendidas entre 0°C y 70° C. Fuera de este límite casi todos los vegetales mueren o quedan en estado de vida latente, se encuentra en [29].

Tabla 3.1. Clasificación del invernadero por régimen térmico.

Tipo	Características
Frio	Es más económico de mantener, consiste en una estructura que solo recibe el calor del sol. Se usa para sembrar o almacenar plantas de semillero en épocas fuera de su temporada.
Fresco	Mantiene una temperatura mínima de 5-7° C. Se calienta con el calor adicional solo por las noches en zonas de clima frio. Se usa para proteger plantas sensibles a las heladas; en verano para cultivos de estación templada; en otoño y en invierno para cultivos de clima frio.
Templado	Mantiene durante el día y noche temperatura mínima de 13° C con calor adicional. Se usa para cultivos de hortalizas y muchas plantas anuales.
Cálido	Costoso de mantener, mantiene una temperatura mínima de 18° C con ayuda del calor adicional. Posee sensores de medición climática. Se usa para el cultivo de plantas tropicales y sub tropicales. De uso general en la agricultura.

Fuente: [30]

3.2.4.2. Humedad

Para que el desarrollo y producción sea perfecta y a su vez la deseada por quienes la cultivan, la humedad ambiental específica debe ser la adecuada para cada una de las especies según los parámetros de cada una de ellas. Si la humedad del ambiente aumenta se contribuye a la aparición y propagación de plagas y enfermedades en los cultivos, de igual manera si la humedad es muy baja el único resultado será secar los cultivos, se encuentra en [27].

Las oscilaciones higrométricas en un invernadero son elevadas, produciéndose condiciones de saturación durante la noche (condensación) y disminuyendo durante el día. Por un lado, los excesos provocan el desarrollo de enfermedades, por otro, los cambios prolongados de humedad pueden producir situaciones de estrés en las plantas. Una buena gestión de la ventilación no es suficiente para obtener niveles de humedad adecuados, pero si la apoyamos con la calefacción (para reducir humedad) podremos conseguirlo, se encuentre en [31].

Tabla 3 2. Humedad relativa óptima para algunos tipos de cultivos.

Cultivo	Humedad %
Tomate	50-60
Pimiento	50-60
Pepino	70-90
Melón	60-70
Lechuga	60-80
Frutilla	70-80

Fuente: [32]

3.2.5. Parámetros Característicos de cada Cultivo

A continuación, tenemos las temperaturas óptimas en las cuales los diferentes cultivos se desarrollan de manera óptima, se encuentra en [18].

3.2.5.1. Temperaturas óptimas de cultivos de hortalizas en invernadero

Tabla 3.3. Temperatura óptima para cultivos de hortalizas.

Especie	Temperatura óptima °C
Hortícola	
Tomate	15 a 20
Pepino	20 a 21
Melón	20 a 22
Pimiento	15 a 20
Berenjena	15 a 20
Lechuga	10 a 12
Fresa	12 a 15

Fuente: [18]

Tabla 3.4. Parámetros de temperatura necesarias para plantas del invernadero.

Planta	Temperatura óptima °C	Temperatura mínima letal °C	Temperatura máxima letal °C	Riego	PH
Cilantro y perejil	16 a 20	No tolera temperatura bajo 0	No tolera temperatura sobre 35 °C	Riego constante	6.5
Acelga	15 a 18	No tolera heladas	No tolera temperatura sobre 24 °C	Riego constante	6.0 7.0
Tomate	18 a 27	No tolera heladas		Riego medio	6.0 6.8
Cebolla cabezona	12 a 24	7°C no tolera heladas	No tolera temperatura sobre 30°C	Riego constante	6.5
Hierbabuena	10 a 22	No tolera heladas	No tolera temperatura sobre 30°C	Riego medio	5.0 8.0
Fresa	14	No tolera heladas		Riego constante	6.5

Fuente: [33]

3.2.5.2. Temperatura óptima de cultivo de ornamentales en invernadero

Tabla 3.5. Temperatura óptima para el cultivo de plantas ornamentales.

Especie	Temperatura óptima °C
Florícola	
Clavel	15 a 18
Rosa	15 a 18
Gerbera	18 a 20
Crisantemo	18
Gladiolo	10 a 15
Tulipán	8 a 12
Iris y Narciso	10 a 13
Lilium y Fresia	10 a 15
Ciclamen	14 a 16
Azalea y Rododendron	15 a 18
Begonia	18 a 20
Poinsetia	18 a 20
Prímula y Carceolaria	15
Pelargonium	20
Saintpaulia	20 a 22
Klanchoe	25 a 32
Hortensia	18 a 20
Gardenia	19 a 22
Cybidum	10 a 14
Phalaenopsis y Cattleya	16 a 18
Crotón y Picus	21
Diffenbachia	18 a 20

Bromeliáceas	18 a 20
Dypridium	10 a 14

Fuente: [18]

3.2.6. Sistema de Refrigeración

La lucha contra las temperaturas elevadas en invernaderos se centra en reducir los aportes de energía y eliminar los excesos de la misma, se encuentra en [34].

3.2.7. Función de la Ventilación

La aireación o ventilación es el intercambio del aire entre el invernadero y el exterior. Este intercambio de aire se efectúa a través de la apertura del invernadero (ventanas y rejillas). La renovación del aire permite evacuar calor en exceso y reducir la temperatura del aire, modificar la temperatura atmosférica. Evacuando el aire interior enriquecido de vapor de agua por la transpiración de las plantas y modificando la composición gaseosa de la atmosfera (en especial CO₂), se encuentra en [34].

3.2.8. Ventilación Natural

La ventilación natural se emplea en la mayoría de los invernaderos para limitar la temperatura interior. En este proceso, el aire caliente del invernadero fluye hacia afuera de las aperturas de la ventilación, en el techo, en los laterales del invernadero, reemplazando por aire más frío del exterior, se encuentra en [34].

3.2.8.1. Ventajas de la ventilación natural

Las principales ventajas son las siguientes, se encuentra en [27]:

- Costos de instalación y mantenimiento más bajos.
- No depende de energía eléctrica.
- Opción de construir un invernadero con frente de canalón más largo.

3.2.8.2. Desventajas de la ventilación natural

Las principales desventajas son las siguientes, se encuentra en [27]:

- Baja o ninguna capacidad de controlar las condiciones climáticas deseadas dentro del invernadero.
- Gran dependencia de las condiciones climáticas externas.

3.2.9. Ventilación Forzada

Emplea ventiladores colocados generalmente en un lateral del invernadero para extraer el aire caliente interior, el cual es reemplazado por aire exterior que penetra a través de las aperturas colocadas en el lateral opuesto, se encuentra en [35].

3.2.9.1. Ventajas de la ventilación forzada

Las principales ventajas de la ventilación forzada son las siguientes, se encuentra en [27]:

- Total, control y monitoreo en las condiciones climáticas deseadas dentro del invernadero.
- Mejores resultados anuales del cultivo independiente de los factores externos.

3.2.9.2. Desventajas de la ventilación forzada

Las principales desventajas de la ventilación forzada son las siguientes, se encuentra en [27]:

- De costo más alto que la ventilación natural.
- Depende del suministro de energía eléctrica.
- Reducción de la longitud de los canalones (máximo 36 metro).

3.2.10. Ventilación Cenital

Las ventanas pueden ser cenitales si se disponen en la techumbre o laterales si están colocadas sobre las paredes laterales del invernadero. Se admite que una ventana cenital de una determinada superficie resulta a efectos de aireación hasta 8 veces más efectiva que otra situada lateralmente de igual superficie, se encuentra en [36].

3.2.11. Ventiladores

Dentro de la ventilación mecánica hay que considerar hay que considerar al elemento principal que da origen al nombre: ventilador de accionamiento mecánico.

Se define ventilador un aparato para mover aire y que utiliza un rodete como unidad impulsadora. Un ventilador tiene por lo menos una abertura de aspiración y una abertura de impulso. Las aberturas pueden tener o no elementos para su conexión al conducto de trabajo, se encuentra en [9].

3.2.11.1. Tipos de ventiladores

En el mercado pueden encontrarse una amplia gama de ventiladores que satisfagan las necesidades industriales y domesticas más exigentes, se encuentra en [9].

Los ventiladores pueden dividirse en dos grandes grupos:

- Ventiladores axiales o helicoidales.
- Ventiladores radiales o centrífugos.

3.2.11.2. Ventiladores axiales o helicoidales

En este tipo de ventiladores el flujo o corriente de fluido gaseoso es paralelo al eje longitudinal o bien, eje de giro de la hélice, y son apropiados para la impulsión o aspiración de grandes volúmenes de aire a baja presión, se encuentra en [9].

Los ventiladores axiales son los más utilizados para ventilación de locales e insolaciones similares, por sus ventajas sobre los centrífugos, presentan una gran simplicidad en su montaje, así como la probabilidad que ofrecen de poder invertir la dirección de giro, se encuentra en [9].

La principal distinción de estos aparatos es la forma de sus palas, las cuales poseen una inclinación con la relación de su eje de manera que al girar el mismo efectúa un movimiento semejante al que haría una hélice o tornillo, en virtud del cual el aire se ve forzado a pasar a través de las mismas adquiriendo la velocidad que dichas palas transmiten, se encuentra en [9].

En la figura 3.8 se muestra una sección de los ventiladores axiales donde se dejan al descubierto las partes esenciales de que constan en estas unidades, se encuentra en [9].

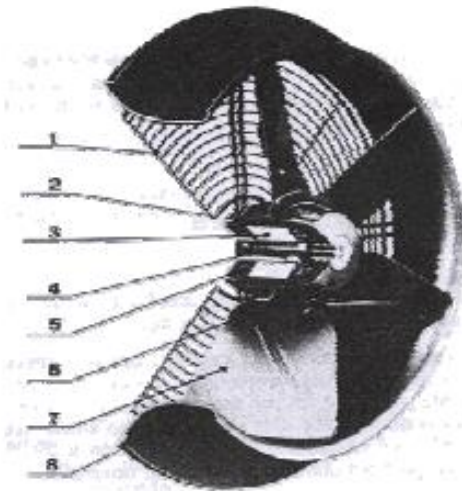


Figura 3. 8. Rejilla de protección. 2. Rotor. 3. Estator. 4. Eje. 5. Bobinas. 6. Cubo. 7. Placas. 8. Marco soporte.

Fuente: [9]

3.2.11.3. Ventiladores radiales o centrífugos

El ventilador centrífugo consiste en una rueda o rodete provisto de una serie de alabes o paletas radiales, denominadas turbinas, que giran alrededor de una envolvente con figura de espiral, llamada voluta, y esta tiene dos bocas, una de aspiración situada en el eje de la turbina y otra de impulsión abierta tangencialmente con relación al rodete siendo estos recomendados para mover caudales pequeños, pero a elevada presión, se encuentra en [9].

Por la acción de la fuerza centrífuga causada por la rotación de la turbina, el fluido (aire, gas o vapor) acarreado por los alabes es despedido hacia la periferia, donde lo recoge la voluta, de sección creciente en forma gradual, y lo conduce al orificio de salida transformando parcialmente la energía cinética en energía estática o presión, se encuentra en [9].

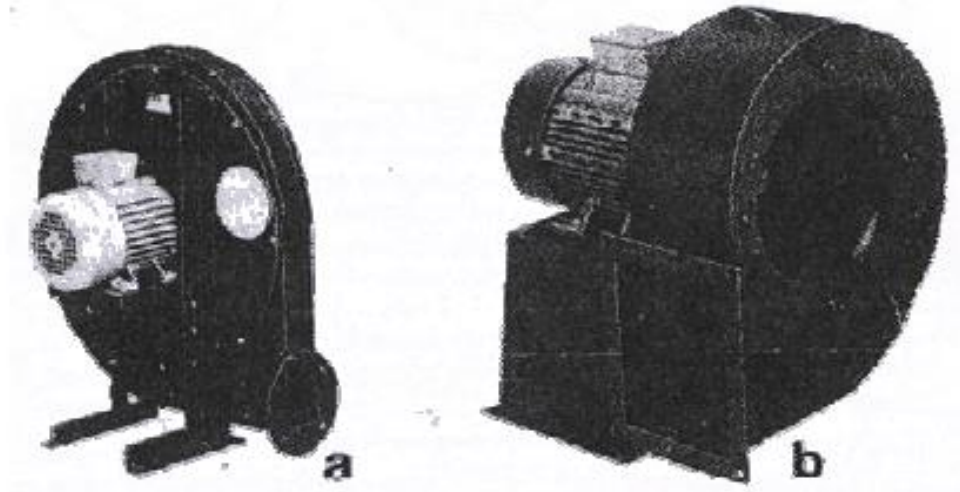


Figura 3. 9. Ventiladores radiales.

Fuente: [9]

3.2.12. Softwares libres para el monitoreo de temperatura

Existen distintos programas para poder monitorear la temperatura entre ellos tenemos:

3.2.12.1. Arduino

Arduino es una plataforma de prototipos electrónicos de código abierto (open-source) basado en hardware y software flexibles y fáciles de usar. Está pensado para estudiantes, diseñadores, y para cualquiera interesado en crear objetos o entornos interactivos, se encuentra en [37].

Arduino puede interpretar el entorno mediante la recepción de sus entradas desde una variedad de sensores y puede afectar su entorno mediante el control de transductores, luces, motores y otros artefactos. El Microcontrolador de la placa se programa usando el “Arduino Programming Language” (basado en Wiring1) y el “Arduino Development Environment” (basado en Processing2). Los proyectos de Arduino pueden ser autónomos o se pueden comunicar con software en ejecución en un ordenador, tableta o equipo móvil, se encuentra en [37].

Las placas se pueden ensamblar a mano o encargarse preensambladas; el software se puede descargar gratuitamente. Los diseños de referencia del hardware están disponibles bajo licencia open-source, por lo que eres libre de adaptarlas a tus necesidades, se encuentra en [37].

3.2.12.2. SIMATIC HMI WinCC

SIMATIC HMI ofrece una amplia gama de posibilidades para realizar las más variadas tareas de manejo y visualización. SIMATIC HMI permite controlar el proceso en todo momento y mantener en funcionamiento las máquinas e instalaciones, se encuentra en [38].

Los sistemas SIMATIC HMI sencillos son, por ejemplo, pequeños paneles táctiles que se instalan a pie de máquina, se encuentran en [38].

Los sistemas SIMATIC HMI que se emplean para manejar y supervisar las plantas de producción constituyen el nivel superior de la gama de productos HMI. Estos son, por ejemplo, los eficaces sistemas cliente-servidor, se encuentra en [38].

3.2.13. Automatización

Define la automatización como el conjunto de métodos y procedimientos para la sustitución del operario en tareas físicas y mentales previamente programadas. De esta definición original se desprende el esclarecimiento de la automatización como la aplicación al control de procesos industriales.

En la actualidad la automatización es de gran ayuda en las pequeñas o grandes industrias produciendo grandes avances en el campo de la industria dándole las facilidades a empresas u organizaciones en el cumplimiento de diversas tareas permitiendo que sus producciones sean más eficientes y competitivas dentro del mercado, se encuentra en [39].

3.2.14. Procesos de automatización

Los procesos de automatización se refieren a la sustitución de tareas tradicionalmente manuales por las mismas realizadas de manera automática por máquinas, robots o cualquier otro tipo de automatismo, se encuentra en [39].

3.2.15. Parte Operativa

Son los elementos (motores eléctricos, hidráulicos, neumáticos, electroválvulas, sensores de humedad, entre otros) que actúan de manera directa sobre la máquina haciendo que se mueva o realice una acción determinada, se encuentra en [39].

3.2.16. Parte De Mando

Es un autómatas programable que ordena o controla las tareas de la parte operativa, siendo capaz de comunicarse con todos los elementos de los que está formado el sistema automatizado, se encuentra en [39].

3.2.17. Sistemas de control

Un sistema de control es un proceso productivo para la implementación de sistemas de automatización la cual genera varias ventajas y beneficios de orden económico, social, y tecnológico frente al control manual de un proceso, que se hacen posibles mediante la introducción de sistemas de control.

De los diferentes tipos de sistemas de control se podría destacar; el control ON/OFF, el control proporcional-derivativo, el proporcional-integral y el Proporcional-Integral-Derivativo (PID), cada uno de ellos denominado así por las constantes de proporcionalidad que afecta de una cierta forma a una señal de entrada para entregar una señal de salida, se encuentra en [40].

3.2.18. Sensores y Actuadores

Se entiende por sensores a todos aquellos elementos que envían información de cómo se encuentra el automatismo o sobre los que podemos actuar, por ejemplo, pulsadores, finales de carrera, sensores, se encuentra en [40].

Por otra parte, los actuadores son dispositivos mecánicos cuya función es proporcionar fuerza para mover otro elemento mecánico. La fuerza que acciona al actuador puede provenir de presión neumática (actuadores neumáticos), de presión hidráulica (actuadores hidráulicos), y de fuerza eléctrica (actuadores electromecánicos), se encuentra en [40].

Los actuadores Serán los elementos finales de un automatismo: son los encargados de realizar las funciones de automatización: motores, cilindros neumáticos, resistencias, calefactores, etc., o incluso, lámparas de señalización, se encuentra en [40].

3.2.19. Sensores de Temperatura

Existen diversos tipos de sensores que ayudan al monitoreo de la temperatura dentro de un invernadero.

3.2.19.1. Sensor LM35

El LM35 es un circuito electrónico sensor que puede medir temperatura. Su salida es analógica, es decir, te proporciona un voltaje proporcional a la temperatura. El sensor tiene un rango desde -55°C a 150°C . Su popularidad se debe a la facilidad con la que se puede medir la temperatura. Incluso no es necesario de un microprocesador o microcontrolador para medir la temperatura. Dado que el sensor LM35 es analógico, basta con medir con un multímetro, el voltaje a salida del sensor, se encuentra en [41].

Para convertir el voltaje a la temperatura, el LM35 proporciona 10mV por cada grado centígrado. También cabe señalar que ese sensor se puede usar sin offset, es decir que, si medimos 20mV a la salida, estaremos midiendo 2°C, se encuentra en [41].

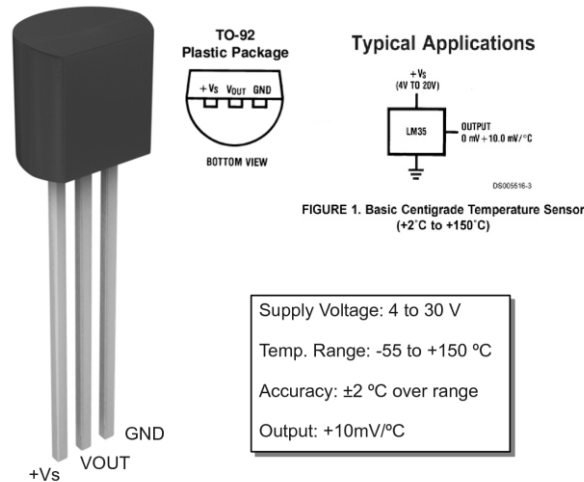


Figura 3.10. Sensor LM35.

Fuente: [42]

3.2.19.2. Sensores DHTxx

Se tiene dos versiones del sensor DHT, se ven un poco similar y tienen el mismo pinout, pero tienen características diferentes. Se especifican en la tabla 3.6:

Tabla 3.6. Especificaciones de los sensores para Arduino.

Parámetros	DHT11	DHT22
Alimentación	$3Vdc \leq Vcc \leq 5Vdc$	$3.3Vdc \leq Vcc \leq 6Vdc$
Señal de salida	Digital	Digital
Rango de medida Temperatura	De 0 a 50 °C	De -40 a 80°C
Precisión Temperatura	± 2°C	<±0.5°C
Resolución Temperatura	0.1°C	0.1°C
Rango de medida Humedad	De 20% a 90% RH	De 0 a 100% RH
Precisión Humedad	4% RH	2% RH
Resolución Humedad	1%RH	0.1%RH
Tiempo de censado	1s	2s
Tamaño	12x15.5x5.5mm	14x18x5.5mm

Fuente: [43]

3.2.19.3. Sensor tipo K

En general se define un termopar como un sensor de temperatura que suministra una señal de tensión eléctrica en función de la temperatura. Un termopar no mide directamente las temperaturas, sino la diferencia de temperatura entre el extremo caliente y el extremo frío. La

combinación de diferentes metales induce determinadas señales (Efecto Seebeck) que permite una medición eficaz de la temperatura, se encuentra en [44].

Entre todas las versiones el termopar tipo K es la versión más habitual de los termopares y consiste en las combinaciones de materiales NiCr-Ni o NiCr-NiAl. Son ideales para la utilización en atmósferas oxidantes o de gas inerte hasta 1200 °C (ASTM E230: 1260 °C). Debido a su elevada susceptibilidad a la oxidación es menor que la de otras versiones, se aplican sobre todo para temperaturas superiores a 550°C, se encuentra en [44].

3.2.19.4. Sensor tipo J

El termopar tipo J es el sensor de temperatura fabricado en Hierro - Constantán (Cobre-Níquel) con rango de medición 0 a 760°C que forma parte de los instrumentos denominados de bajo costo, se encuentra en [45].

Los termopares tipo J están ampliamente distribuidos en la industria por su conveniente espectro de medida, son funcionales en varias aplicaciones como en procesos de inyección de plástico, análisis de estructuras de concreto, validación en sistemas de cimentación de carreteras y un sinnúmero más de proyectos, se encuentra en [45].

3.2.20. PLC (Controlador Lógico Programable)

Es un Instrumento electrónico, que utiliza memoria programable para guardar instrucciones sobre la implementación de determinadas funciones, como operaciones lógicas, secuencias de acciones, especificaciones temporales, contadores y cálculos para el control mediante módulos de E/S analógicos o digitales sobre diferentes tipos de máquinas y de procesos, se encuentra en [46].

El campo de aplicación de los PLCs es muy diverso e incluye diversos tipos de industrias, así como de maquinaria. A diferencia de las computadoras de propósito general, el PLC está diseñado para múltiples señales de entrada y salida, amplios rangos de temperatura, inmunidad al ruido eléctrico y resistencia a la vibración y al impacto, se encuentra en [46].



Figura 3. 11. PLC AC/DC/RELAY CPU 1212C AC 24VAC.

Fuente: [47]

3.2.20.1. Tipos de PLC

Considera que, debido a la gran variedad de tipos de PLC, tanto en sus funciones, en su capacidad, en el número de E/S, en su tamaño de memoria, en su aspecto físico y otros, es que es posible clasificar los distintos tipos en varias categorías:

- PLC compactos
- PLC modular
- PLC de tipo montaje en rack
- PLC con panel Operador y Controlador Lógico Programable (OPLC)

3.2.20.2. PLC compactos

Son aquellos que incorporan CPU, PS, módulos de entrada y salida en un único paquete. A menudo existe un número fijo de E/S's digitales (no mayor a 30), una o dos canales de comunicación (para programar el PLC y la conexión de los buses de campo) y HMI. Además, puede haber una entrada para el contador de alta velocidad y una o dos E/S's analógicas. Para aumentar el número de las E/S's de una PLC compacta individual se incrementa (además) los módulos que pueden ser conectados. Estos se colocan en un paquete, similar al del mismo PLC. Estos PLC's de tipo compacto se utilizan en automoción como substitutos de los relés, se encuentra en [46].

3.2.20.3. PLC modular

El tipo de PLC más potente y tiene más funciones que los PLC compactos. La CPU, SM, CP y otros módulos se encuentran generalmente en paquetes separados en un riel DIN o en un riel con una forma especial y que se comunica con la CPU a través de un sistema bus. Tiene un número limitado de lugares para los módulos, pero en la mayoría de los casos, este puede

aumentarse. Además, los PLC modulares pueden utilizar un elevado número de entradas/salidas, pueden soportar programas más grandes, guardar más datos y operar bajo el modo de multitarea. Normalmente se utilizan para el control, regulación, posicionamiento, procesamiento de datos, manipulación, comunicación, monitorización, servicios-web, se encuentra en [46].

3.2.20.4. PLC de tipo montaje en rack

Son aquellos que prácticamente tienen las mismas capacidades y funciones que el PLC modular. Sin embargo, existen algunas diferencias en el bus o en el rack dónde se colocan los módulos del PLC. El rack contiene ranuras para los módulos y un sistema de bus integrado para intercambiar información entre los diferentes módulos. La mayoría de los módulos PLC no tienen sus propias cajas, disponen solamente de un panel frontal con una interfaz-HIM. La ventaja principal es que pueden permitir un intercambio más rápido de los datos entre los módulos y el tiempo de reacción por parte de los módulos es menor.

3.2.20.5. PLC con panel Operador y Controlador Lógico Programable (OPLC)

El PLC posee una interfaz HMI para su funcionamiento y una monitorización de los procesos automáticos y las máquinas. La HMI consiste principalmente en un monitor y un teclado o una pantalla táctil. El monitor puede ser bien de tipo texto o gráfico. La ventaja principal de este sistema respecto a un PLC con un panel operador aparte es que no es necesario programar el panel de forma separada. Toda la programación se realiza por medio de una herramienta software, lo que permite economizar los gastos del desarrollo del sistema, se encuentra en [46].

3.2.21. Control Automático

El control automático de procesos se usa fundamentalmente porque reduce el costo de los procesos industriales, lo que compensa la inversión en el equipo de control, además hay ganancias intangibles, como la eliminación de mano de obra pasiva, la cual provoca una demanda equivalente de trabajo especializado, la eliminación de errores es otra contribución positiva del uso del control automático, se encuentra en [48].

El principio del control automático se basa en empleo de una realimentación o medición para accionar un mecanismo de control. El mismo principio del control automático se usa en diversos campos, como control de procesos químicos y del petróleo, control de hornos en la fabricación del acero, control de máquinas y herramientas etc., se encuentra en [48].

3.2.22. Tipos de Control

Lazos o circuitos de control: se define como: “el conjunto de instrumentos que, interconectados entre sí, pueden medir y controlar una variable de proceso”. Cada uno de estos lazos de control internamente recibe y crea disturbios hacia otros lazos de control con los que interactúa y que determinadamente afectan a la variable de proceso, se encuentra en [48].

Para reducir los efectos de los disturbios, los elementos primarios (sensores) y los transmisores recolectan la información de la variable de proceso, enviándola hacia un instrumento receptor (controlador, indicador o alarma) para procesar esta información y su relación con un valor deseado (punto de ajuste) para decidir qué hacer y conseguir que la variable de proceso regrese a donde se encontraba antes de que se originaran los disturbios. Cuando todas las mediciones, comparaciones y cálculos se han realizado, algún elemento final de control deberá implementar la estrategia seleccionada por el controlador, se encuentra en [48].

En general los lazos de control se dividen en dos tipos:

- Control de lazo abierto.
- Control de lazo cerrado.

3.2.22.1. Control de lazo abierto

En este sistema actúa el proceso sobre la señal de entrada y da como resultado una señal de salida independiente a la señal de entrada, pero basada en la primera. Esto significa que no hay retroalimentación hacia el controlador para que este pueda ajustar la acción de control. Es decir, la señal de salida no se convierte en señal de entrada para el controlador, por tal motivo no existe control directo sobre la variable, se encuentra en [48].

Estos sistemas se caracterizan por:

- Ser sencillos y de fácil concepto.
- Nada asegura su estabilidad ante una perturbación.
- La medición de la salida no es retroalimentada continuamente a la entrada.
- Ser afectado por las perturbaciones. Estas pueden ser tangibles o intangibles.
- La precisión depende de la previa calibración del sistema.
- Bajo costo y poco mantenimiento.

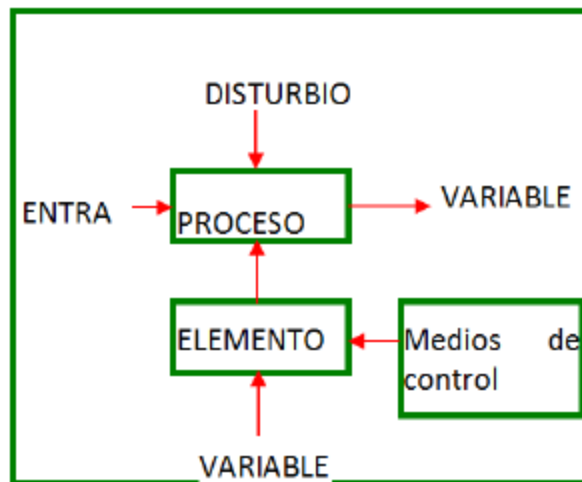


Figura 3. 12. Diagrama de bloques de un lazo de control abierto.

Fuente: [48]

Debido a lo anteriormente descrito, es necesario que los operadores, estén pendientes de cualquier disturbio que ocurra en el proceso para poder intervenir con oportunidad y directamente sobre la variable de proceso que se está controlando. Puede decirse entonces que el operador manipula directamente la variable de proceso, a través del elemento final de control, se encuentra en [48].

Las partes fundamentales de este tipo de lazo son:

- Elemento primario.
- Transmisor (también llamado elemento secundario).
- Receptor (indicador, alarma, registrador, etc.).
- Operador.
- Elemento final de control.
- Proceso.

3.2.22.2. Control de lazo cerrado

Son los sistemas en los que la acción de control está en función de la señal de salida. Los sistemas de circuito cerrado usan la retroalimentación desde un resultado final para ajustar la acción de control en consecuencia. El control en lazo cerrado es imprescindible cuando se da alguna de las siguientes circunstancias, se encuentra en [48]:

- Cuando el proceso no es posible de regular por el hombre.
- Una producción a gran escala que exige grandes instalaciones y el hombre no es capaz de manejar.

- Vigilar un proceso es especialmente duro en algunos casos y requiere una atención que el hombre puede perder fácilmente por cansancio o distracción, con los consiguientes registros que ello pueda ocasionar al trabajador y al proceso.

Sus características son:

- Ser complejos, pero amplios en cantidad de parámetros.
- La medición de la salida es retroalimentada continuamente a la entrada.
- Ser más estable a perturbaciones y variaciones internas.
- Reduce los riesgos en general.
- Permite actuar más rápida y oportunamente en condiciones de emergencia.
- El control puede estar centralizado en un solo cuarto de control.

En este tipo de lazos, la interconexión de los componentes para el control del proceso es tal que la información con respecto a la variable de proceso es continuamente retroalimentada al controlador para compararla con el punto de ajuste y proveer así correcciones continuas y automáticas a la variable de proceso por medio del elemento final de control. Este tipo de lazos también son conocidos como retroalimentados (retroalimentación o feedback, significa “ida y vuelta”), se encuentra en [48].

En este caso no es necesario que el operador este pendiente de los cambios que ocurren en el proceso, ya que el controlador por sí mismo toma decisiones de lo que debe hacer para mantener a la variable de proceso en el valor deseado.

Las partes fundamentales de este tipo de lazos son:

- Elementos primarios (sensores).
- Transmisor (también llamado elemento secundario).
- Controlador (PC., PLC.).
- Elemento final de control (actuadores).
- Proceso.

En el siguiente diagrama se observa este tipo de lazo de control.

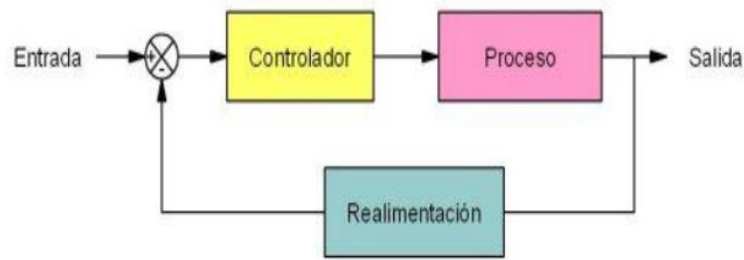


Figura 3. 13. Diagrama de bloque de control de lazo cerrado.

Fuente: [48]

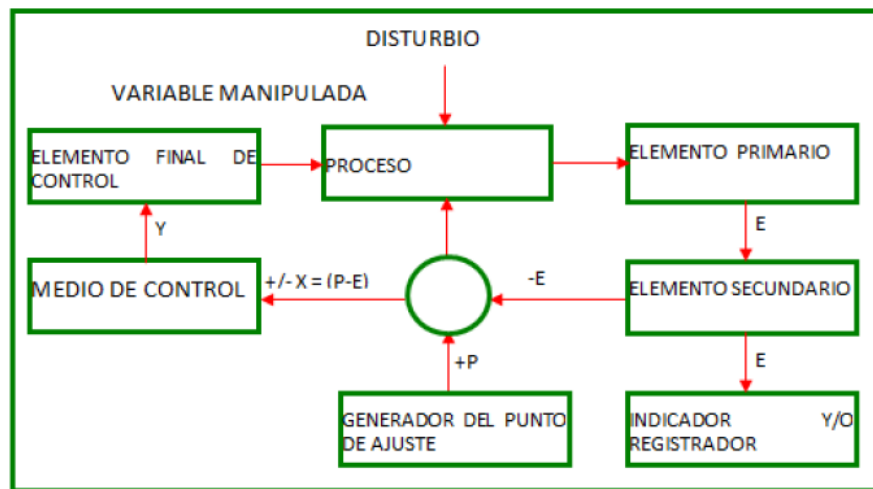


Figura 3. 14. Diagrama de bloque de un lazo de control cerrado.

Fuente: [48]

4. METODOLOGÍA

4.1. Variables

Dentro de nuestra propuesta tecnológica cabe mencionar que existe un número considerable de variables a tratar; pero solo se tomara la variable de temperatura para la ejecución del proyecto.

4.1.1. Variable Independiente

Implementación del módulo de control: ya que se utiliza para la supervisión de las entradas y salidas de los dispositivos de notificación.

- Sensores
- Ventilación

4.1.2. Variable Dependiente

Temperatura: considerada como la magnitud referida a la noción de calor medible con la ayuda de un termómetro.

- Temperatura interna del invernadero.

4.2. Tipo de Investigación

4.2.1. Investigación Bibliográfica

Según el autor Santa Paella y Feliberto Martins en su libro “Metodología de la Investigación Cuantitativa” define el diseño bibliográfico, se fundamenta en la revisión sistemática, rigurosa y profunda del material documental de cualquier clase. Se procura el análisis de los fenómenos o el establecimiento de la relación entre dos o más variables. Cuando se opta por este tipo de estudio, el investigador utiliza documentos, los recolecta, selecciona, analiza y presenta resultados coherentes, se encuentra en [49].

Se procede a utilizar esta modalidad ya que en el proyecto se obtendrá información de fuentes secundarias páginas web, libros en línea, paper de investigación, tesis las cuales nos permitirán ampliar, profundizar los conocimientos y contrastar diferentes teorías o criterios de distintos autores.

4.2.2. Investigación Descriptiva

Según Mario Tamayo y Tamayo, en su libro “Proceso de Investigación Científica”, aporta que la investigación descriptiva comprende la descripción, registro, análisis e interpretación de la naturaleza actual, y la composición o procesos de los fenómenos. El enfoque se hace sobre conclusiones dominantes o sobre grupos de personas, grupo o cosa se conduce o funciona en el presente, se encuentra en [50].

En el proyecto mediante esta modalidad permitirá definir las variables a utilizar, en nuestro caso será la temperatura, la cual nos permitirá establecer los límites máximos y mínimos en los cuales deberá permanecer y permite llevar un diagnóstico de las variaciones térmicas que se llegan a dar en los invernaderos.

4.2.3. Investigación Experimental

Según Van Dalen D, en su libro “Estrategia de la investigación experimental”, hace referencia que la investigación experimental consiste en la manipulación de una variable experimental no comprobada, en condiciones rigurosamente controladas, con el fin de describir de qué modo o porque causa se produce una situación o acontecimiento en particular, se encuentra en [51].

Con el manejo de los datos del nivel térmico en el invernadero, permitirá la realización del control automático de la variable de temperatura, mediante el desarrollo de un algoritmo de programación óptimo que se pueda emplear.

4.3. Métodos de Investigación

4.3.1. Método Científico

Según Ruiz Ramón en su artículo “El método científico y sus etapas”, donde dice que el método científico es el procedimiento planteado que se sigue en la investigación para descubrir las formas de existencia de los procesos objetivos, para generalizar y profundizar los conocimientos así adquiridos y llegar a demostrarlos con rigor racional y con ello comprobarlos en el experimento y con las técnicas de su aplicación, se encuentra en [52].

Este método en el desarrollo de la tesis permitirá implementar un conjunto de pasos ordenados para la obtención de un nuevo conocimiento el cual permitirá llegar a obtener un resultado determinado o planteado.

4.3.2. Método Deductivo

Según Gómez Miguel, en su libro “Investigación, escritura y publicación”, menciona que el método deductivo va de un razonamiento general a uno particular, del principio a la consecuencia; infiere una conclusión a partir de una premisa de un principio o de una ley, se encuentra en [53].

En la propuesta tecnológica se plantea un análisis del comportamiento térmico en los invernaderos del campus Salache, el cual permitirá determinar un sistema de control y monitoreo para mantener en un régimen estable la variable de temperatura.

4.3.3. Método Cuantitativo

Según Ñaupas Humberto en su libro “Metodología de la Investigación Cuantitativa-Cualitativa y Redacción”, donde habla del enfoque cuantitativo que se caracteriza por utilizar métodos y técnicas cuantitativas y por ende tiene que ver con la medición, el uso de magnitudes, la observación y medición de las unidades de análisis, por otro lado, utiliza la recolección de datos y el análisis de los mismos para contestar preguntas de investigación y probar hipótesis formuladas previamente, se encuentra en [54].

Aplicando el método cuantitativo permitirá realizar la recolección de datos técnicos para probar la hipótesis, mediante los niveles de temperatura permitiendo obtener una base de datos donde se identificará los rangos de variación del nivel térmico.

4.4. Técnicas e Instrumentación

4.4.1. Lectura Comprensiva

Se llevará la interpretación y la comprensión de la investigación bibliográfica, conjuntamente con la información técnica y datos necesarios de la variable mencionada que se pretende disminuir o elevar su eficiencia.

4.4.2. Software

Los implementados en este proyecto serán los encargados de realizar la recepción del sensor que analizará la variable térmica necesaria para enviar señales a los actuadores para que entren en funcionamiento.

4.4.3. Sensores

Son los equipos encargados de recopilar la información de la variable térmica y enviarlas a un equipo de recepción y de esta manera en base a su programación determine la acción a realizar por parte de los sistemas para mantener el régimen térmico estable.

5. DESARROLLO DE LA PROPUESTA

En la Universidad Técnica de Cotopaxi en el campus de Salache, sus edificaciones utilizadas para el cultivo son totalmente manuales lo que ocasiona una baja producción relativa en sus cultivos. Por lo que docentes y estudiantes tienen la necesidad de visitar a diario y determinar las respectivas necesidades para los cuidados de sus cultivos y así desarrollar un producto de calidad.

Entre los factores que pueden perjudicar las semillas o plantas cuando están en su proceso de germinación y crecimiento son varios, pero los que predominan son la humedad relativa y temperatura en el interior de sus edificaciones ya que estos factores influyen de manera directa en su proceso de crecimiento de los cultivos.

Los invernaderos inteligentes permiten tomar decisiones importantes que pueden ayudar a mejorar el crecimiento de la semilla de mejor manera.

Mediante el análisis del comportamiento térmico, se puede determinar un sistema de control y monitoreo de temperatura el cual permite a los estudiantes y docentes del campus Salache, permitirá mantener en el interior del invernadero una temperatura adecuada y si esta varía los sistemas de ventilación permitirán adecuar el clima en el interior del mismo, ayudando a que en tiempos de heladas el producto en proceso de germinación no se dañe, de igual manera si la

temperatura se excede del nivel permitido el sistema se activa para que el clima en el interior se mantenga a una temperatura adecuada al cultivo.

Para cumplir con los requerimientos y equipos del sistema de control y monitoreo de temperatura los cuales se adapten a las necesidades del cultivo en los invernaderos. Se detallarán a continuación:

5.1. Requerimientos

5.1.1. Control Climático

Para el cultivo en lugares cerrados son importante los factores climáticos, teniendo un control y monitoreo de temperatura más fácil, ya que esto ayudara directamente en el proceso de crecimiento de los cultivos y evitando los cambios climáticos bruscos que se tienen en el exterior de un invernadero.

5.1.1.1. Temperatura

Según Omar Guadarrama, normalmente la temperatura para las plantas se encuentra entre los 10°C y 27°C, además para el manejo de la temperatura es importante conocer las necesidades y limitaciones de las especies cultivadas para el buen funcionamiento del cultivo, se encuentra en [55].

Mediante la investigación realizada es un requerimiento importante a tener en cuenta en el manejo del ambiente dentro del invernadero, ya que influye en el crecimiento y desarrollo de los cultivos.

Para la propuesta de nuestro invernadero, se debe tener en cuenta la ubicación geográfica y tipo de cultivo se encuentra en el proceso de germinación, en el invernadero del campus Salache los cultivos son de ciclo corto y cultivos ornamentales, por ende, los valores térmicos irán de acuerdo al cultivo sembrado, los rangos de temperatura se encuentran en el Anexo IV y V.

5.1.1.2. Ventilación

La ventilación consiste en la renovación del aire dentro del recinto y es un factor fundamental, pues nos permite actuar sobre la temperatura, humedad, contenido de CO₂ y el oxígeno que hay en el interior. El aire caliente se eleva al techo y el aire frío baja a las plantas, haciendo necesario su circulación. Si el aire caliente (más vapor de agua), se enfría bruscamente, se produce el rocío, se encuentra en [56].

En el proyecto se aplicará la ventilación cenital y forzada. La ventilación cenital está dada por las ventanas que tiene a sus costados el invernadero ayudando a tener una temperatura adecuada sin que exceda los límites permitidos. La ventilación forzada consiste en la aplicación de ventiladores con una alimentación de corriente alterna de hasta 120V, que ayuda al enfriamiento del invernadero al llegar a su temperatura máxima establecida.

5.2. EQUIPOS

5.2.1. Prototipo del Invernadero

Para la representación didáctica de la maqueta del invernadero, se realizó una estructura de madera con las siguientes medidas 60cm*60cm y con una altura de 65cm, cubierta en su totalidad con plástico el cual es un material utilizado en invernaderos para la protección de los cultivos.

La maqueta cuenta con dos ventanas en sus extremos las cuales conjuntamente con los ventiladores ayudaran a mantener una temperatura adecuada.



Figura 5. 1. Maqueta del Invernadero.

Fuente: Autores.

5.2.2. PLC S7-1200

En el módulo didáctico se ha empleado este controlador lógico programable por adaptarse fácilmente a tareas de automatización, las cuales exigen dependiendo del proceso, funciones simples o avanzadas, en programación. Además, ofrece soluciones de control para varios tipos de dispositivos empleados habitualmente en tareas y aplicaciones industriales.

El S7-1200, es un dispositivo poderoso puesto que su CPU posee un microprocesador, adicional una fuente de alimentación, circuitos de entradas y salidas, tanto análogas como digitales y un puerto PROFINET, con la cual se establece comunicación con otros dispositivos dentro de la red.

La CPU del autómat maneja herramientas indispensables para el control de dispositivos y elementos dentro de una aplicación de automatización, ya que, al aplicar instrucciones de temporización, conteo, lógica booleana y funciones matemáticas dentro de la programación del usuario, posibilita la supervisión del estado de entradas, controla la activación de las salidas del sistema y ejecuta tareas de comunicación con otros dispositivos, se encuentra en [57].

La estructura básica del PLC S7-1200 consta de los siguientes elementos:

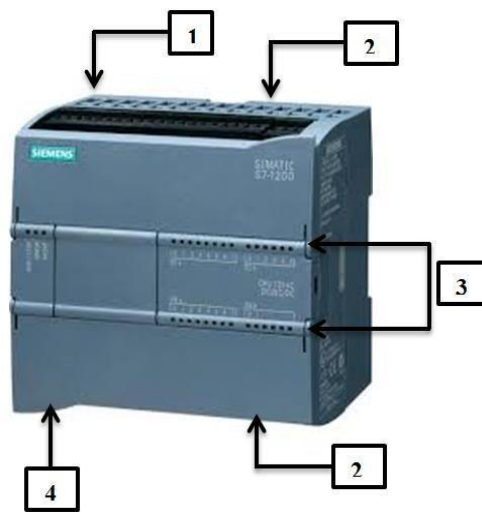


Figura 5. 2. PLC S7-1200.

- 1) Conector de alimentación.
- 2) Conectores de entrada y salida para cableado de usuario.
- 3) Leds de estado para entradas y salidas del PLC.
- 4) Conector PROFINET (en el lado inferior de la CPU)
- 5) La CPU del PLC S7-1200 empleada es la 1212C AC/DC/RLY (6ES7 212-1BE40-0XB0)

La tabla característica del PLC se encuentra en el ANEXO I.

5.2.3. TIA PORTAL

Es un software de ingeniería que permite manipular y configurar los procesos que se desea automatizar, robusto, confiable y eficiente, su programación es basada en lenguaje KOP (lenguaje de escaleras) y FUT (lenguaje por función), convirtiéndose en uno de los softwares mayormente utilizados en el ámbito industrial.

El TIA PORTAL es uno de los mejores softwares para realizar los procesos de automatización requeridos, para el presente proyecto se utilizó la versión V14.

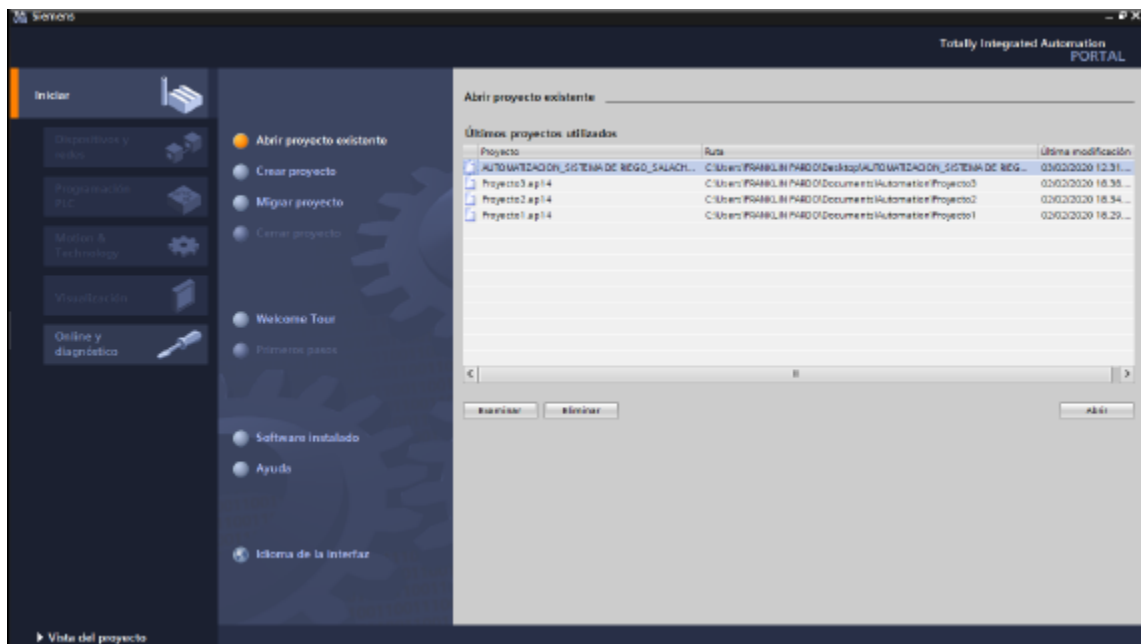


Figura 5. 3. Tía Portal V14.

Fuente: Autores

Para el correcto funcionamiento del Tia Portal se tiene que tener en cuenta la los pasos a seguir para su instalación.

Después de haberse descargado todos los archivos del software de la página principal de SIEMENS se procese a la instalación:

- a) El primer paso para la instalación es activar el STEP 7, abrimos el ejecutable, teniendo en cuenta los requerimientos que tiene el equipo, se tiene que activar las condiciones de licencia de SIEMENS y la confirmación de las indicaciones de seguridad, por último, se procede con la instalación respectiva.
- b) El segundo paso a seguir es la instalación del PLCSIM, abrimos el ejecutable, aceptamos los términos y condiciones que nos piden para su instalación, activamos las condiciones que nos piden, por último, se procede con la instalación respectiva.
- c) Como tercer paso se tiene la activación del PLCSIM, se abre el ejecutable, y se acepta todas las condiciones y términos que nos solicitan y le activamos y se procede con su instalación.

- d) El cuarto paso la instalación de WinCC, se llega abrir el ejecutable del programa, se aceptan todos los términos y condiciones del sistema que nos piden, activamos las licencias, y por último su instalación.
- e) Quinto y último paso la activación de la licencia de Tia Portal, abrimos el activador de licencia seleccionamos todas los casilleros que nos muestran y ponemos activar y se activa el software y se le puede utilizar con normalidad sin ningún problema.

5.2.4. Sensor de Temperatura

Es un sensor impermeable de temperatura y humedad de tipo analógico, y permitirá medir la temperatura, debido a su diseño evitara el rápido envejecimiento de los sensores bajos condiciones ambientales adversas, las piezas de los sensores están de manera ventiladas y de esta manera detectar los cambios en sus parámetros.

El sensor tiene un rango de aproximación de -40°C a 80°C .



Figura 5. 4. Sensor de temperatura y humedad.

Fuente: Autores

La tabla característica del sensor se encuentra en el ANEXO II.

5.2.5. Interruptor Termomagnético

Los interruptores termomagnéticos están diseñados para interrumpir la corriente eléctrica de un circuito cuando esta sobrepasa ciertos valores máximos.



Figura 5. 5. Relé Termomagnético.

Fuente: Autores

5.2.6. Ventilador

Un ventilador es una máquina de fluido, concebida para producir una corriente de aire mediante un rodete con aspas que gira produciendo una diferencia de presiones.

Entre sus aplicaciones, destacan las de hacer circular y renovar el aire en un lugar cerrado para proporcionar oxígeno suficiente a los ocupantes y eliminar olores; así como la de disminuir la resistencia de transmisión de calor por convección.

La tabla característica del ventilador se encuentra en (ANEXO III).



Figura 5. 6. Ventilador de Piso.

Fuente: Autores

5.2.6.1. Cálculo del número de ventiladores a emplearse

En uno de los factores a tener en cuenta ya que estos se encargan de renovar el aire y regular la temperatura, manteniendo una circulación del aire dentro del invernadero para que los cultivos se puedan desarrollar correctamente.

El diseño y cálculo del número de ventiladores que debe tener un invernadero, está en función de la cantidad de aire a renovar. Se sugieren renovaciones horarias entre 40 y 60 por hora.

Mediante las renovaciones de aire por hora N que se decidan entre 40 y 60, indicaran el caudal de aire necesario aplicando la siguiente ecuación, se encuentra en [58]:

$$Q_{aire} (m^3/h) = volumen\ del\ local * N \quad (5.1)$$

Donde:

$Q (m^3/h)$ = caudal de aire.

N = renovaciones de aire.

Para conocer el número de ventiladores a emplear, se aplica la siguiente ecuación:

$$N_{ventiladores} = \frac{Q_{aire}}{Q_{ventilador}} \quad (5.2)$$

5.2.6.2. Dimensionamiento de los ventiladores

- Se deben instalar los equipos favoreciendo las corrientes de aire que predominan en la zona.
- Debe existir una distancia entre extractores comprendidas entre los 8 a 10 metros y así asegurar uniformidad en el flujo del aire.
- Debe existir una distancia a cualquier obstáculo no inferior a 1.5 veces el diámetro del equipo.
- Es recomendable que la ubicación e instalación de los extractores sea aproximadamente entre el 15% y 30% del piso a la altura del invernadero, se encuentra en [58].

5.2.6.3. Cálculo ubicación (altura) de los ventiladores

Para determinar el valor de la ubicación adecuada de los equipos a implementarse aplicaremos las siguientes ecuaciones, se encuentra en [28]:

$$H = H_t * 30\% \quad (5.3)$$

$$U = H_t - H \quad (5.4)$$

Donde:

H_t = altura total del invernadero.

H = altura de ubicación.

U = ubicación del equipo en el invernadero.

5.2.7. Dimensionamiento de los ventiladores del Prototipo

En el análisis para el dimensionamiento de los ventiladores se procede aplicar las ecuaciones planteadas en el desarrollo de la propuesta y así obtener el número de ventiladores necesarios que pueden llegar a requerir el invernadero.

Se procede al cálculo del volumen del invernadero con las medidas mencionadas ancho 60cm, largo 60cm y altura 65cm.

- **Numero de Ventiladores**

Las medidas a trabajar son en metros, pero nuestro prototipo de invernadero es en centímetros por lo que se procede a realizar transformación de unidades.

$$V = 0.60m * 0.60m * 0.65m = 0.234 m^3$$

$$Q_{aire} = 0.234m^3 * 60 \frac{ren}{h} = 14.04 m^3/h$$

Nota: para determinar la capacidad del extractor de aire es necesario que el caudal sea de 7 a 10 veces más que el volumen.

$$Q_{ventilador} = 0.234 m^3 * 10 = 2.34 m^3/h$$

Nota: Para nuestra maqueta utilizamos un ventilador de mayor caudal de aire para obtener resultados de manera inmediata debido a las pruebas a realizar.

$$N_{ventiladores} = \frac{14.04 m^3/h}{6 m^3/h} = 2.34 \text{ redondeando } 2 \text{ ventiladores.}$$

- **Altura de los ventiladores**

De igual manera para conocer la altura a instalarse se aplicará la formula descrita en la propuesta y así nos permite ubicar los ventiladores donde no sean un obstáculo en el interior del invernadero.

$$H = 0.65 * 30\% = 0.195 \text{ m}$$

$$U = 0.65\text{m} - 0.195\text{m} = 0.455 \text{ m}$$

Mediante la aplicación de las ecuaciones podemos calcular el número de ventiladores, necesarios a emplearse en los invernaderos para controlar la temperatura interna y así evitar la compra excesiva de equipos, lo que genera un ahorro económico.

5.2.8. Dimensionamiento de los Ventiladores Invernadero de Salache

Una vez realizado el dimensionamiento de nuestro prototipo, aplicaremos el mismo proceso para determinar el número de ventiladores a utilizarse en el invernadero de Salache de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

Se parte desde el cálculo del volumen del invernadero, la información fue brindada por uno de los docentes a cargo del invernadero. El volumen del invernadero es de 2000 m^3 .

- **Número de Ventiladores**

$$V = 2000 \text{ m}^3$$

$$Q_{\text{aire}} = 2000 \text{ m}^3 * 60 \frac{\text{ren}}{\text{h}} = 120\,000 \text{ m}^3/\text{h}$$

Nota: para determinar la capacidad del extractor de aire es necesario que el caudal sea de 7 a 10 veces más que el volumen.

$$Q_{\text{ventilador}} = 2000 \text{ m}^3 * 8 = 16\,000 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$N_{\text{ventiladores}} = \frac{120\,000 \text{ m}^3/\text{h}}{16\,000 \text{ m}^3/\text{h}} = 7.5 \text{ redondeando } 8 \text{ ventiladores.}$$

- **Altura de los ventiladores**

De igual manera para conocer la altura a instalarse se aplicará la fórmula descrita en la propuesta y así permite ubicar los ventiladores donde no sean un obstáculo en el interior del invernadero.

- $H = 6.90 \text{ m} * 30\% = 2.07 \text{ m}$
- $U = 6.90 \text{ m} - 2.07 \text{ m} = 4.83 \text{ m}$

5.2.9. Dimensionamiento de las cargas en el Invernadero de Salache

La carga de los motores es de $\frac{1}{3}$ HP.

- $C = \frac{1}{3} \text{ HP} * 746\text{W} = 248,67 \text{ W} * 8 \text{ ventiladores} = 1989.36 \text{ W}$

La carga total a instalarse en el invernadero es de 1989.36 W.

Como son ventiladores que trabajan a 220V, se requiere una instalación eléctrica bifásica.

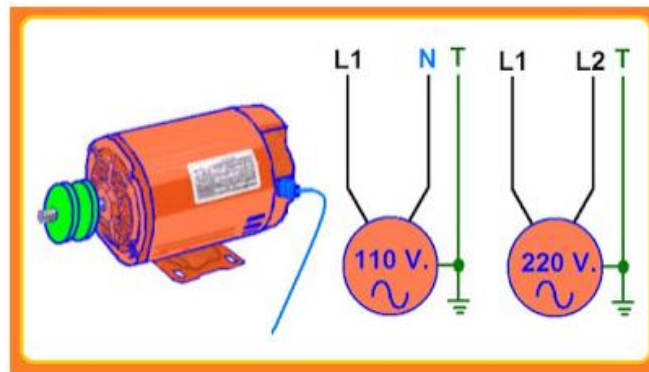


Figura 5. 7. Motor Monofásico y Bifásico.

5.2.10. Cálculo de los conductores Eléctricos para el Invernadero

Para el cálculo de los conductores de motores (ventiladores), se toman las condiciones de eficiencia $N= 0.8$ y factor de potencia 0.8 con un error.

$$I = \frac{\frac{1}{3} \text{ HP} * 746}{220 * 0.8 * 0.8} = 1.77 \text{ A}$$

De acuerdo a la longitud del motor más lejano al CCM (Centro de cargas motores), se selecciona el conductor por sección transversal:

$$S = \frac{2 * L * I}{V * \%Error \text{ menor a } 1} \quad (5.5)$$

$$S = \frac{2 * 32 * 1.77}{220 * 0.9} = 0.57 \text{ mm}^2$$

Nota: para el cálculo de la sección del conductor y así seleccionar el adecuado se debe considerar siempre la distancia más lejana del motor (ventilador), del CCM.

Tabla 5. 1. Tabla de conductores AWG.

Sección AWG	Sección mm²	Corriente (Amperios)
20	0.5	3
18	1	7
16	1,5	10
14	2,5	15
12	4	20
10	6	30
8	10	40
6	16	55
4	25	70

Según la tabla de calibres AWG se debe utilizar un cable número 18 que tiene una sección de 1, mayor a la calculada.

5.2.11. Cálculo de Interruptores para la red eléctrica en el CCM

Se procede aplicar las siguientes formulas:

- **Interruptor Principal**

Para determinar nuestro interruptor general se calcula la corriente que va a soportar nuestro equipo:

$$1 \text{ motor } \frac{1}{3} \text{ HP} = 1.77 \text{ A} * 8 \text{ ventiladores} = 14.16 \text{ A}$$

Según la clasificación de los interruptores se utilizará un interruptor general de 32 A, en nuestro centro de cargas de motores (ventiladores).

- **Calculo Interruptor Termomagnético**

Para cada circuito de los ventiladores dimensiono de manera individual su protección.

Se aplica un factor de utilización de 1.4 aplicado en motores (ventiladores).

$$I = \frac{248.67 * 1 * 1.4}{220} = 1.58 \text{ A}$$

Se selecciona un interruptor de 6 A para cada motor (ventilador).

5.2.12. Selección del Tablero de Distribución y Control

Para el centro de cargas motores (ventiladores), y control en baja tensión se puede implementar el SISTEMA MEDIOMEX.

Ya que es un gabinete fabricado de una lámina de acero en frío, pintura electrostática a base de polvo epóxido gris, adecuado para cualquier tipo de proyecto eléctrico.

En especial donde se requiera distribuciones principales y secundarias como la instalación de equipos de maniobras y medición, arrancadores de motores.

Características:

- Corriente en barras horizontales: 400, 600, 1000
- Barra de tierra: Cobre
- Tensión de Control: 110, 220, 440 v

5.2.13. Dimensionamiento de los ventiladores para una cuarta parte del Invernadero de Salache

Debido al extenso volumen del invernadero se considera dividirlo en 4 naves para cultivos, dando como resultado un volumen de 500 m^3 . Se procede a realizar los cálculos correspondientes:

$$V = 500 \text{ m}^3$$

$$Q_{\text{aire}} = 500 \text{ m}^3 * 60 \frac{\text{ren}}{\text{h}} = 30\,000 \text{ m}^3/\text{h}$$

Nota: para determinar la capacidad del extractor de aire es necesario que el caudal sea de 7 a 10 veces más que el volumen.

$$Q_{\text{ventilador}} = 500 \text{ m}^3 * 10 = 4\,000 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$N_{\text{ventiladores}} = \frac{30\,000 \text{ m}^3/\text{h}}{4\,000 \text{ m}^3/\text{h}} = 7.5 \text{ redondeando } 8 \text{ ventiladores.}$$

- **Altura de los ventiladores**

De igual manera para conocer la altura a instalarse se aplicará la fórmula descrita en la propuesta y así nos permite ubicar los ventiladores donde no sean un obstáculo en el interior del invernadero.

- $H = 6.90 \text{ m} * 30\% = 2.07 \text{ m}$

- $U = 6.90\text{ m} - 2.07\text{ m} = 4.83\text{ m}$

5.2.14. HMI WIN CC

La Interfaz Hombre – Máquina está diseñada en WinCC.



Figura 5. 8. Interfaz Tia Portal – WinCC.

Fuente: Autores

Para la creación de la pantalla HMI en WinCC es necesario crear una ventana y en las cuales se va agregando todos los componentes que se desea mostrar al correr el programa y lo que se desea controlar desde dicha interfaz.

En la pantalla de inicio se visualiza el siguiente menú:

- **CONTROL MANUAL:** este botón ingresa a una pantalla donde se visualiza un submenú: temperatura, accionamiento de ventiladores, curvas de variables.
- **CONTROL AUTOMÁTICO:** mediante este botón ingresa a una pantalla de selección de rangos de temperatura, monitoreo de los ventiladores y consumo de energía, curvas de variables de temperatura.
- **TABLAS NORMALIZADAS:** muestra una pantalla de selección de la temperatura según el tipo de cultivo.

5.2.15. Servidor Web

Para poder tener la conexión con el servidor web es necesario tener al PLC conectado a la computadora y abierto el Tia Portal, donde se selecciona el equipo que se va a utilizar para el

desarrollo de la programación y dentro del equipo nos vamos a la pestaña funciones y escogemos la conexión con el servidor web donde nos da una IP para poder acceder al servidor web.



Figura 5. 9. Página principal del servidor web de SIEMENS.

Fuente: Autores.

Para poder ingresar al servidor web se tiene que tener la dirección IP del PLC ya que todos los datos medidos por el sensor de temperatura serán enviados a dicho servidor y los cuales pueden ser descargados en un archivo CSV.

5.2.16. Plataforma Web

La implementación de la plataforma web ayudara a la visualización de los datos medidor por el sensor de temperatura en tiempo real, logrando tener un mejor monitoreo de la temperatura para el administrador y operador encargado del sistema.

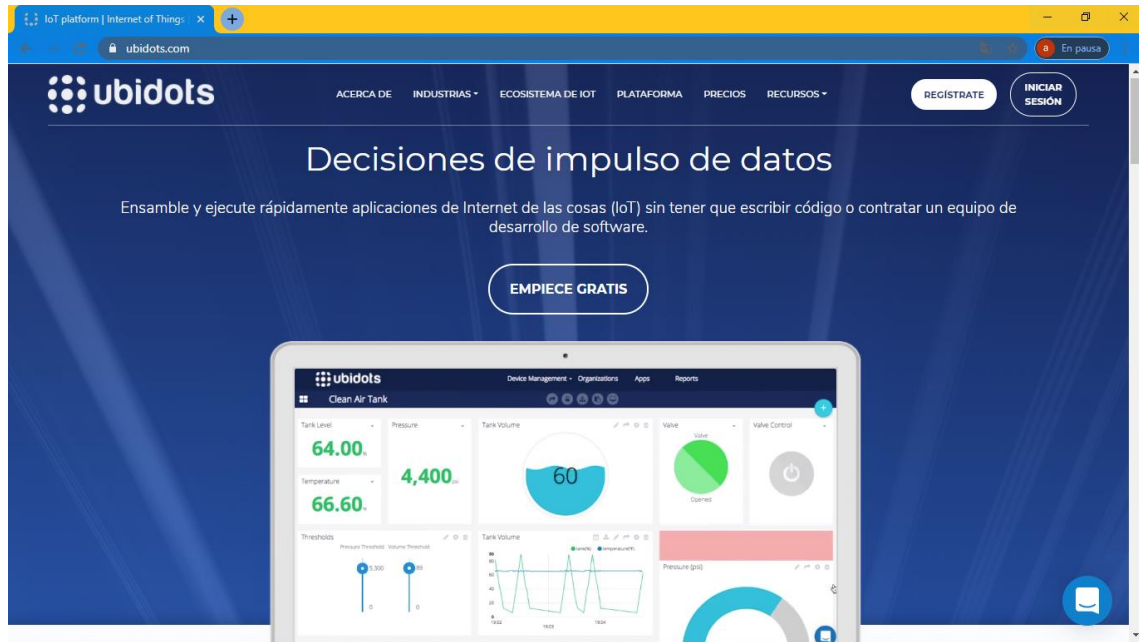


Figura 5. 10. Plataforma web utilizada.

Fuente: Autores

El encargado de utilizar la plataforma web deberá tener su usuario y contraseña y poder visualizar los datos del sensor, el consumo de energía y las activaciones que tendrán los ventiladores.

5.2.17. Algoritmo de Programación/ Diagrama de Bloques

En el diseño algorítmico para el sistema de control a emplearse será un algoritmo de programación en diagrama de bloques:

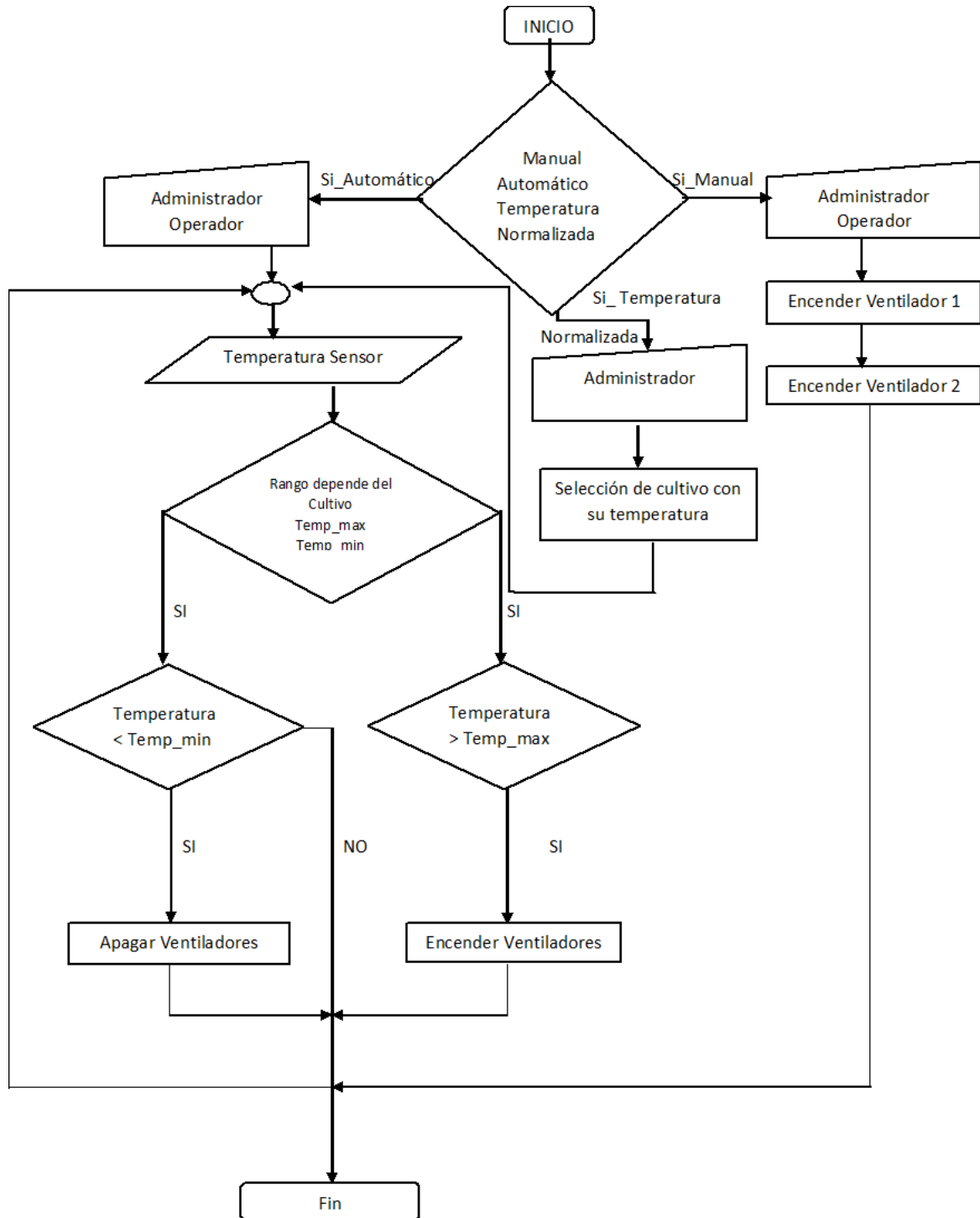


Figura 5. 11. Diagrama de Bloque del control de temperatura.

Fuente: Autores

5.3. PROGRAMACIÓN EN TIA PORTAL

Para empezar a diseñar y simular el sistema empezamos con la programación la cual va ayudar a tener los rangos de temperatura y a su almacenamiento de datos.

5.3.1. Adquisición de la Temperatura

En este segmento ayudara a identificar la temperatura que se encuentra el invernadero, teniendo una entrada analógica del sensor que va ir conectada al PLC para tener su respectiva temperatura.

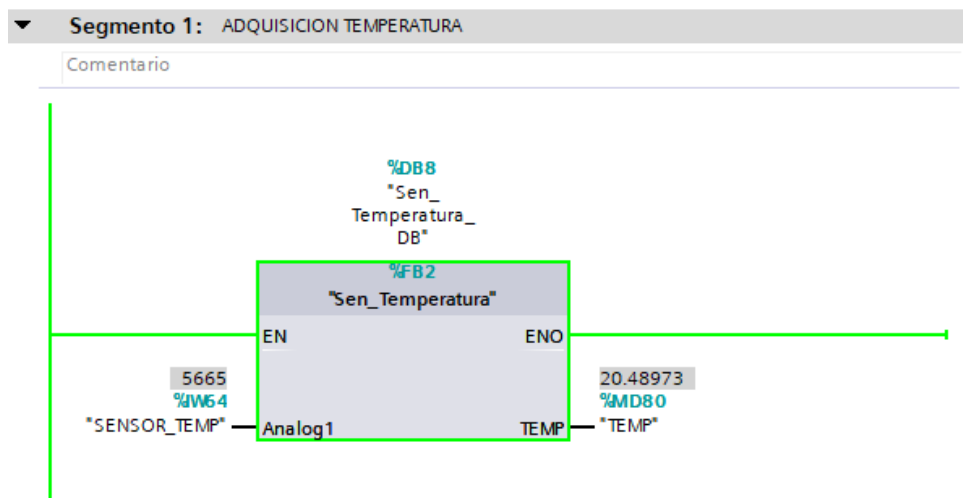


Figura 5. 12. Bloque de adquisición de temperatura.

Fuente: Autores

En el interior del bloque de adquisición de temperatura se encuentran dos bloques más en los cuales van estar los niveles mínimos y máximos para ingresar en la interfaz y puede tener hasta 3000 mediciones de temperatura por el sensor.

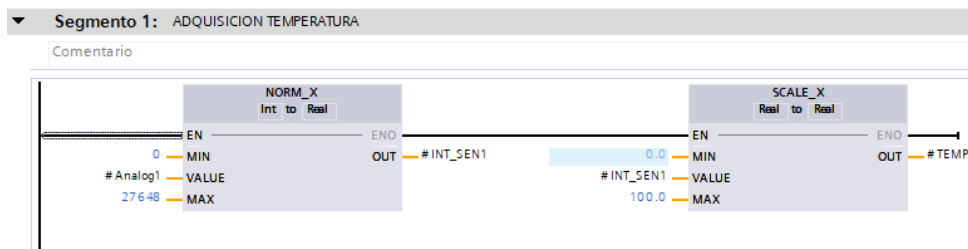


Figura 5. 13. Bloque interno de adquisición de temperatura.

Fuente: Autores

5.3.2. Data Logger

En este segmento se encuentra el almacenamiento de datos, donde serán controlados desde la interfaz HMI en el control automático. Tiene como requisitos crear un archivo con el nombre que se le llegue asignar, el intervalo de tiempo que se desee que se almacenen los datos que serán enviados al servidor web.

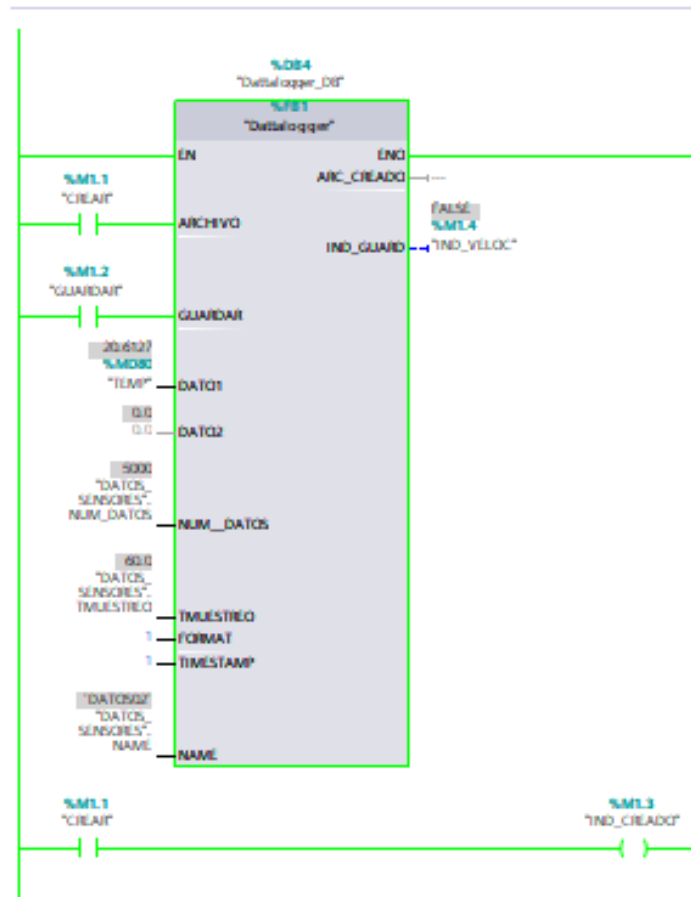


Figura 5. 14. Base de almacenamiento de datos.

Fuente: Autores

5.3.3. Horas de Funcionamiento

El segmento siguiente indica las horas en que el ventilador llega a funcionar y la cual se visualizara en la interfaz HMI control automático. Se tiene un contador que va sumando minutos en que dura prendido el ventilador, mientras se active o desactive seguirá sumando los minutos hasta completar la hora.

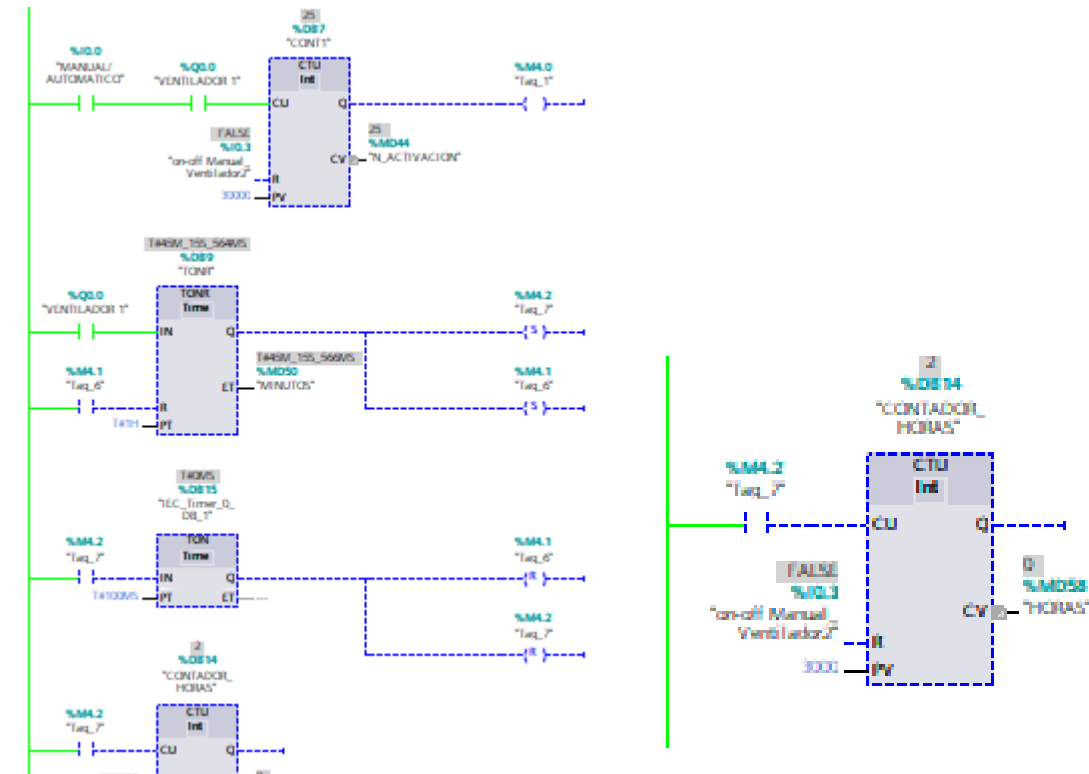


Figura 5. 15. Horas de funcionamiento de los ventiladores para la interfaz.

Fuente: Autores

5.3.4. Consumo

El segmento siguiente se tiene el consumo de energía, esto se llega a calcular con las horas que se haya activado los ventiladores.

Está representada con la siguiente fórmula para poder tener el consumo de energía que va transcurriendo por cada hora de activación:

$$E = (\$kWh * HF) * P \quad (5.6)$$

Donde:

E= Energía consumida

\$kWh= Costo de la energía en kWh

HF= Horas de Funcionamiento

P= Potencia

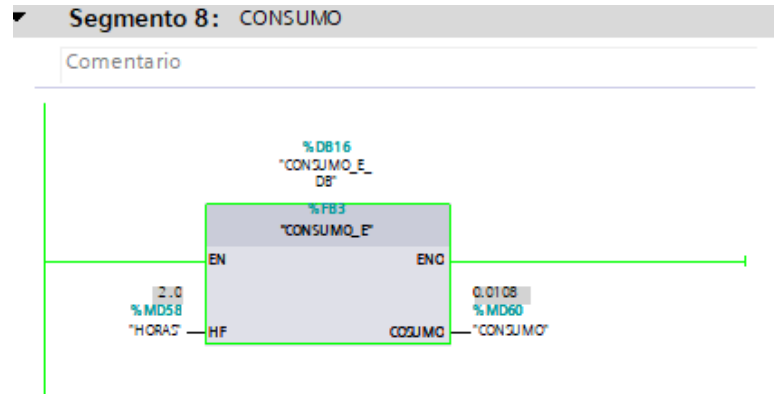


Figura 5. 16. Bloque de consumo de energía.

Fuente: Autores

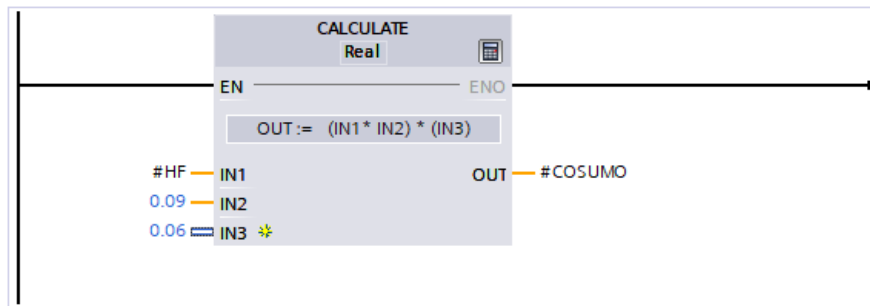


Figura 5. 17. Cálculo desde el bloque principal para el consumo de energía.

Fuente: Autores

La tabla 5.2., se identifica las entradas y salidas del PLC a los diferentes componentes que conforman el tablero de control, donde se puede visualizar en el ANEXO VII como está realizada la instalación del tablero.

Tabla 5. 2. Entradas y salidas del PLC al Tablero de Control.

Entradas y Salidas del PLC al Tablero de Control

Tipo:	Ubicación de Conexión:
Entrada Eléctricas	Termomagnético
Alimentación de Energía (Termomagnético 1)	Alimentación Eléctrica del PLC
Entradas Digitales	Controladores
Fuente de 24 VDC	24 VDC del PLC (M-1M)
Seleccionador de Control	Inputs 24 VDC del PLC (0)
Pulsador Paro	Inputs 24 VDC del PLC (1)
Pulsador ON/OFF 1	Inputs 24 VDC del PLC (2)
Pulsador ON/OFF 2	Inputs 24 VDC del PLC (3)
Entradas Analógicas	Sensor
Plug AI0 (rojo)	Analogic inputs del PLC (0)
Plug GND (negro)	Analogic inputs del PLC (2M)
Salidas Digitales	Ventiladores/Luces (actuadores)
Alimentación de Energía (Termomagnético 2)	Outputs del PLC (1L)

Luz Piloto 1 / Ventilador 1	Outputs del PLC (0)
Luz Piloto 2/ Ventilador 2	Outputs del PLC (1)
Luz Piloto Paro	Outputs del PLC (2)

Fuente: Autores

5.4. DISEÑO DEL INVERNADERO

Para el sistema electrónico de nuestro proyecto se enfocará en la forma de control, los dispositivos y factores climáticos.

Nuestro sistema de control permite un control remoto manual y automático de los factores que influyen directamente para el crecimiento de los cultivos.

La lectura del sensor y activación de los actuadores utilizaran un S7- 1200 como dispositivo master donde toda la información recibida por el sensor será procesada y permitirá visualizar al usuario final mediante una interfaz la lectura y activación de los dispositivos.

Permitiendo al usuario acceder al sistema para su control y monitoreo térmico dentro del invernadero desde su tablero de control.

5.4.1. Variables y condiciones del sistema electrónico

Para las condiciones de activación y desactivación de los actuadores se tendrá en cuenta el comportamiento de uno varios sensores.

Nuestro sistema térmico depende de la temperatura.

El sistema de ventilación encenderá o apagará los ventiladores dependiendo de la temperatura que se encuentre en el interior del invernadero, también permitirá al usuario la activación manual de cada uno de los actuadores dependiendo de las necesidades del invernadero.

5.4.2. Diseño del tablero de Control

El diseño se realizó mediante el programa AUTOCAD, el cual permite realizar un esquema como guía para la ubicación de los elementos a utilizar en el tablero para el control y monitoreo de la temperatura.

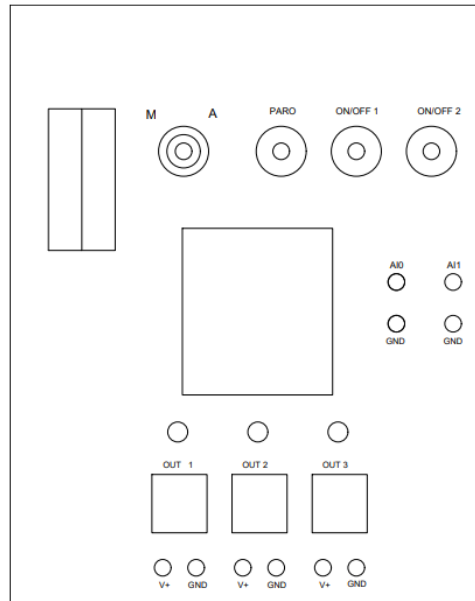


Figura 5. 18. Diseño Tablero AUTOCAD.

Fuente: Autores

5.4.3. Especificaciones para el diseño del tablero de control

El tablero de control consta de las siguientes medidas: ancho 29 cm, alto 37 cm, dispondrá de un riel DIN donde se alojarán los equipos de forma fija y ordenada.

El tablero consta de varios elementos principales como son los relés termomagnéticos, la conexión para el sensor y los actuadores y el principal un módulo PLC S7-1200 en el cual internamente utiliza los protocolos de comunicación TCP/IP.



Figura 5. 19. Ubicación Elementos en el Tablero.

Fuente: Autores

5.4.4. Requerimientos Generales

El sistema requiere para su conexión una fuente de voltaje de 127 V de corriente alterna ya que el PLC soporta la capacidad mencionada.

Por otro lado, se puede visualizar la conexión del tablero de control con sus respectivos elementos que lo constituyen de manera general, y también se puede verificar con su respectivo plano de conexión, se encuentra en el Anexo IV.

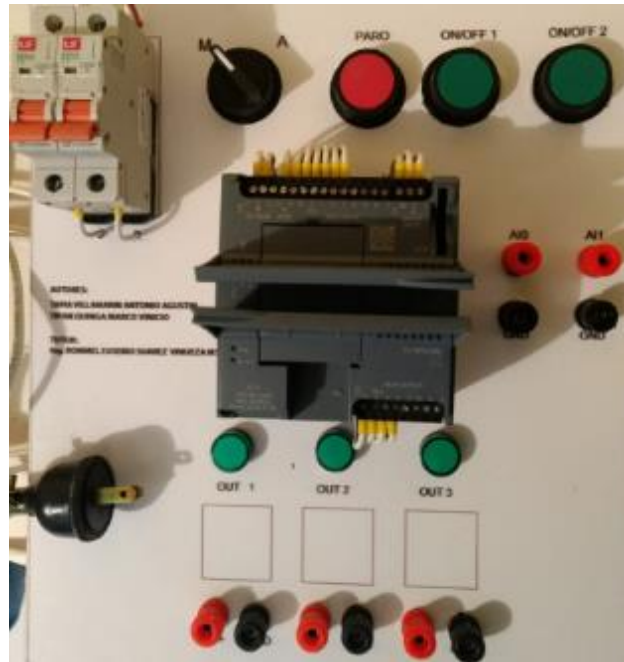


Figura 5. 20. Conexión del Tablero.

Fuente: Autores

6. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Una vez concluido su construcción el equipo fue sometido a pruebas de funcionamiento para tener un sistema confiable para el usuario, logrando que el operador pueda hacer sus funciones normales con la utilización del software. De esta manera se da la apertura para el análisis de resultados realizados por medio de pruebas.

- El software cuenta con una interfaz sencilla que facilita el acceso.
- El diseño del software es sencillo lo cual tiene una interacción rápida al momento de ejecutar el sistema.
- Permite conocer cada una de las actividades en las que monitorea el sistema.

6.1. Pruebas desde el control de la Interfaz HMI

6.1.1. Protección del sistema

Esta realizada la protección del sistema con:

- Usuario
- Contraseña

Que van hacer manipuladas por el Administrador y el Operario evitando que personas que desconocen del funcionamiento del sistema lleguen a modificar los datos que llegan estar establecidos para el censo de la temperatura.



Figura 6. 1. Introducción de usuario y contraseña del sistema.

Fuente: Autores

Se puede observar que solo las personas encargadas para poder ingresar y salir del sistema tienen que ingresar su usuario y contraseña que serán dadas al administrador y al operador.

6.1.2. Control manual

En el control manual se controla desde la interfaz HMI, solo se puede observar el valor de la temperatura que se llega a estar censando y donde puede activar y desactivar los ventiladores el usuario o hacer un paro de emergencia para corregir algún problema que llegue a tener algún equipo dentro del invernadero.



Figura 6. 2. Gráfico de la interfaz del control manual del sistema.

Fuente: Autores

En la gráfica se puede observar cómo se va dibujando el rango de la temperatura y donde tiene que guiarse en la hoja de datos de cada planta que se encuentra en el (ANEXO V y VI) y observar si está en el rango correcto la temperatura o realizar la activación de los ventiladores hasta observar que llegue a su temperatura normal.

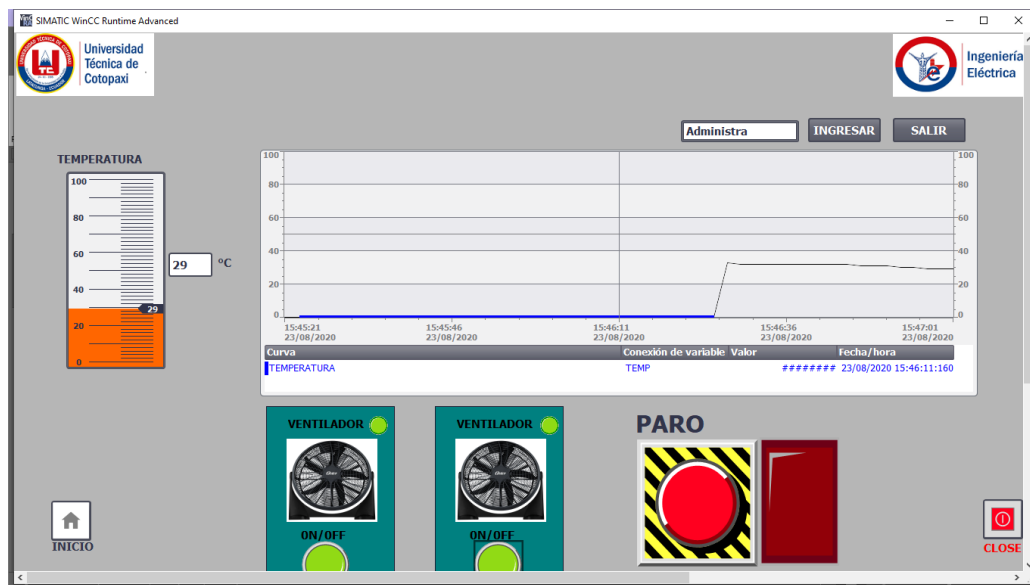


Figura 6. 3. Gráfico de los ventiladores activos con una temperatura mayor en el control manual.

Fuente: Autores

6.1.3. Control automático

En el control automático que es operado desde la interfaz HMI, donde que el administrador debe selecciona tipo de cultivo que está en desarrollo, desde la interfaz, ingresando automáticamente los rangos mínimos y máximos de temperatura, se puede identificar en (ANEXO V y VI), se identifica también cuantas veces se prendió el ventilador y el almacenamiento de datos que es enviado al servidor web y que se puede observar la hora que empezó a censar el sistema y su temperatura, se encuentra ubicada en el (ANEXO X).



Figura 6. 4. Selección de los cultivos a sembrar.

Fuente: Autores

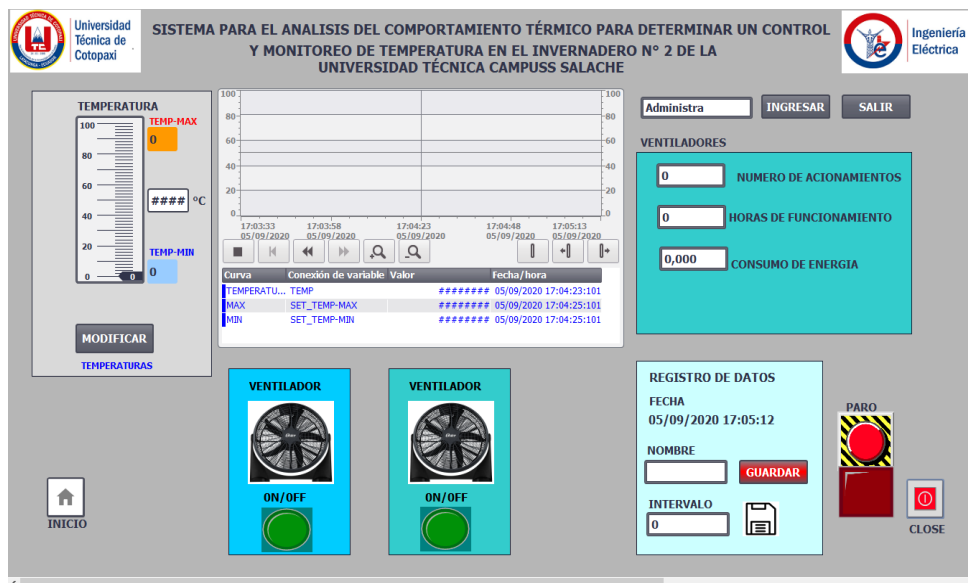


Figura 6. 5. Interfaz para el control automático del sistema.

Fuente: Autores

En el gráfico que se observa nos indica el tiempo que está censando los límites de la temperatura que son normal, mínima y máxima que se van dibujando las líneas dependiendo la temperatura en la que puso el usuario, si la temperatura llega a exceder su valor máximo los ventiladores se activaran automáticamente logrando tener la temperatura establecida en el rango dado.

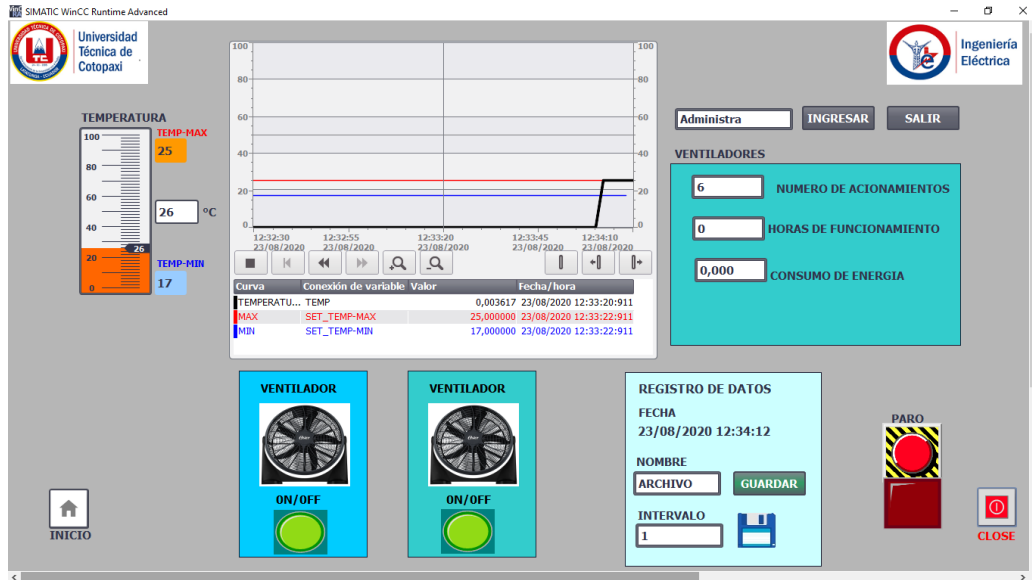


Figura 6. 6. Activación de los ventiladores cuando supera su rango máximo de temperatura.

Fuente: Autores.

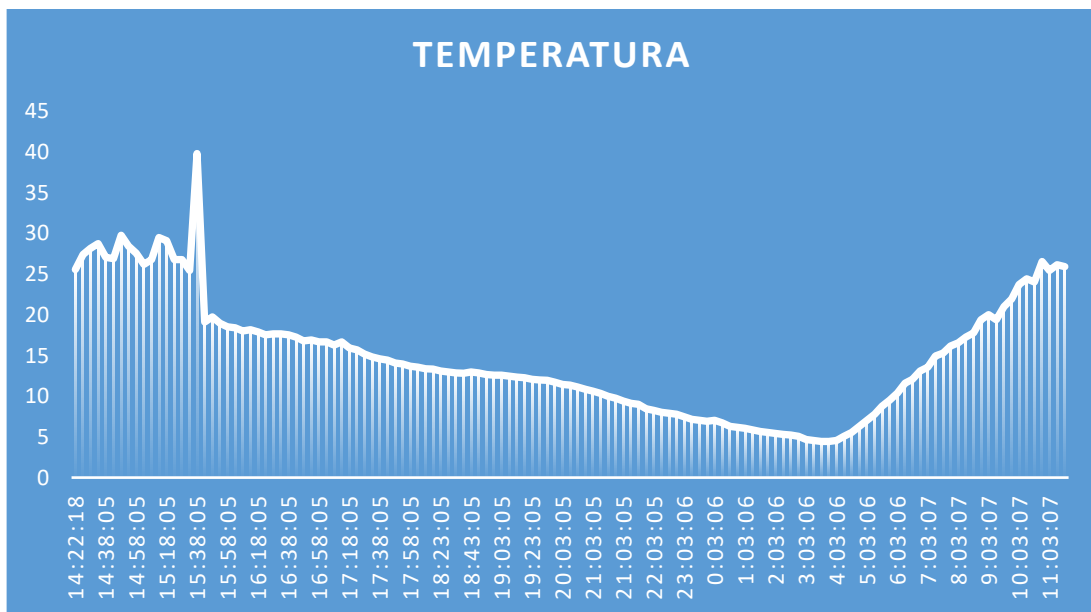


Figura 6. 7. Curva de temperatura medida cada cinco minutos.

Fuente: Autores.

En el ANEXO XI se encuentran los datos de las temperaturas tomadas con las ventanas cerradas del invernadero en periodos de una hora, se muestra la curva de los datos tomados en el transcurso del día.

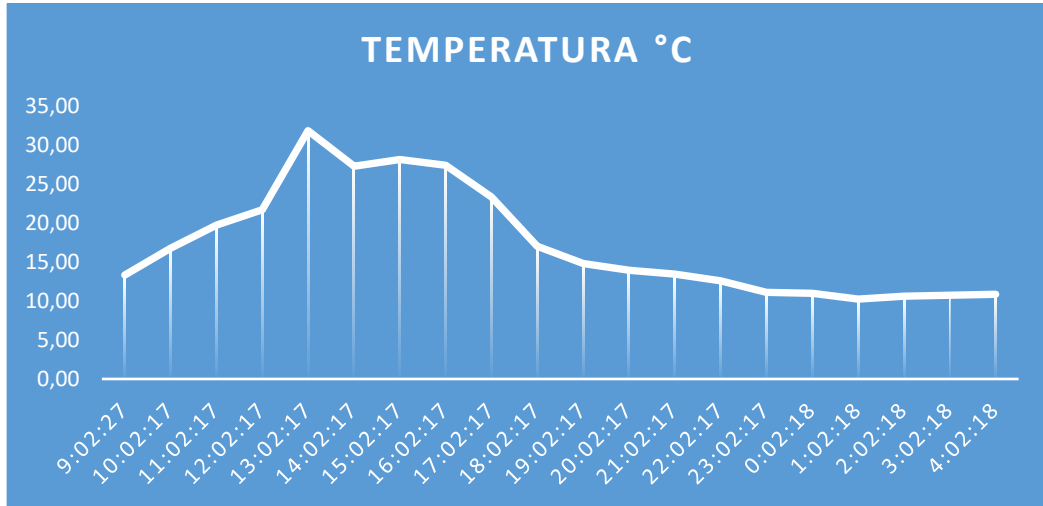


Figura 6. 8. Datos obtenidos en un periodo de una hora con las ventanas cerradas.

Fuente: Autores

En el ANEXO XII se encuentran los datos medidos en el invernadero con las ventanas abiertas en periodos de una hora, en el transcurso del día, se muestra la curva de los datos tomados.

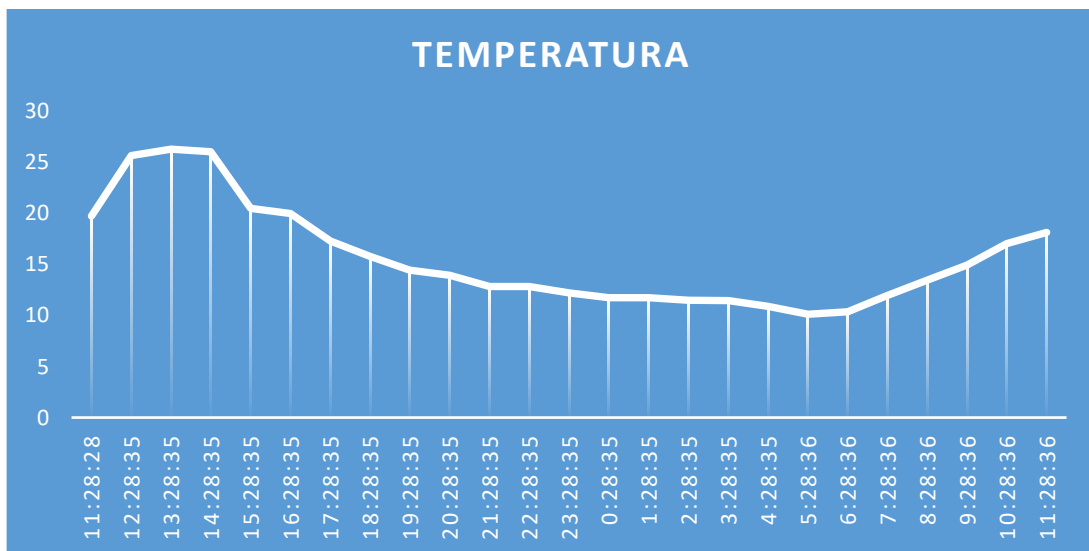


Figura 6. 9. Datos obtenidos en periodos de una hora con las ventanas abiertas.

Fuente: Autores

En el ANEXO XIII se encuentran los datos medidos en el invernadero con las ventanas cerradas en periodos de quince minutos, en el transcurso de un día, se muestra la curva de los datos obtenidos.

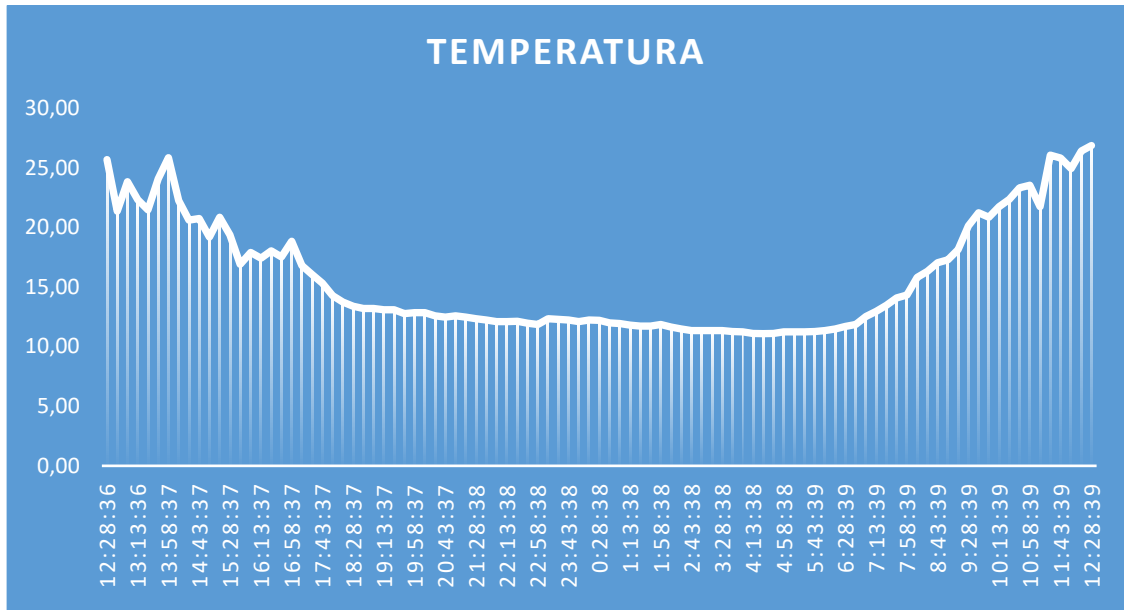


Figura 6. 10. Datos obtenidos en periodos de quince minutos con las ventanas cerradas.

Fuente: Autores

En el ANEXO XIV se encuentran los datos medidos en el invernadero con las ventanas abiertas en periodos de quince minutos, en el transcurso de un día completo, se muestra la curva tomada de los datos.

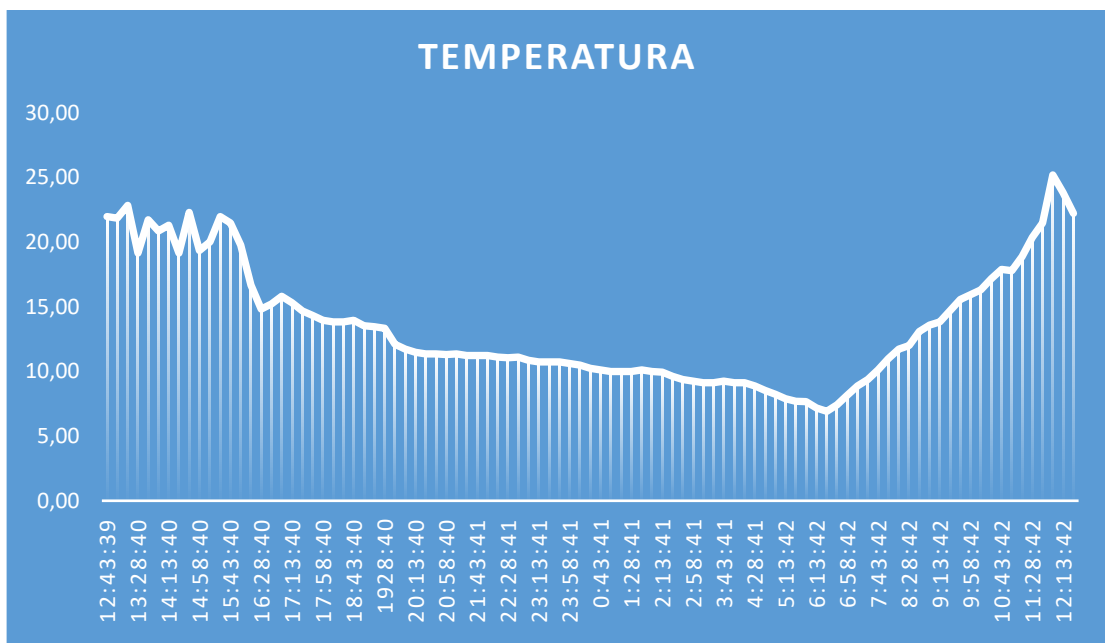


Figura 6. 11. Datos obtenidos en periodos de quince minutos con las ventanas abiertas.

Fuente: Autores

En el ANEXO XV se encuentra los datos medidos en el invernadero con las ventanas abiertas y cerradas, en el transcurso de un día completo, se muestra la curva de los datos obtenidos.

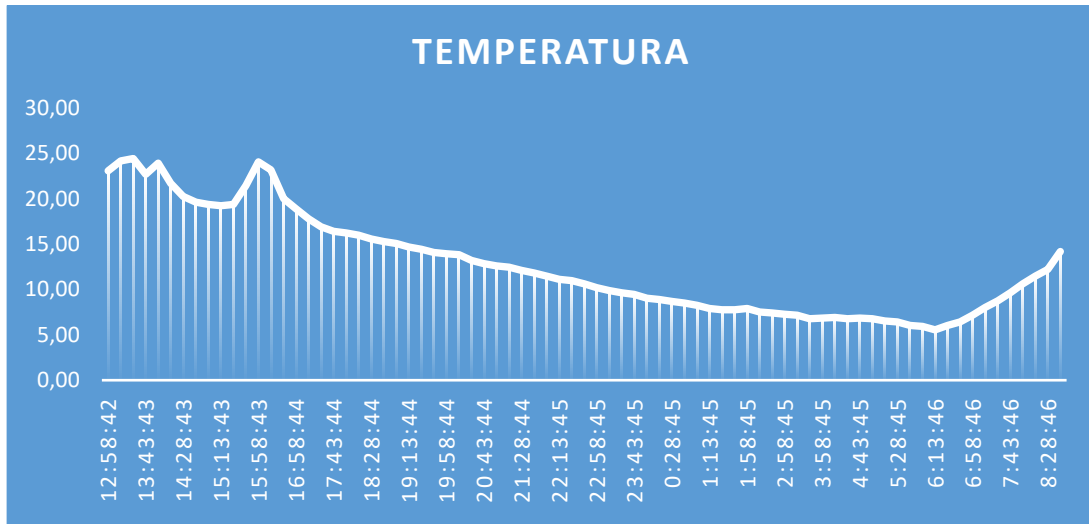


Figura 6. 12. Datos obtenidos en periodos de quince minutos con las ventanas abiertas y cerradas.

Fuente: Autores

6.2. Prueba desde el control del Tablero Principal

En este control el operario tiene que cambiar a modo manual en el tablero para que él pueda controlar desde ahí los equipos dentro del invernadero o llegar a solucionar algún problema que tenga alguno de los equipos que están instalados dentro del invernadero.

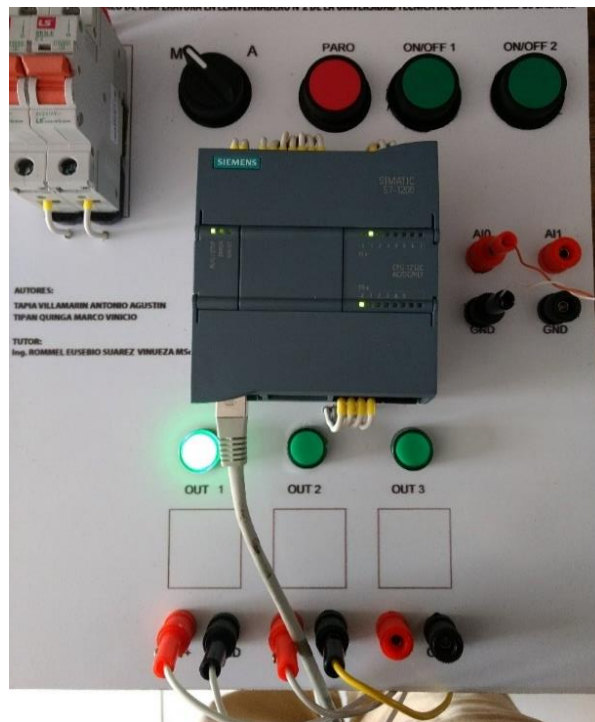


Figura 6. 13. Control desde el tablero principal de los ventiladores.

Fuente: Autores

6.3. Prueba de Ventiladores

En la prueba de los ventiladores se observa cuán importante son para el enfriamiento del invernadero logrando que el sensor de temperatura llegue a estar en los rangos ingresados por el administrador del sistema.

Al superar su temperatura máxima ingresada empiezan a enfriar al invernadero hasta que baje a los niveles normales de operación del invernadero.



Figura 6. 14. Ubicación de los ventiladores en el invernadero.

Fuente: Autores

Las pruebas de accionamiento de los ventiladores están dadas por la temperatura máxima donde se identificará el tiempo que se demora en enfriar al invernadero:

6.3.1. Prueba con las ventanas cerradas

Se identificará el tiempo que tarde en apagarse el ventilador tomando en cuenta la temperatura mínima y máxima con las ventanas cerradas.

Tabla 6. 1. Prueba de accionamiento de ventiladores con ventanas cerradas.

Fecha	Temperatura	Hora de Encendido	Hora de Apagado	Minutos
26/08/2020	Tmax: 35 Tmin: 27	14:18	14:20	2
26/08/2020	Tmax: 35 Tmin: 27	14:22	14:25	3
26/08/2020	Tmax: 35 Tmin: 27	14:27	14:29	2
26/08/2020	Tmax: 35 Tmin: 27	14:30	14:33	3
26/08/2020	Tmax: 35 Tmin: 27	14:35	14:41	6

26/08/2020	Tmax: 35 Tmin: 27	14:42	14:44	2
26/08/2020	Tmax: 35 Tmin: 27	14:46	14:48	2
26/08/2020	Tmax: 35 Tmin: 27	14:50	14:54	4
26/08/2020	Tmax: 35 Tmin: 27	14:56	14:59	3
26/08/2020	Tmax: 35 Tmin: 27	15:00	15:13	13

Fuente: Autores

6.3.2. Prueba de ventiladores con ventanas abiertas

Se muestra el tiempo de activación y paro de los ventiladores con sus temperaturas mínimas y máximas con las ventanas abiertas.

Tabla 6. 2. Prueba de accionamiento de los ventiladores con las ventanas abiertas.

Fecha	Temperatura	Hora de Encendido	Hora de Apagado	Minutos
27/08/2020	Tmax: 27 Tmin: 20	14:00	14:05	5
27/08/2020	Tmax: 27 Tmin: 20	15:58	16:18	20

Fuente: Autores

6.4. Análisis Térmico

Se tiene que tener en cuenta la temperatura máxima interna que llega a tener el invernadero, tomando las temperaturas máximas al momento de censar y poder tomar una fotografía con una cámara termográfica para llegar a tener un mejor análisis del comportamiento térmico en el invernadero y observar cuan caliente está el invernadero desde el exterior y el interior.

Tabla 6. 3. Temperaturas máximas obtenidas en el invernadero.

N° de Dato	Fecha	Hora	Temperatura
1	23/08/2020	14:22:18	25,55
2	23/08/2020	14:23:05	27,4
3	23/08/2020	14:28:05	28,14
4	23/08/2020	14:33:05	28,76
5	23/08/2020	14:38:05	27,04
6	23/08/2020	14:43:05	26,91
7	23/08/2020	14:48:05	29,76
8	23/08/2020	14:53:05	28,45
9	23/08/2020	14:58:05	27,55
10	23/08/2020	15:03:05	26,18
11	23/08/2020	15:08:05	26,79

12	23/08/2020	15:13:05	29,5
13	23/08/2020	15:18:05	29,12
14	23/08/2020	15:23:05	26,79
15	23/08/2020	15:28:05	26,79
16	23/08/2020	15:33:05	25,43
17	23/08/2020	15:38:05	39,81
22	24/08/2020	10:18:07	24,44
23	24/08/2020	10:33:07	24,01
24	24/08/2020	10:48:07	26,54
25	24/08/2020	11:03:07	25,43
26	24/08/2020	11:18:07	26,17
27	24/08/2020	11:33:07	25,92
28	8/26/2020	13:02:17	31,85
29	8/26/2020	14:02:17	27,28
30	8/26/2020	15:02:17	28,14
31	8/26/2020	16:02:17	27,40
32	8/27/2020	12:28:35	25,68
33	8/27/2020	13:28:35	26,29
34	8/27/2020	14:28:35	26,05
35	8/28/2020	12:28:36	25,67
36	8/28/2020	13:43:37	24,07
37	8/28/2020	13:58:37	25,85

Fuente: Autores

7. PRESUPUESTO Y ANÁLISIS DE IMPACTOS

7.1.Presupuesto

Para determinar los costos de la inversión se utiliza los precios aportados por el sensor de temperatura que no se encontró en el país los valores se citan a continuación.

7.1.1. Gastos Directos

Tabla 7. 1. Gastos directos.

Detalle	Cantidad	V. Unidad (\$)	V. Total (\$)
Sarán	1 m	1,25	1,25
Plástico	3 m	1,25	3,75
Relés termomagnéticos	2	5	10
Sensor de temperatura	1	200	200
Estructura del invernadero	2	30	60
Cable THHN #18	10 m	0,50	5
Pulsadores NO y NC	3	3	9

Interruptor doble NO	1	3,50	3,50
PLC	1	400	400
Luces pilotos	3	3	9
Jack hembras	10	0,30	3
Jack machos	10	0,30	3
Ventiladores	2	20	40
Terminales para PLC	1 funda de 100	4	4
Cable Ethernet	5 m	0,9	4,50

Fuente: Autores

7.1.2. Gastos Indirectos

Tabla 7. 2. Gastos indirectos.

Detalle	Cantidad	V. Unidad (\$)	V. Total (\$)
Alimentación	6	2.50	15
Combustible	25 gls.	1.75	43,75

Fuente: Autores

7.1.3. Gastos Totales

Tabla 7. 3. Gastos totales.

Detalle	Cantidad	V. Unidad	V. Total
Sarán	1 m	1,25	1,25
Plástico	3 m	3,75	3,75
Relés termomagnéticos	2	5	10
Sensor de temperatura	1	200	200
Estructura del invernadero	2	30	60
Cable THHN #18	10 m	0,50	5
Pulsadores NO y NC	3	3	9
Interruptor doble NO	1	3,50	3,50
PLC	1	400	400
Luces pilotos	3	3	9
Jack hembras	10	0,30	3
Jack machos	10	0,30	3
Ventiladores	2	20	40
Terminales para PLC	1 funda de 100	4	4

Cable Ethernet	5 m	0,9	4,50
Alimentación	6	2.50	15
Combustible	25 gls.	1,75	43,75
Subtotal			\$ 814,75
I.V.A. 12 %			\$ 97,77
Total			\$ 912,52

Fuente: Autores

Para determinar los costos de inversión del invernadero N°2 de Salache se muestran los siguientes costos establecidos.

7.1.4. Gastos Directos para el invernadero

Tabla 7. 4. Gastos Directos Invernadero Salache.

Detalle	Cantidad	V. Unidad (\$)	V. Total (\$)
Ventiladores	8	250	2000
Sensor de Temperatura	1	200	200
Disyuntores termomagnéticos de 10A	8	12	96
Disyuntor termomagnético de 32A	1	25	25
Cable THHN #14	300 m	0,50	150
Pulsadores NO y NC	3	3	9
Interruptor doble NO	1	3,50	3,50
PLC	1	400	400
Luces pilotos	3	3	9
Jack hembras	10	0,30	3
Jack machos	10	0,30	3
Terminales para PLC	1 funda de 100	4	4
Cable Ethernet	5 m	0,9	4,50
Riel din	1	2,2	2,2
Gabinete metálico 40x40x20	1	60	60

Fuente: Autores

7.1.5. Gastos totales para el invernadero de Salache

Tabla 7. 5. Gastos Torales Invernadero Salache.

Detalle	Cantidad	V. Unidad	V. Total
Ventiladores	8	250	2000
Sensor de Temperatura	1	200	200
Disyuntores termomagnéticos de 10A	8	12	96
Disyuntor termomagnético de 32A	1	25	25
Cable THHN #14	300 m	0,50	150
Pulsadores NO y NC	3	3	9
Interruptor doble NO	1	3,50	3,50
PLC	1	400	400
Luces pilotos	3	3	9
Jack hembras	10	0,30	3
Jack machos	10	0,30	3
Terminales para PLC	1 funda de 100	4	4
Cable Ethernet	5 m	0,9	4,50
Riel din	1	2,2	2,2
Gabinete metálico 40x40x20	1	60	60
Subtotal			\$ 2969,20
I.V.A. 12 %			\$ 356,304
Total			\$ 3325,50

Fuente: Autores

7.2. Análisis de impactos

Se procede a detallar los impactos a tomarse en cuenta en la propuesta tecnológica:

7.2.1. Impacto Social

Al mencionar el impacto social en la propuesta tecnológica, hablamos de los beneficios que esta puede traer a la sociedad o a su vez a la comunidad de estudiantes y docentes encargados de los invernaderos, y así contribuir al desarrollo en el proceso de cultivos en cualquier época del año para la Carrera de Ingeniería Agronómica.

7.2.2. Impacto Tecnológico

Mediante la propuesta tecnológica se pretende aprovechar el avance de la tecnología en los sistemas de automatización, aplicando equipos tecnológicos que facilitan la adquisición de datos de los factores climáticos, los cuales permiten monitorear y controlar la temperatura en las instalaciones del invernadero del campus Salache.

7.2.3. Impacto Ambiental

La propuesta tiene un gran impacto en lo ambiental, ya que el sistema de control y monitoreo contribuye con el medio ambiente y los cultivos, ya que al controlar la temperatura esta se mantiene estable dentro de los rangos permitidos contribuyendo en el proceso de germinación y desarrollo de las diferentes semillas destinadas para cultivos, mejorando la calidad de los productos para el consumidor.

8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

8.1. Conclusiones

- Mediante el sistema de control y monitoreo para el invernadero N°2 del campus de Salache, en un futuro se podrá controlar los niveles de la temperatura interna apropiadas para diferente tipo de cultivo, beneficiando a los estudiantes y docentes de la Carrera de Agronomía, que se encuentran a cargo de las instalaciones mejorando la calidad de producción al momento de cultivar sus productos en cualquier época del año.
- Para la propuesta se utiliza el software WinCC, que proporciona herramientas útiles para el desarrollo del sistema de control y monitoreo del régimen térmico mediante una interfaz HMI para SCADA.
- Para el diseño de control y monitoreo de la propuesta se utilizará un sensor de temperatura impermeable, un PLC S7 1200 que se adapta fácilmente a tareas de automatización y su conexión directa a 110V, los ventiladores que cumplan con las condiciones de caudales de aire requeridos.
- La confiabilidad que brinda el sistema de monitoreo es segura ya que los datos medidos por el sensor son relativos al lugar que se pretende controlar, al que solo puede ingresar el administrador quien va a dictar los rangos mínimos y máximos de temperatura, y el operador quien solo va a encargarse de la revisión del sistema y de guardar datos los cuales son enviados a un servidor web.

- El sistema de control es accesible a cualquier usuario que se encuentre a cargo de las instalaciones ya que tiene una programación, que permite registrar la cantidad de usuarios a cargo del invernadero para que no pueda ser manipulado o alterado por alguien que desconoce el funcionamiento y así evitar su desconfiguración, además está en la capacidad de aumentar más restricciones de programación acoplándose a los requerimientos del invernadero y los cultivos.
- Una parte fundamental de la propuesta es el manual de usuario ya que permitirá a las personas tener un conocimiento previo del manejo del software que realiza el control y monitoreo de las temperaturas elevadas en el invernadero.

8.2. Recomendaciones

- La adquisición de elementos, actuadores y sensores deben ser las adecuadas de acuerdo al dimensionamiento y trabajo específico a realizar, esto es de gran importancia, ya que de estos elementos se garantizará el funcionamiento adecuado del monitoreo y control del régimen térmico, y se incorporarán dentro del invernadero y así mejorar la calidad de producción en diferentes épocas del año.
- Se recomienda para la medición adecuada del régimen térmico implementar sensores de temperatura que puedan soportar condiciones ambientales adversas dentro del invernadero, y así su sensibilidad y precisión puedan permitir un control de temperatura adecuado.
- La importancia a tomar en cuenta en cada una de las configuraciones detalladas en el manual de funcionamiento del sistema de control y monitoreo de esta manera evitar problemas en la transmisión y recepción de los datos obtenidos.
- El equipo debe ser operado por una persona capacitada y siempre manteniendo la disponibilidad del manual de usuario a su alcance.
- Se recomienda realizar un mantenimiento de los sensores cada año de esta manera su rango de medición podrá detectar los cambios de sus parámetros, también los ventiladores deben llevar un mantenimiento periódico para que puedan cumplir con su objetivo de extraer el caudal de aire elevado dentro del invernadero.
- De acuerdo a los datos tomados de temperatura se recomienda un desarrollo de proyecto para el control en bajas temperaturas, ya que se registraban en ocasiones temperaturas que estaban fuera del rango mínimo de los diferentes tipos de cultivos.

9. REFERENCIAS

- [1] G. M. Caiza y M. L. Camuendo, Diseño e implementación de un sistema de control de temperatura en los invernaderos de los microempresarios floricultores de la Asociación Camino a La Esperanza de la Comúna Jurídica de Patután, Parroquia Eloy Alfaro, Cantón Latacunga., Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi, 2011.
- [2] T. E. Castillo, Implementación de un sistema SCADA para integrar a varios dispositivos de automatización en el monitoreo y control de un prototipo de invernadero de rosas para la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, Ambato: Universidad Técnica de Ambato, 2010.
- [3] O. Torrente Artero, ARDUINO, “Curso práctico de formación”, Primera Edición ed., Madrid: Alfaomega Grupo Editorial, S.A, de C.V., 2013.
- [4] A. Barroso García, Control y Monitorización de un Invernadero a través de una Aplicación Móvil., Madrid: Universidad Politécnica de Madrid, Escuela Técnica Superior de Ingeniería y Diseño Industrial, Departamento de Ingeniería Eléctrica, Electrónica, Automática y Física Aplicada., Junio de 2015.
- [5] A. Alarcón, G. Areas, C. Diaz y J. Sotto, «Diseño de un sistema de control y automatización de temperatura, humedad del suelo y humedad relativa para optimizar el rendimiento de cultivos bajo cubierta en CORHUILA,» Facultad de Ingeniería, Corporación Universitaria del Huila, CORHUILA Neiva, Colombia, Septiembre de 2017.
- [6] «“Control Climático en Invernaderos y las Nuevas Aplicaciones”,» *Revista AGRICOLAE*, nº N° 7, 2016.
- [7] C. Eibar Bejarano y V. Silva Escobar, "Diseño e implementación de un sistema automático de control de riego para la estación experimentación- ESPOCH", Riobamba: ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO, 2012.
- [8] J. Perea, “Diseño de un sistema de monitoreo, registro y control de temperatura y humedad para un cultivo de invernadero”, Pereira: UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA, FACULTAD DE INGENIERÍAS, PROGRAMA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA, Noviembre, 2016.
- [9] C. Barreiro y J. Lema, “Diseño de un sistema de climatización, para invernaderos de cultivo de flores, a través de software”, Riobamba: ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO, FACULTAD DE MECÁNICA, ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA., 2009.
- [10] J. & V. W. Melo, Implementación de un sistema de almacenamiento de la información, monitoreo y control aplicando el internet de las cosas, para la automatización de un invernadero, Riobamba: Universidad Nacional de Chimborazo, facultad de Ingeniería, Carrera de Electrónica y Telecomunicaciones, Noviembre, 2017.

- [11] E. Villagrán, Diseño y evaluación climática de un invernadero para condiciones de clima intertropical de montaña., Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, Facultad de ingeniería, Departamento de Ingeniería Civil y Agrícolas, 2016.
- [12] D. Coba, "Automatización de un invernadero, e implementación de un sistema automático de riego"., Quito: Universidad Tecnológica Equinoccial, Facultad de Ciencias de la Ingeniería, Carrera de Ingeniería Macatrónica., Noviembre, 2014.
- [13] R. Barrazueta, Implementación de invernadero con sistema de control y monitoreo inalámbricos 424.16.9, Zaragoza: Escuela Universitaria Politécnica de la Almunia de Doña Godina (Zaragoza), Diciembre, 2016.
- [14] O. Guadarrama, Automatización climática para un invernadero, México D.F: Instituto Politécnico Nacional, Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, Diciembre 2014.
- [15] I. Moreno, Automatización de un invernadero, Universitat Rovira I Virgili, Junio del 2011.
- [16] M. S. A. J. Erazo Rodas, Control y supervisión de variables de un sistema de antiheladas, riego y ventilación para optimizar los cultivos bajo invernadero., Latacunga: Escuela Politécnica del Ejército Extensión Latacunga, Carrera de Ingeniería Electrónica e Instrumentación, Noviembre 2011.
- [17] G. B. Carozama Flores, SCADA para invernaderos sobre software libre, Ibarra: Universidad Técnica del Norte, Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas, Carrera de Ingeniería en Mecatrónica, 2018.
- [18] M. J. Espin Ortiz y A. B. López Landázuri, "Diseño e implementación de un sistema de automatización para el control de temperatura, luminosidad, y CO₂ para un invernadero" Como complemento del proyecto de investigación del "Sistema Antiheladas", Latacunga: Escuela Politécnica del Ejército Sede Latacunga, Carrera de Ingeniería Electrónica e Instrumentación, Abril 2010.
- [19] K. Lara, Diseño e implementación de un sistema de control microclimático para la preservación de orquídeas endémicas del Perú en invernadero, Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, Facultad de Ciencias e Ingeniería, Diciembre 2015.
- [20] «ininsa,» [En línea]. Available: <https://www.fabricanteinvernaderos.com/productos/umbraculos/umbraculo-de-techo-plano/>. [Último acceso: 26 05 2020].
- [21] D. Borja Cazales, Invernadero inteligente. Tesis para obtener el título de Técnico en sistemas Digitales., México D. F.: Instituto Politécnico Nacional CECyT No1 GONZALO VASQUEZ VELA, 2010.
- [22] R. López de Paz, Diseño del sistema de control de temperatura de un invernadero, Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, Facultad de Ciencias e Ingeniería, Abril 2016.

- [23] «INNEMEX,» [En línea]. Available: <http://innmex.com.mx/productos-invernaderos-asimetricos/>. [Último acceso: 30 05 2020].
- [24] «Tu Industria,» [En línea]. Available: <https://tuindustria.wixsite.com/tuindustria/single-post/2016/07/20/Caracter%C3%ADsticas-del-Invernadero-tipo-T%C3%BAnel>. [Último acceso: 30 05 2020].
- [25] A. Nájera, Diseño de un sistema de instrumentación y medición para los parámetros físicos de un módulo de invernadero, Universidad Autónoma del estado de Hidalgo, Agosto 2017.
- [26] «Diseño y construcción de invernaderos y viveros en España,» 25 10 2017. [En línea]. Available: <https://www.deforche.be/en/factores-tener-en-cuenta-en-los-cultivos-agricolas/>. [Último acceso: 01 06 2020].
- [27] E. Barrera Martín, R. V. Herrero Niño y A. R. Meraz García, Invernadero Inteligente, Méco D.F.: Instituto Politécnico Nacional, 2014.
- [28] J. Baltazar Aguilat, D. Enciso Hernández y M. A. Vargas Domínguez, Diseño e implementación de un dispositivo digital para el control de la temperatura de un invernadero de tomate., México D.F.: Instituto Politécnico Nacional, 2014.
- [29] J. Caiza Chimarro, Diseño e implementación de un prototipo de sistema de control, supervisión de temperatura y humedad, para cultivos caseros bajo invernadero, utilizando el módulo Arduino, en la ciudad de Cayambe, Universidad Tecnológica Israel, 2016.
- [30] L. Lopez, Diseño de un sistema de control de temperatura on/off para aplicaciones de invernadero utilizando energía solar y gas natural., Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, 2008.
- [31] «Horticultura,» [En línea]. Available: <http://www.interempresas.net/Horticola/Articulos/77307-Control-climatico-en-invernaderos.html>. [Último acceso: 01 06 2020].
- [32] Z. S. Cermeño, Construcción de invernaderos, Mundi-Prensa Libros, 2005.
- [33] L. Romero, Desarrollo e implementación de un sistema mecatrónico de control de temperatura a través del flujo de aire de un modelo de invernadero, Bogotá: Universidad Agraria de Colombia Uniagraria, 2015.
- [34] N. Castilla Prados, "Invernaderos de plástico", Madrid: Madrid: Mundi-Prensa, 2007.
- [35] J. I. M. y J. P. P. E. J. Baeza Romero, "Avances en el estudio de la ventilación natural", Cajamar, 2014.
- [36] G. D. Tenorio, «La ventilación natural y su mecanización en invernaderos,» [En línea]. Available: <http://www.horticom.com/pd/imagenes/66/047/66047.pdf>. [Último acceso: 12 06 2020].

- [37] P. P. J.W, Diseño de un sistema de monitoreo, registro y control de temperatura y humedad para un cultivo de invernadero., Universidad Tecnológica de Pereira, Programa de Ingeniería Eléctrica., Noviembre del 2016.
- [38] SIEMENS, SIMATIC HMI WinCC Flexible 2008, SIEMENS, 2017.
- [39] J. Aux y L. Benavidez, Control automatizado de un sistema de riego y fertirriego, Nariño, 2015.
- [40] Fernandez, «Redagricola,» Redagricola, agosto 2017. [En línea]. Available: <http://www.redagricola.com/cl/sistemas-monitoreo-humedad-control-remoto-del-riego-lemssystem/>. [Último acceso: 15 diciembre 2018].
- [41] «Hetpro,» 25 11 2017. [En línea]. Available: <https://hetpro-store.com/TUTORIALES/lm35/>. [Último acceso: 24 06 2020].
- [42] «Patagoniatec,» [En línea]. Available: <https://saber.patagoniatec.com/2014/07/sensor-de-temperatura-lm35-arduino-argentina-ptec/>. [Último acceso: 23 06 2020].
- [43] «Arduino a muete,» 11 04 2014. [En línea]. Available: <http://arduinoamuete.blogspot.com/2014/04/sensores-de-temperatura-y-humedad-dhtxx.html>. [Último acceso: 24 06 2020].
- [44] «WIKa,» [En línea]. Available: https://www.wika.es/landingpage_thermocouple_es_es.WIKA. [Último acceso: 24 06 2020].
- [45] «Ceiv,» [En línea]. Available: <https://ceiv.com.mx/termopar-tipo-k/>. [Último acceso: 24 06 2020].
- [46] P. Muñoz, B. Julian y C. O. S. A. Z. C. Arboleda Angela, «Sistema de instrumentacion y monitoreo para el invernadero la Aldana de la Universidad del Quindío,» *Revista UTP (Universidad Tecnológica de Pereira)*, 2011.
- [47] Masvoltaje, «www.masvoltaje.com,» 27 febrero 2018. [En línea]. Available: <https://masvoltaje.com/simatic-s7-1200/1195-simatic-s7-1200-cpu-1212c-cpu-compacta-ac-dc-rele-4047623402725.html>. [Último acceso: 08 enero 2020].
- [48] A. CreusSole, Documentos de apuntes sobre instrumentación y Elementos de control de la unidad 1 - 6 de la materia Elementos de transmisión y control de la carrera ICA. Referentes al libro INSTRUMENTACION INDUSTRIAL, 6 Edición ed.
- [49] S. Palella y F. Martins, “Metodología de la Investigación Cuantitativa”, Venezuela: FEDUPEL, 2006.
- [50] M. T. y. Tamayo, “Proceso de Investigación Científica”, México.
- [51] D. B. V. Dalen, “Estrategia de la Investigación Experimental”, Madrid: marcombo, 2015.

- [52] R. Ruíz, “El Método Científico y sus Etapas”, México D.F., Grijalbo, 2007. .
- [53] M. A. G. Mendoza, Investigación, escritura y publicación, Bogotá: Primera ed., Bogotá: Ecoe Ediciones, 2010.
- [54] H. Ñ. P. y. E. Mejía, “Metodología de la Investigación Cuantitativa-Cualitativa y Redacción de la Tesis”, Bogotá: Cuarta ed., Bogotá: ediciones de la U, 2014.
- [55] O. G. León, “Automatización de Clima para un Invernadero”, México D.F: Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, 2014.
- [56] R. R. B. Livizaca, “Implementacion de Invernadero con Sistema de Control y Monitoreo Inalámbricos”, Zaragoza: Escuela Universitaria Politecnica de la Almunia de Doña Godina, 2016.
- [57] J. S. E.D. Nata, “Implementación de un Sistema de Monitoreo, Registro y Control de Temperatura para cultivos de Semillas de un Invernadero del Campus Salache”, Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi, 2019.
- [58] «Hydro Environmet,» [En línea]. Available: https://hydroenv.com.mx/catalogo/index.php?main_page=page&id=429 . [Último acceso: 29 08 2020].
- [59] C. Reyna, Sistema automatizado para el monitoreo y control de humedad en un invernadero, Lima: Pontifica Universidad Católica del Perú, 2015.
- [60] M. Ramos y D. Baez, Diseño y construccion de un sistema de riego por aspersion en una parcela demostrativa, Riobamba, 2013.

10. ANEXOS

ANEXO I. características del PLC S7-1200

Características del PLC CPU 1212C	
E/S Integrada	8 ED/6SD
E/S Análogas integras (0-10V)	2 EA
Expansión tarjeta señal (SB)	1
Expansión módulos de señal (SM)	2
Expansión módulos de comunicación (CM)	3
Memoria de programa/Datos	25 KB/1 KB
Expansión de memoria	24 MB
Tipos de ejecución CPU (bit de operación)	0.1 μ S
Contadores rápidos	3X100 kHz
1X30 kHz	-
3X30 kHz	-
Reloj tiempo real	Si
Salida de Pulsos	2X100 kHz
Interfaces de Comunicación	1xEthernet
Grado de protección	IP20
Dimensiones An*Ai*Pr (mm)	90X100X75

ANEXO II. Características del sensor de Temperatura y Humedad.

Características del Sensor de Temperatura y Humedad	
Tipo	Analógico
Fuente de Alimentación	CC: 10 -30 VDC
Salida de Corriente	1.2 W
Salida de Voltaje	1.2 W
Precisión:	
Humedad	[+/- 3% RH(5% RH - 95% RH 25C)]
Temperatura	[+/- 0.5°C (25°C)]
Temperatura de funcionamiento del circuito transmisor	(-20°C - 60°C, 0%RH-80%RH)
Temperatura de funcionamiento de la sonda	(-40°C - 80°C)
Sonda de humedad	0%RH - 100%RH
Tiempo de Respuesta:	
Humedad	\leq 5 S (velocidad del viento de 1 m/s)
Temperatura	\leq 15 S (1 m/s de velocidad del viento)
Salida	
Salida de Corriente	4-20MA
Salida de Voltaje	0-10 V
Capacidad de Carga	
Salida de Voltaje	Resistencia de salida \leq 250 Ω
Salida de Corriente	\leq 600 Ω

ANEXO II. Características del ventilador SUNON

Características del Ventilador

Tamaño	120*120*38 (mm)
Tensión	115 V
Frecuencia	50/60 Hz
Corriente	0.26/0.21 Amp.
Potencia	12 W
Velocidad	2850/3150 RPM
Ruido	45/50 DBA
Flujo de Aire	12.63 metros cúbicos/hora
Uso de medio Ambiente	menos 20 a 85 grados Celsius
Vida Útil	50 000 horas

ANEXO IV. Temperatura óptima para cultivos de hortalizas.

Especie	Temperatura óptima °C
Hortícola	
Tomate	15 a 20
Pepino	20 a 21
Melón	20 a 22
Pimiento	15 a 20
Berenjena	15 a 20
Lechuga	10 a 12
Fresa	12 a 15

Planta	Temperatura óptima °C	Temperatura mínima letal °C	Temperatura máxima letal °C	Riego	PH
Cilantro y perejil	16 a 20	No tolera temperatura bajo 0	No tolera temperatura sobre 35 °C	Riego constante	6.5
Acelga	15 a 18	No tolera heladas	No tolera temperatura sobre 24 °C	Riego constante	6.0 7.0
Tomate	18 a 27	No tolera heladas		Riego medio	6.0 6.8
Cebolla cabezona	12 a 24	7°C no tolera heladas	No tolera temperatura sobre 30°C	Riego constante	6.5
Hierbabuena	10 a 22	No tolera heladas	No tolera temperatura sobre 30°C	Riego medio	5.0 8.0

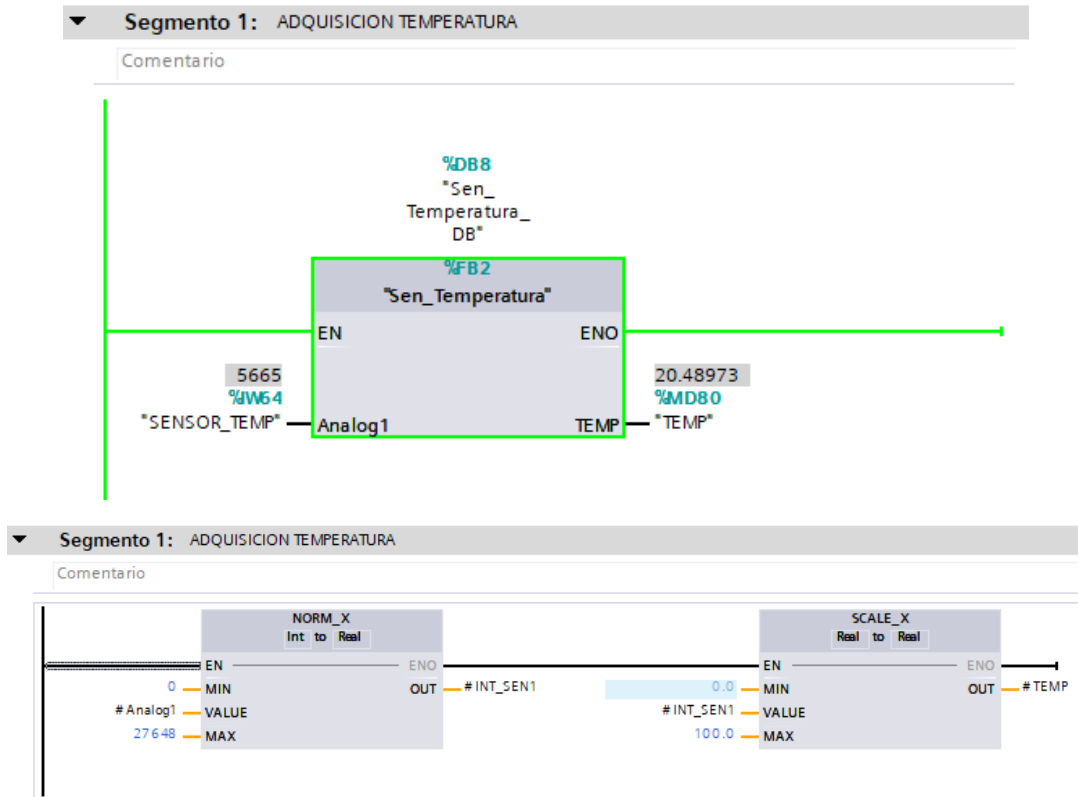
Fresa	14	No tolera heladas		Riego constante	6.5
-------	----	-------------------	--	-----------------	-----

ANEXO V. Temperatura optima de cultivo de ornamentales en invernadero

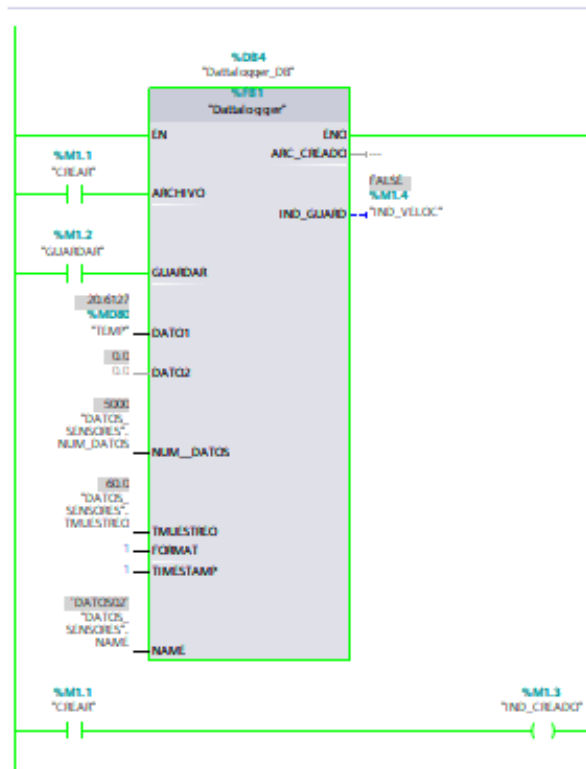
Especie	Temperatura óptima °C
Florícola	
Clavel	15 a 18
Rosa	15 a 18
Gerbera	18 a 20
Crisantemo	18
Gladiolo	10 a 15
Tulipán	8 a 12
Iris y Narciso	10 a 13
Lilium y Fresia	10 a 15
Ciclamen	14 a 16
Azalea y Rododendron	15 a 18
Begonia	18 a 20
Poinsetia	18 a 20
Prímula y Carceolaria	15
Pelargonium	20
Saintpaulia	20 a 22
Klanchoe	25 a 32
Hortensia	18 a 20
Gardenia	19 a 22
Cybidum	10 a 14
Phalaenopsis y Cattleya	16 a 18
Crotón y Picus	21
Diffenbachia	18 a 20
Bromeliáceas	18 a 20
Dypridium	10 a 14

ANEXO VI. Programación en TIA PORTAL

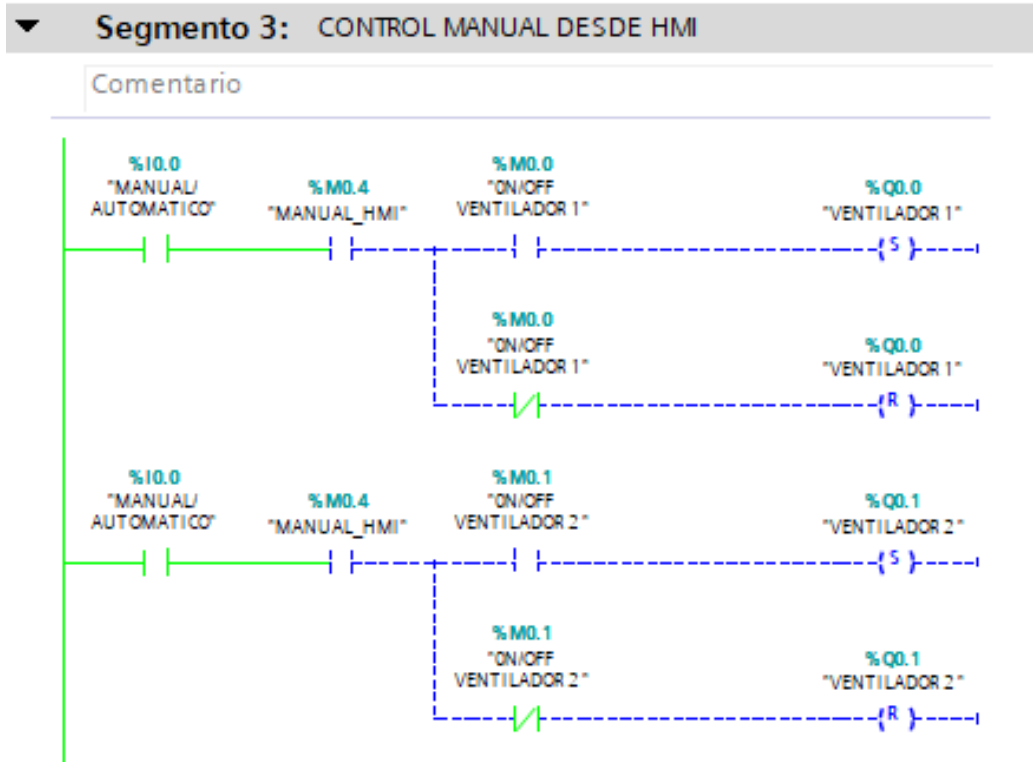
Adquisición de la Temperatura



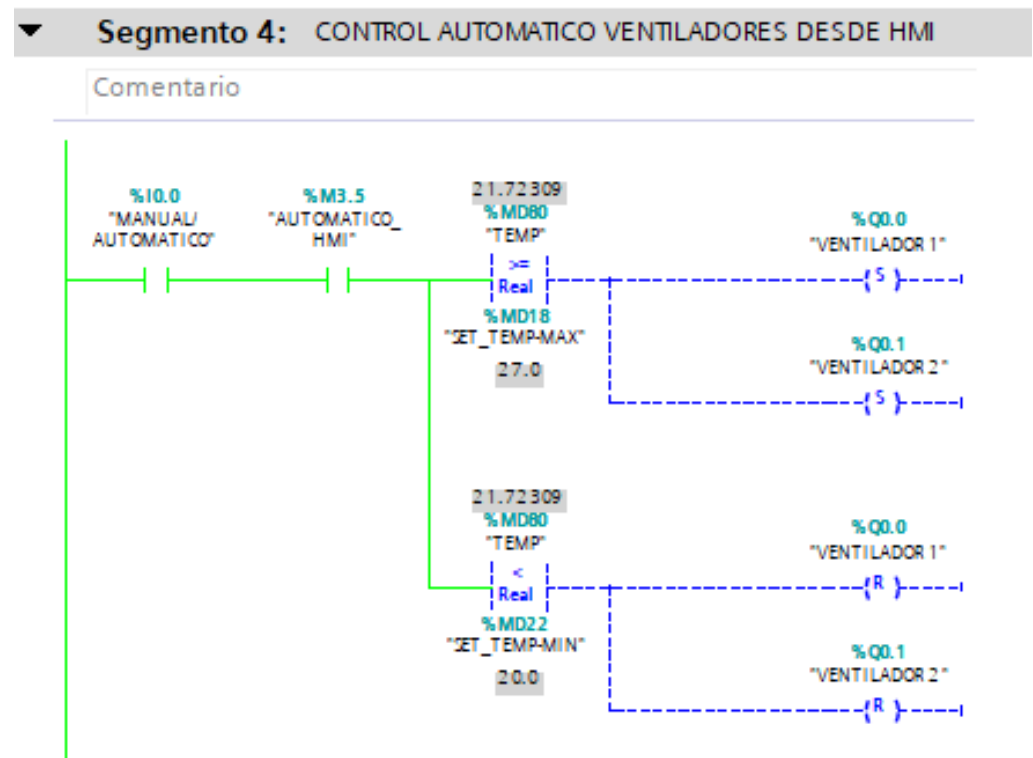
Data Logger



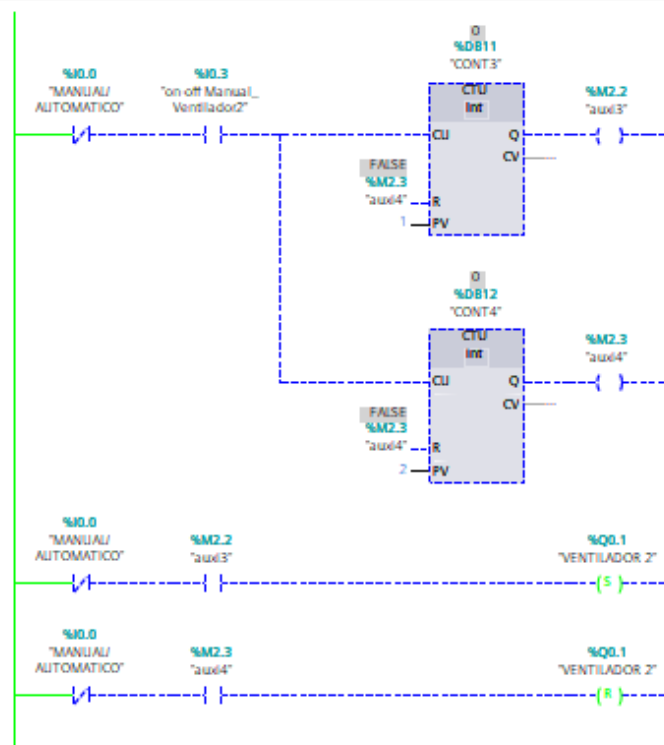
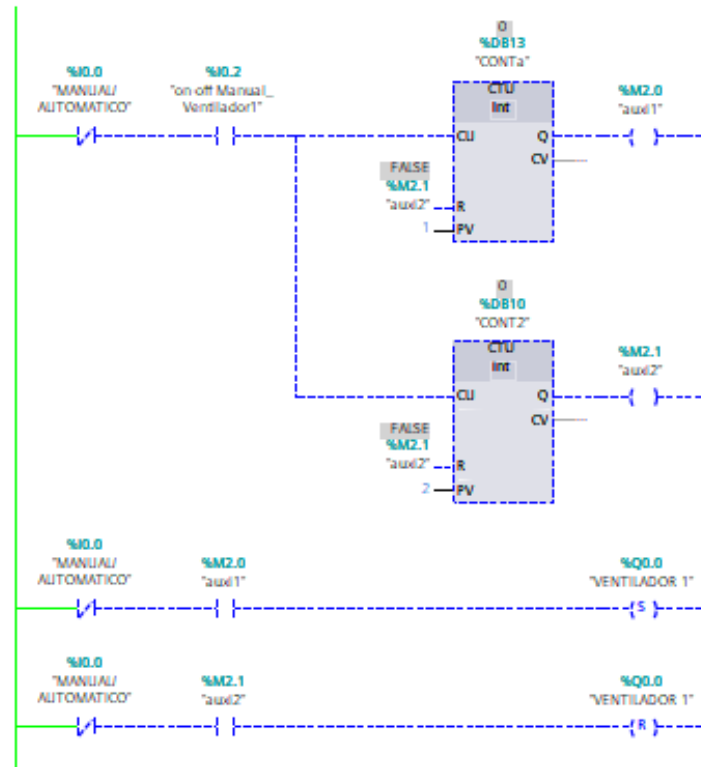
Control manual desde el HMI



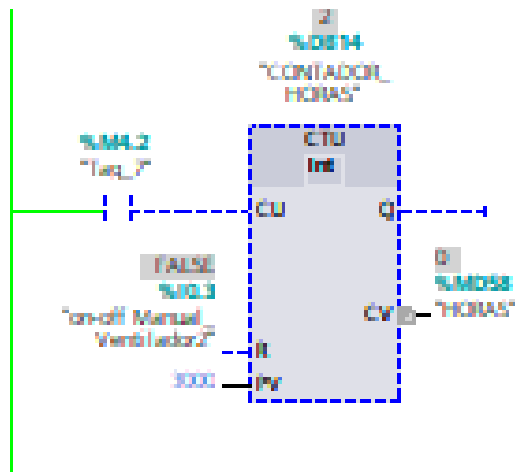
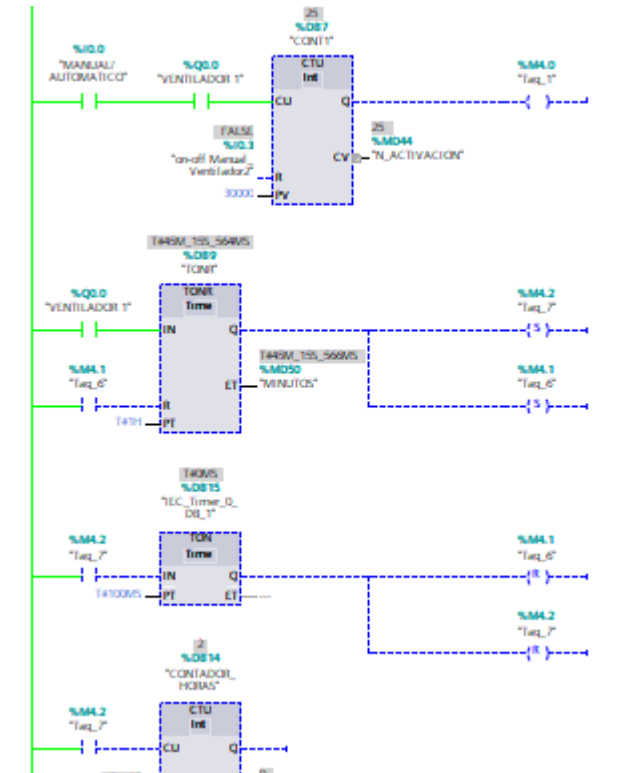
Control automático de ventiladores desde la HMI



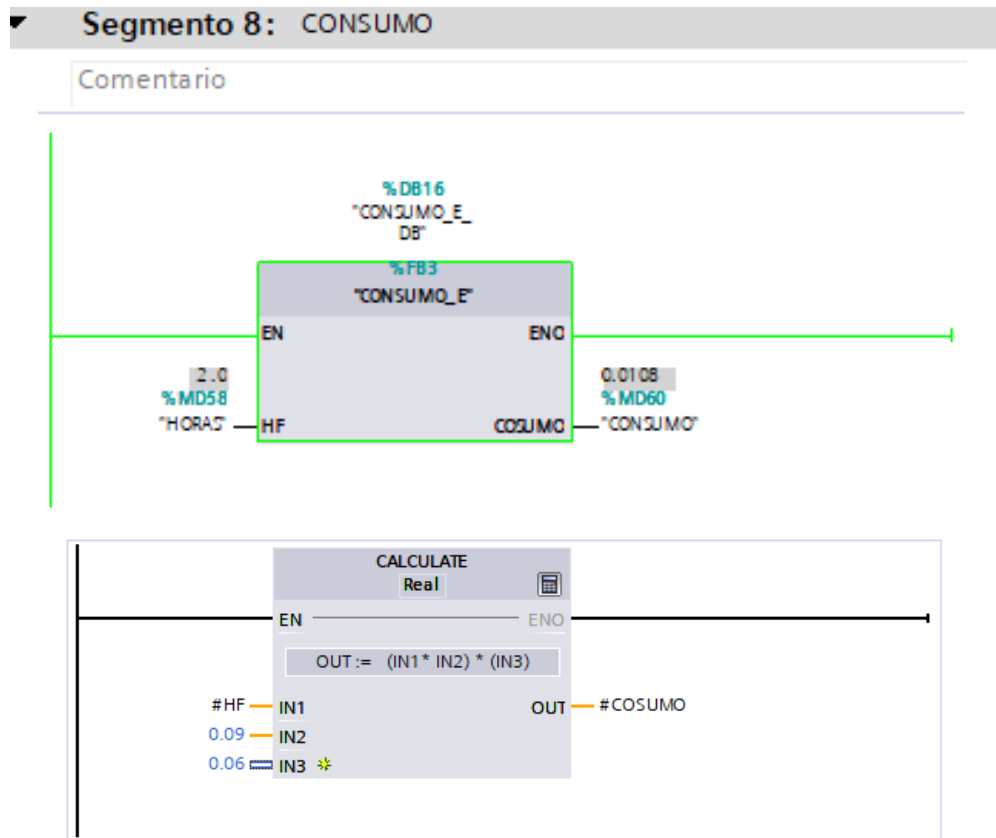
Control manual del ventilador 1 y ventilador 2 desde el tablero



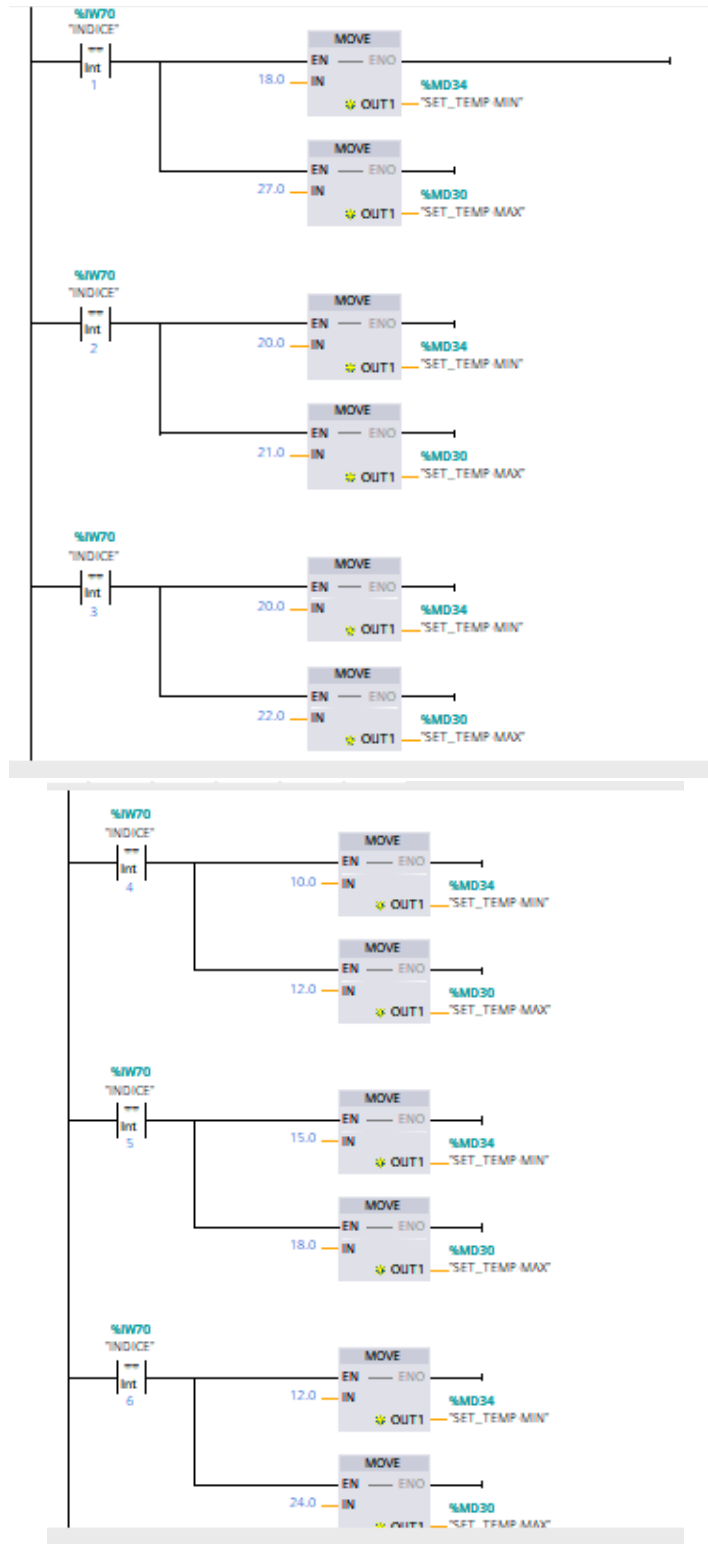
Horas de Funcionamiento



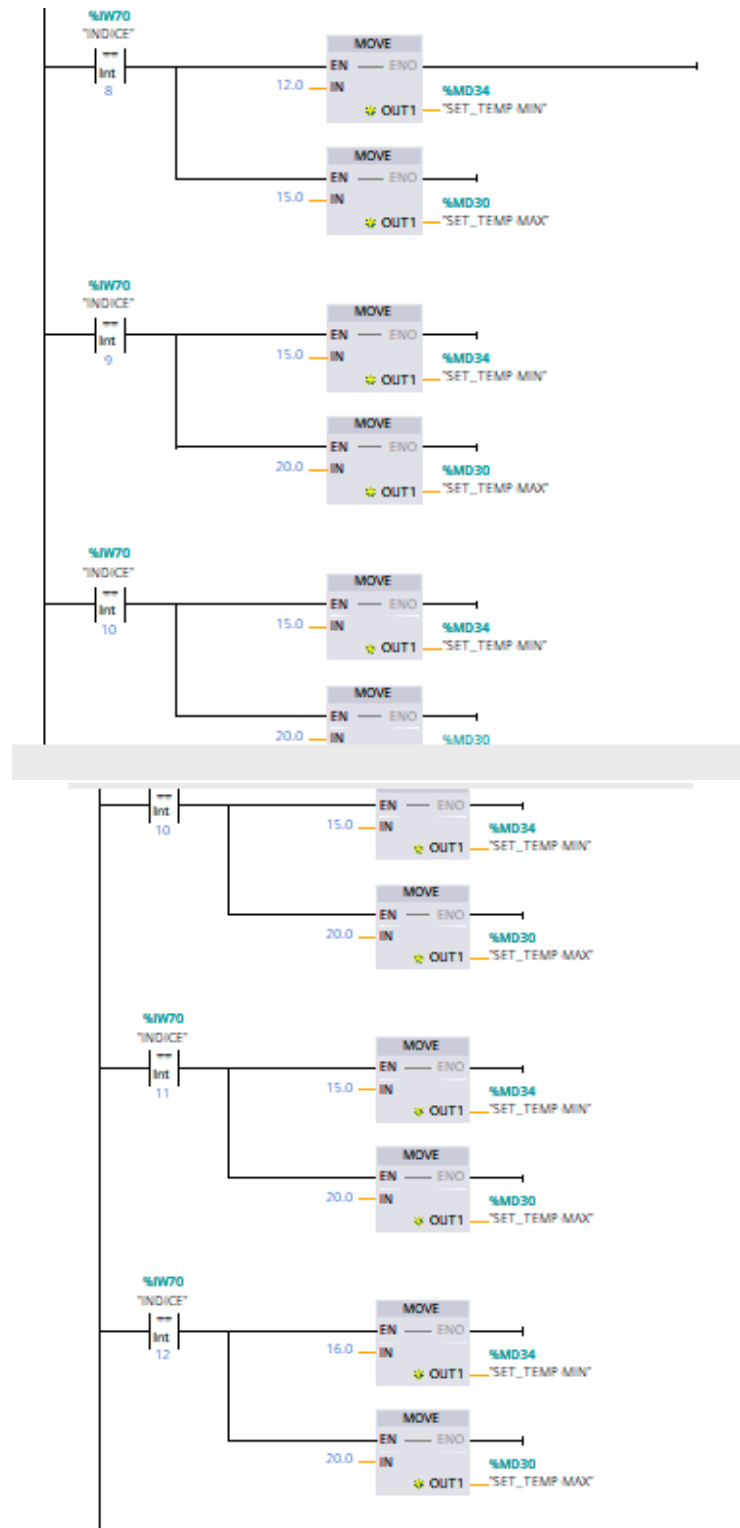
Consumo



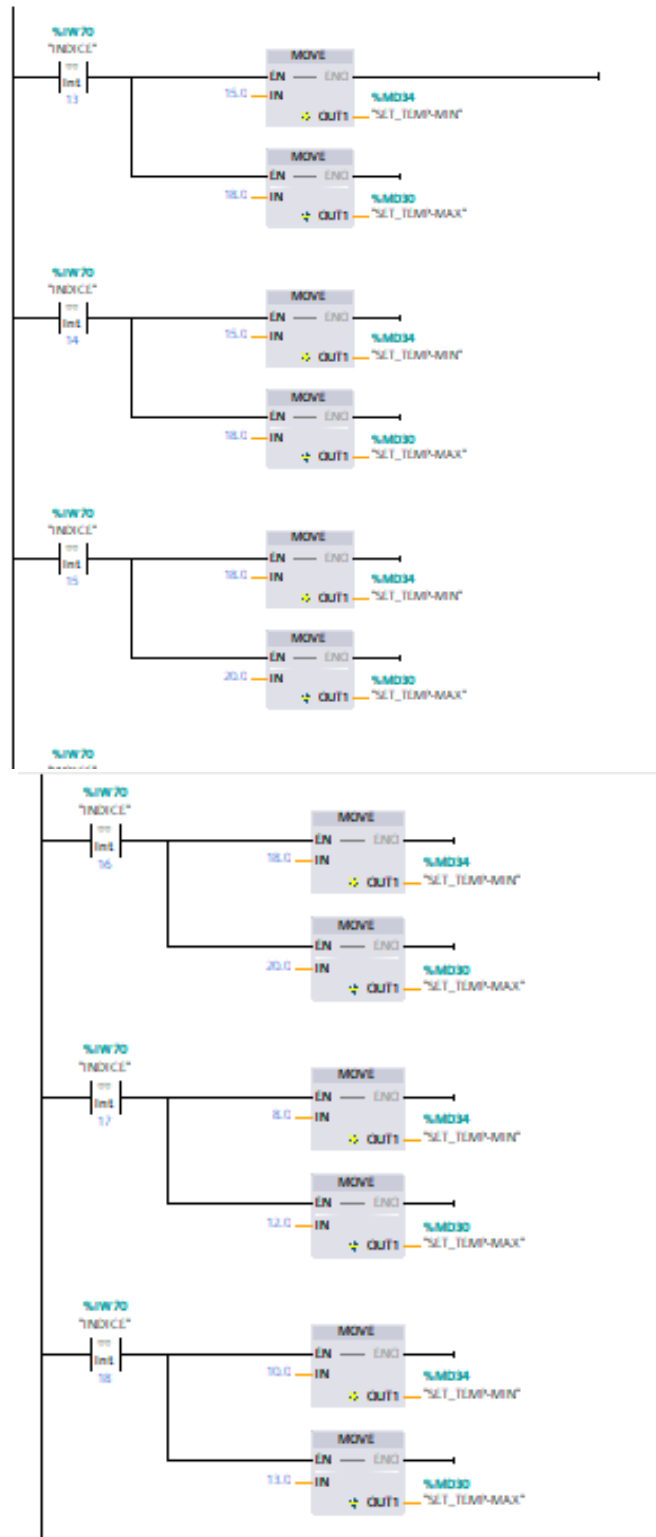
Selección de las temperaturas para cultivos de ciclo corto

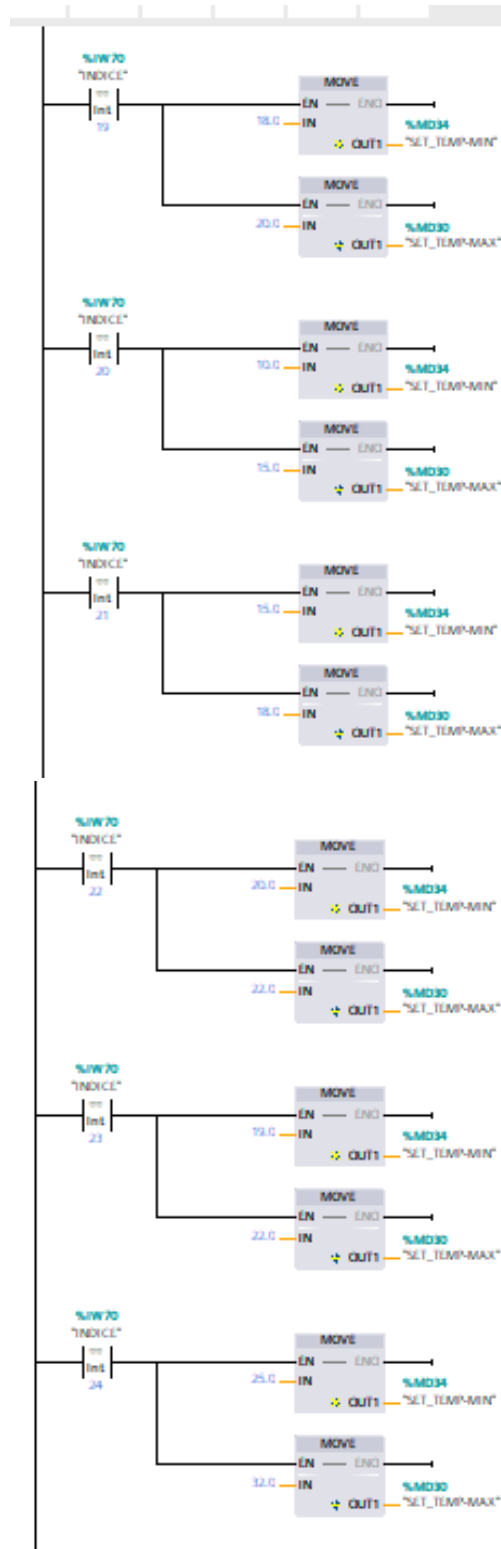


Selección de las temperaturas en ciclo largo

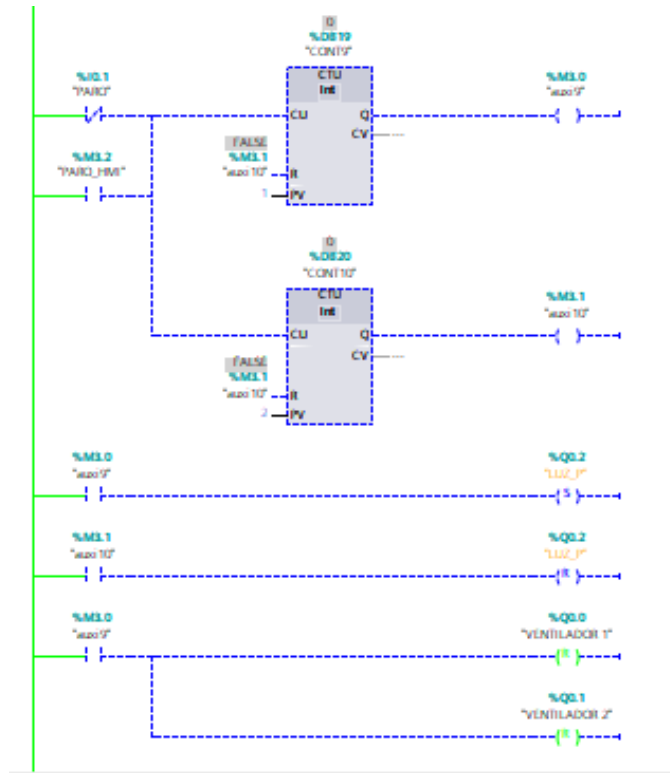


Selección de la temperatura en plantas ornamentales

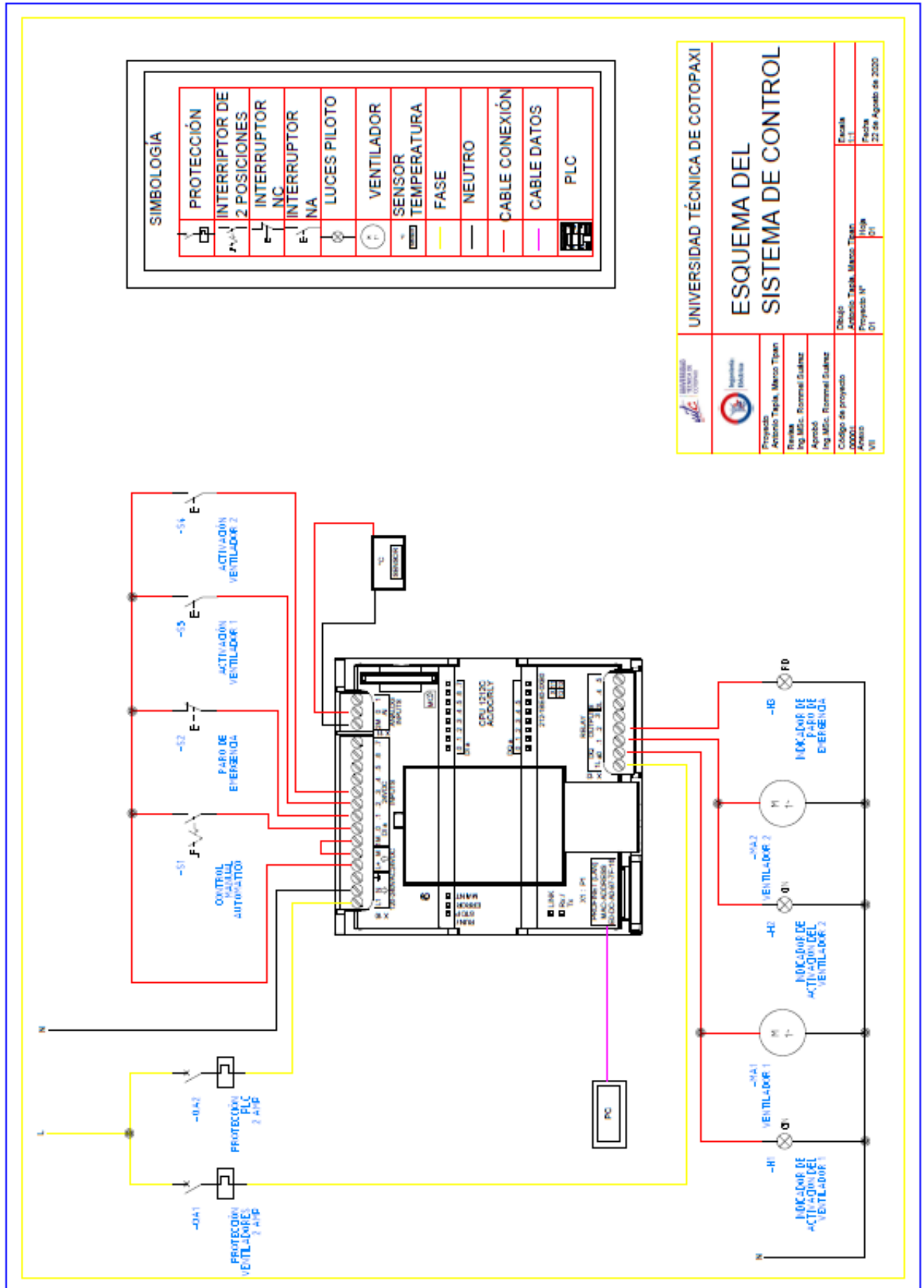




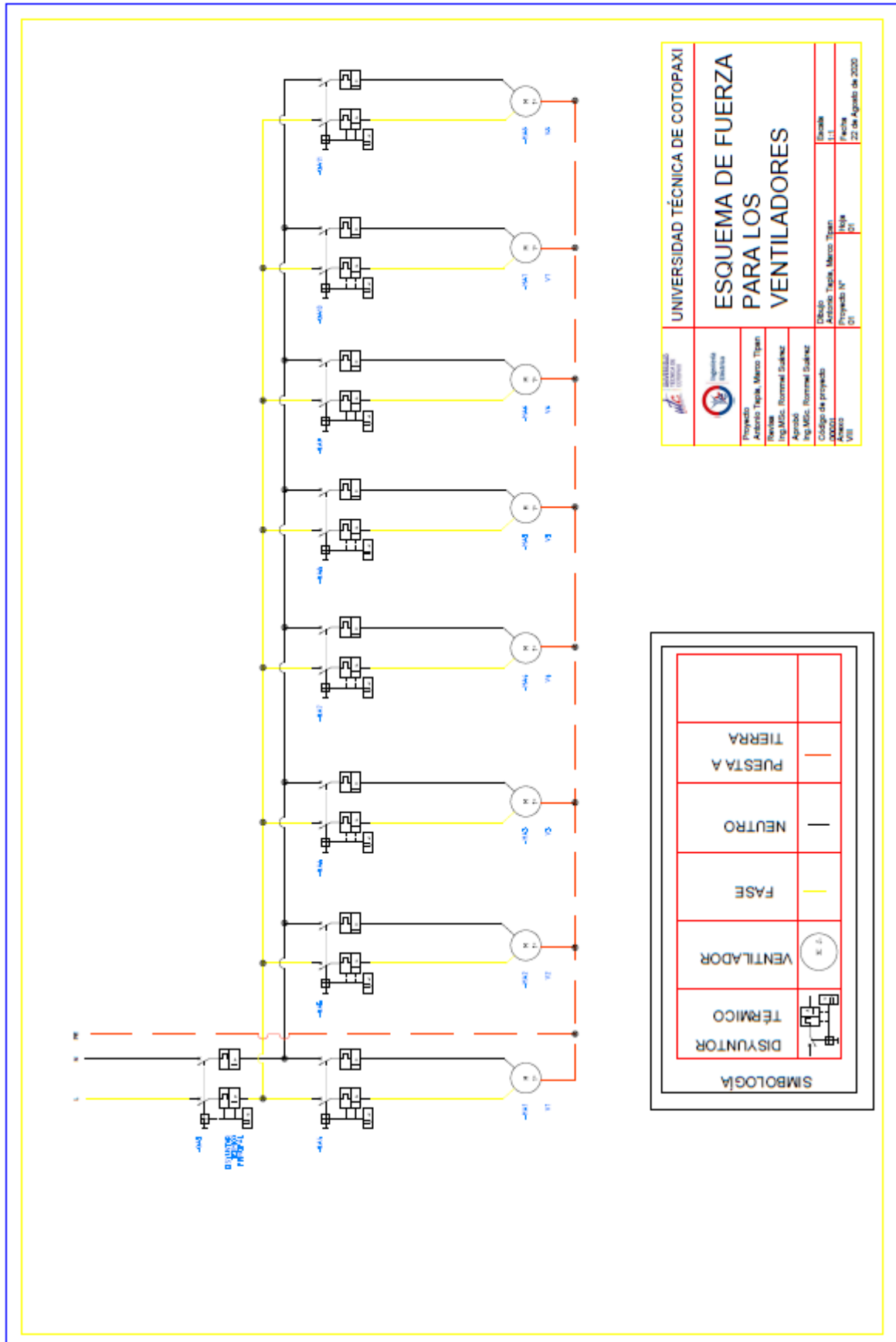
Paro de Emergencia



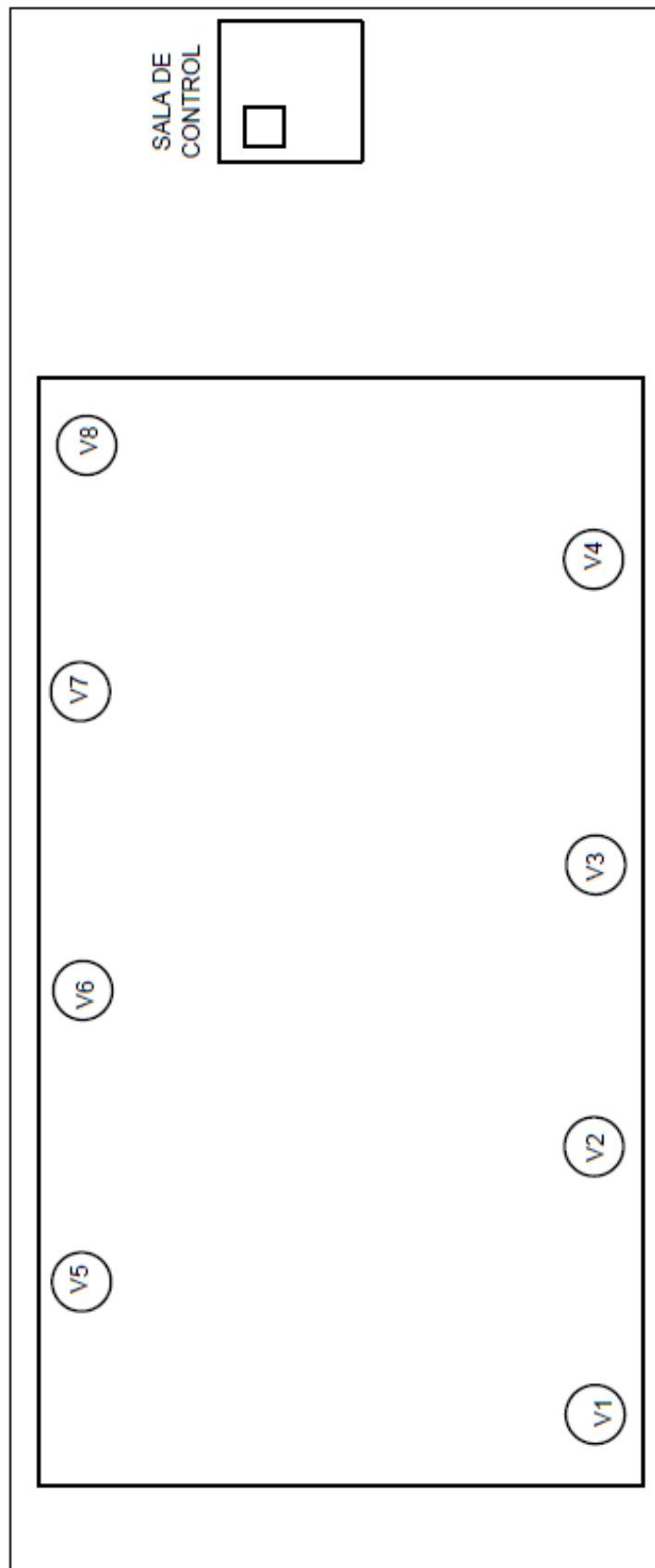
ANEXO VII. Plano de instalación del tablero de control de temperatura.



ANEXO VIII. Plano eléctrico de fuerza.



ANEXO IX. Ubicación de los ventiladores en el invernadero.



ANEXO X. Datos enviados al servidor web cada 5 minutos.

N° de Dato	Fecha	Hora	Temperatura	N° de Dato	Fecha	Hora	Temperatura
1	23/08/2020	14:22:18	25,55	43	23/08/2020	17:48:05	14,07
2	23/08/2020	14:23:05	27,4	44	23/08/2020	17:53:05	13,95
3	23/08/2020	14:28:05	28,14	45	23/08/2020	17:58:05	13,7
4	23/08/2020	14:33:05	28,76	46	23/08/2020	18:03:05	13,58
5	23/08/2020	14:38:05	27,04	47	23/08/2020	18:08:05	13,36
6	23/08/2020	14:43:05	26,91	48	23/08/2020	18:18:05	13,33
7	23/08/2020	14:48:05	29,76	49	23/08/2020	18:23:05	13,08
8	23/08/2020	14:53:05	28,45	50	23/08/2020	18:28:05	12,96
9	23/08/2020	14:58:05	27,55	51	23/08/2020	18:33:05	12,84
10	23/08/2020	15:03:05	26,18	52	23/08/2020	18:38:05	12,83
11	23/08/2020	15:08:05	26,79	53	23/08/2020	18:43:05	12,96
12	23/08/2020	15:13:05	29,5	54	23/08/2020	18:48:05	12,84
13	23/08/2020	15:18:05	29,12	55	23/08/2020	18:53:05	12,65
14	23/08/2020	15:23:05	26,79	56	23/08/2020	18:58:05	12,59
15	23/08/2020	15:28:05	26,79	57	23/08/2020	19:03:05	12,59
16	23/08/2020	15:33:05	25,43	58	23/08/2020	19:08:05	12,47
17	23/08/2020	15:38:05	39,81	59	23/08/2020	19:13:05	12,34
18	23/08/2020	15:43:05	19,13	60	23/08/2020	19:18:05	12,25
19	23/08/2020	15:48:05	19,75	61	23/08/2020	19:23:05	12,09
20	23/08/2020	15:53:05	18,95	62	23/08/2020	19:28:05	12
21	23/08/2020	15:58:05	18,51	63	23/08/2020	19:33:05	11,97
22	23/08/2020	16:03:05	18,4	64	23/08/2020	19:48:05	11,73
23	23/08/2020	16:08:05	18,02	65	23/08/2020	20:03:05	11,43
24	23/08/2020	16:13:05	18,15	66	23/08/2020	20:18:05	11,35
25	23/08/2020	16:18:05	17,9	67	23/08/2020	20:33:05	11,11
26	23/08/2020	16:23:05	17,53	68	23/08/2020	20:48:05	10,86
27	23/08/2020	16:28:05	17,65	69	23/08/2020	21:03:05	10,62
28	23/08/2020	16:33:05	17,65	70	23/08/2020	21:18:05	10,36
29	23/08/2020	16:38:05	17,53	71	23/08/2020	21:33:05	10
30	23/08/2020	16:43:05	17,28	72	23/08/2020	21:48:05	9,75
31	23/08/2020	16:48:05	16,79	73	23/08/2020	21:03:05	9,38
32	23/08/2020	16:53:05	16,91	74	23/08/2020	21:18:05	9,13
33	23/08/2020	16:58:05	16,66	75	23/08/2020	21:33:05	9,01
34	23/08/2020	17:03:05	16,66	76	23/08/2020	21:48:05	8,45
35	23/08/2020	17:08:05	16,29	77	23/08/2020	22:03:05	8,24
36	23/08/2020	17:13:05	16,66	78	23/08/2020	22:18:05	8,02
37	23/08/2020	17:18:05	15,92	79	23/08/2020	22:33:05	7,9
38	23/08/2020	17:23:05	15,68	80	23/08/2020	22:48:06	7,78

39	23/08/2020	17:28:05	15,18	81	23/08/2020	23:03:06	7,48
40	23/08/2020	17:33:05	14,81	82	23/08/2020	23:18:06	7,16
41	23/08/2020	17:38:05	14,57	83	23/08/2020	23:33:06	7,03
42	23/08/2020	17:43:05	14,44	84	23/08/2020	23:48:06	6,91

N° de Dato	Fecha	Hora	Temperatura
85	24/08/2020	0:03:06	7,03
86	24/08/2020	0:18:06	6,73
87	24/08/2020	0:33:06	6,29
88	24/08/2020	0:48:06	6,17
89	24/08/2020	1:03:06	6,06
90	24/08/2020	1:18:06	5,87
91	24/08/2020	1:33:06	5,67
92	24/08/2020	1:48:06	5,55
93	24/08/2020	2:03:06	5,43
94	24/08/2020	2:18:06	5,31
95	24/08/2020	2:33:06	5,21
96	24/08/2020	2:48:06	5,06
97	24/08/2020	3:03:06	4,69
98	24/08/2020	3:18:06	4,56
99	24/08/2020	3:33:06	4,44
100	24/08/2020	3:48:06	4,44
101	24/08/2020	4:03:06	4,56
102	24/08/2020	4:18:06	5,06
103	24/08/2020	4:33:06	5,55
104	24/08/2020	4:48:06	6,29
105	24/08/2020	5:03:06	7,035
106	24/08/2020	5:18:06	7,78
107	24/08/2020	5:33:06	8,76
108	24/08/2020	5:48:06	9,51
109	24/08/2020	6:03:06	10,37
110	24/08/2020	6:18:06	11,6
111	24/08/2020	6:33:06	12,09
112	24/08/2020	6:48:07	13,08
113	24/08/2020	7:03:07	13,58
114	24/08/2020	7:18:07	14,93
115	24/08/2020	7:33:07	15,31
116	24/08/2020	7:48:07	16,17
117	24/08/2020	8:03:07	16,57
118	24/08/2020	8:18:07	17,28
119	24/08/2020	8:33:07	17,77
120	24/08/2020	8:48:07	19,38

121	24/08/2020	9:03:07	20
122	24/08/2020	9:18:07	19,38
123	24/08/2020	9:33:07	20,99
124	24/08/2020	9:48:07	21,94
125	24/08/2020	10:03:07	23,7
126	24/08/2020	10:18:07	24,44
127	24/08/2020	10:33:07	24,01
128	24/08/2020	10:48:07	26,54
129	24/08/2020	11:03:07	25,43
130	24/08/2020	11:18:07	26,17
131	24/08/2020	11:33:07	25,92

Anexo XI. Datos tomados en periodos de 1 hora con las ventanas cerradas.

N° de Dato	Fecha	Hora	Temperatura °C
1	8/26/2020	9:02:27	13,33
2	8/26/2020	10:02:17	16,79
3	8/26/2020	11:02:17	19,75
4	8/26/2020	12:02:17	21,72
5	8/26/2020	13:02:17	31,85
6	8/26/2020	14:02:17	27,28
7	8/26/2020	15:02:17	28,14
8	8/26/2020	16:02:17	27,40
9	8/26/2020	17:02:17	23,33
10	8/26/2020	18:02:17	17,03
11	8/26/2020	19:02:17	14,81
12	8/26/2020	20:02:17	13,95
13	8/26/2020	21:02:17	13,45
14	8/26/2020	22:02:17	12,59
15	8/26/2020	23:02:17	11,11
16	8/27/2020	0:02:18	10,97
17	8/27/2020	1:02:18	10,24
18	8/27/2020	2:02:18	10,62
19	8/27/2020	3:02:18	10,74
20	8/27/2020	4:02:18	10,86

ANEXO XII. Datos topados en periodos de 1 hora con ventanas abiertas.

N° de Dato	Fecha	Hora	Temperatura °C
1	8/27/2020	11:28:28	20
2	8/27/2020	12:28:35	25,68
3	8/27/2020	13:28:35	26,29
4	8/27/2020	14:28:35	26,05
5	8/27/2020	15:28:35	20,49
6	8/27/2020	16:28:35	20,00
7	8/27/2020	17:28:35	17,28
8	8/27/2020	18:28:35	15,79
9	8/27/2020	19:28:35	14,44
10	8/27/2020	20:28:35	13,95
11	8/27/2020	21:28:35	12,84
12	8/27/2020	22:28:35	12,84
13	8/27/2020	23:28:35	12,22
14	8/28/2020	0:28:35	11,73
15	8/28/2020	1:28:35	11,73
16	8/28/2020	2:28:35	11,51
17	8/28/2020	3:28:35	11,47
18	8/28/2020	4:28:35	10,89
19	8/28/2020	5:28:36	10,12
20	8/28/2020	6:28:36	10,37
21	8/28/2020	7:28:36	11,97
22	8/28/2020	8:28:36	13,45
23	8/28/2020	9:28:36	14,93
24	8/28/2020	10:28:36	17,04
25	8/28/2020	11:28:36	18,15

ANEXO XIII. Datos medidos en periodos de quince minutos con las ventanas cerradas.

N° de Dato	Fecha	Hora	Temperatura	N° de Dato	Fecha	Hora	Temperatura
1	8/28/2020	12:28:36	25,67	13	8/28/2020	15:28:37	19,38
2	8/28/2020	12:43:36	21	14	8/28/2020	15:43:37	16,91
3	8/28/2020	12:58:36	23,82	15	8/28/2020	15:58:37	17,90
4	8/28/2020	13:13:36	22,33	16	8/28/2020	16:13:37	17,40
5	8/28/2020	13:28:37	21,48	17	8/28/2020	16:28:37	18,02
6	8/28/2020	13:43:37	24,07	18	8/28/2020	16:43:37	17,53
7	8/28/2020	13:58:37	25,85	19	8/28/2020	16:58:37	18,83
8	8/28/2020	14:13:37	22,25	20	8/28/2020	17:13:37	16,79
9	8/28/2020	14:28:37	20,61	21	8/28/2020	17:28:37	16,04
10	8/28/2020	14:43:37	20,74	22	8/28/2020	17:43:37	15,31
11	8/28/2020	14:58:37	19,19	23	8/28/2020	17:58:37	14,27
12	8/28/2020	15:13:37	20,86	24	8/28/2020	18:13:37	13,73

N° de Dato	Fecha	Hora	Temperatura	N° de Dato	Fecha	Hora	Temperatura
25	8/28/2020	18:28:37	13,40	62	8/29/2020	3:43:38	11,26
26	8/28/2020	18:43:37	13,21	63	8/29/2020	3:58:38	11,23
27	8/28/2020	18:58:37	13,21	64	8/29/2020	4:13:38	11,11
28	8/28/2020	19:13:37	13,08	65	8/29/2020	4:28:38	11,09
29	8/28/2020	19:28:37	13,08	66	8/29/2020	4:43:38	11,11
30	8/28/2020	19:43:37	12,77	67	8/29/2020	4:58:38	11,23
31	8/28/2020	19:58:37	12,84	68	8/29/2020	5:13:38	11,23
32	8/28/2020	20:13:37	12,84	69	8/29/2020	5:28:39	11,23
33	8/28/2020	20:28:37	12,59	70	8/29/2020	5:43:39	11,26
34	8/28/2020	20:43:37	12,48	71	8/29/2020	5:58:39	11,35
35	8/28/2020	20:58:37	12,59	72	8/29/2020	6:13:39	11,48
36	8/28/2020	21:13:37	12,47	73	8/29/2020	6:28:39	11,70
37	8/28/2020	21:28:38	12,34	74	8/29/2020	6:43:39	11,85
38	8/28/2020	21:43:38	12,22	75	8/29/2020	6:58:39	12,54
39	8/28/2020	21:58:38	12,09	76	8/29/2020	7:13:39	12,96
40	8/28/2020	22:13:38	12,09	77	8/29/2020	7:28:39	13,45
41	8/28/2020	22:28:38	12,11	78	8/29/2020	7:43:39	14,07
42	8/28/2020	22:43:38	11,97	79	8/29/2020	7:58:39	14,32
43	8/28/2020	22:58:38	11,85	80	8/29/2020	8:13:39	15,79
44	8/28/2020	23:13:38	12,34	81	8/29/2020	8:28:39	16,30
45	8/28/2020	23:28:38	12,28	82	8/29/2020	8:43:39	17,03
46	8/28/2020	23:43:38	12,22	83	8/29/2020	8:58:39	17,28
47	8/28/2020	23:58:38	12,09	84	8/29/2020	9:13:39	18,15
48	8/29/2020	0:13:38	12,22	85	8/29/2020	9:28:39	20,12
49	8/29/2020	0:28:38	12,20	86	8/29/2020	9:43:39	21,23
50	8/29/2020	0:43:38	11,99	87	8/29/2020	9:58:39	20,86
51	8/29/2020	0:58:38	11,92	88	8/29/2020	10:13:39	21,72
52	8/29/2020	1:13:38	11,79	89	8/29/2020	10:28:39	22,34
53	8/29/2020	1:28:38	11,73	90	8/29/2020	10:43:39	23,33
54	8/29/2020	1:43:38	11,73	91	8/29/2020	10:58:39	23,53
55	8/29/2020	1:58:38	11,85	92	8/29/2020	11:13:39	21,72
56	8/29/2020	2:13:38	11,64	93	8/29/2020	11:28:39	26,05
57	8/29/2020	2:28:38	11,48	94	8/29/2020	11:43:39	25,80
58	8/29/2020	2:43:38	11,35	95	8/29/2020	11:58:39	24,93
59	8/29/2020	2:58:38	11,35	96	8/29/2020	12:13:39	26,41
60	8/29/2020	3:13:38	11,35	97	8/29/2020	12:28:39	26,86
61	8/29/2020	3:28:38	11,35				

ANEXO XIV. Datos medidos en periodos de quince minutos con las ventanas abiertas.

N° de Dato	Fecha	Hora	Temperatura	N° de Dato	Fecha	Hora	Temperatura
1	8/29/2020	12:43:39	21,97	43	8/29/2020	23:13:41	10,74
2	8/29/2020	12:58:39	21,85	44	8/29/2020	23:28:41	10,74
3	8/29/2020	13:13:39	22,84	45	8/29/2020	23:43:41	10,74
4	8/29/2020	13:28:40	19,13	46	8/29/2020	23:58:41	10,62
5	8/29/2020	13:43:40	21,72	47	8/30/2020	0:13:41	10,49
6	8/29/2020	13:58:40	20,86	48	8/30/2020	0:28:41	10,24
7	8/29/2020	14:13:40	21,29	49	8/30/2020	0:43:41	10,12
8	8/29/2020	14:28:40	19,14	50	8/30/2020	0:58:41	10,00
9	8/29/2020	14:43:40	22,28	51	8/30/2020	1:13:41	10,00
10	8/29/2020	14:58:40	19,33	52	8/30/2020	1:28:41	10,00
11	8/29/2020	15:13:40	20,00	53	8/30/2020	1:43:41	10,12
12	8/29/2020	15:28:40	21,97	54	8/30/2020	1:58:41	10,00
13	8/29/2020	15:43:40	21,48	55	8/30/2020	2:13:41	9,93
14	8/29/2020	15:58:40	19,75	56	8/30/2020	2:28:41	9,63
15	8/29/2020	16:13:40	16,66	57	8/30/2020	2:43:41	9,38
16	8/29/2020	16:28:40	14,81	58	8/30/2020	2:58:41	9,26
17	8/29/2020	16:43:40	15,21	59	8/30/2020	3:13:41	9,13
18	8/29/2020	16:58:40	15,80	60	8/30/2020	3:28:41	9,13
19	8/29/2020	17:13:40	15,31	61	8/30/2020	3:43:41	9,26
20	8/29/2020	17:28:40	14,66	62	8/30/2020	3:58:41	9,13
21	8/29/2020	17:43:40	14,32	63	8/30/2020	4:13:41	9,13
22	8/29/2020	17:58:40	13,95	64	8/30/2020	4:28:41	8,89
23	8/29/2020	18:13:40	13,82	65	8/30/2020	4:43:41	8,52
24	8/29/2020	18:28:40	13,82	66	8/30/2020	4:58:41	8,22
25	8/29/2020	18:43:40	13,95	67	8/30/2020	5:13:42	7,89
26	8/29/2020	18:58:40	13,52	68	8/30/2020	5:28:42	7,68
27	8/29/2020	19:13:40	13,44	69	8/30/2020	5:43:42	7,65
28	8/29/2020	19:28:40	13,33	70	8/30/2020	6:13:42	7,16
29	8/29/2020	19:43:40	12,09	71	8/30/2020	6:28:42	6,91
30	8/29/2020	19:58:40	11,73	72	8/30/2020	6:43:42	7,40
31	8/29/2020	20:13:40	11,48	73	8/30/2020	6:58:42	8,15
32	8/29/2020	20:28:40	11,35	74	8/30/2020	7:13:42	8,89
33	8/29/2020	20:43:40	11,35	75	8/30/2020	7:28:42	9,38
34	8/29/2020	20:58:40	11,29	76	8/30/2020	7:43:42	10,12
35	8/29/2020	21:13:41	11,34	77	8/30/2020	7:58:42	10,98
36	8/29/2020	21:28:41	11,23	78	8/30/2020	8:13:42	11,73
37	8/29/2020	21:43:41	11,22	79	8/30/2020	8:28:42	11,99
38	8/29/2020	21:58:41	11,23	80	8/30/2020	8:43:42	13,08
39	8/29/2020	22:13:41	11,11	81	8/30/2020	8:58:42	13,58
40	8/29/2020	22:28:41	11,04	82	8/30/2020	9:13:42	13,82
41	8/29/2020	22:43:41	11,11	83	8/30/2020	9:28:42	14,69
42	8/29/2020	22:58:41	10,86	84	8/30/2020	9:43:42	15,56

N° de Dato	Fecha	Hora	Temperatura
85	8/30/2020	9:58:42	15,92
86	8/30/2020	10:13:42	16,29
87	8/30/2020	10:28:42	17,16
88	8/30/2020	10:43:42	17,88
89	8/30/2020	10:58:42	17,77
90	8/30/2020	11:13:42	18,86
91	8/30/2020	11:28:42	20,37
92	8/30/2020	11:43:42	21,48
93	8/30/2020	11:58:42	25,18
94	8/30/2020	12:13:42	23,82
95	8/30/2020	12:43:42	22,22
96	8/30/2020	12:58:42	23,08
97	8/30/2020	13:13:43	24,19
98	8/30/2020	13:28:43	24,44
99	8/30/2020	13:43:43	22,69

ANEXO XV. Datos medidos en periodos de quince minutos con las ventanas abiertas y cerradas.

N° de Dato	Fecha	Hora	Temperatura	N° de Dato	Fecha	Hora	Temperatura
1	8/30/2020	13:58:43	23,95	25	8/30/2020	20:13:44	13,82
2	8/30/2020	14:13:43	21,72	26	8/30/2020	20:28:44	13,21
3	8/30/2020	14:28:43	20,24	27	8/30/2020	20:43:44	12,84
4	8/30/2020	14:43:43	19,63	28	8/30/2020	20:58:44	12,59
5	8/30/2020	14:58:43	19,38	29	8/30/2020	21:13:44	12,47
6	8/30/2020	15:13:43	19,23	30	8/30/2020	21:28:44	12,09
7	8/30/2020	15:28:43	19,38	31	8/30/2020	21:43:44	11,82
8	8/30/2020	15:43:44	21,48	32	8/30/2020	21:58:45	11,48
9	8/30/2020	15:58:43	24,09	33	8/30/2020	22:13:45	11,11
10	8/30/2020	16:13:43	23,21	34	8/30/2020	22:28:45	10,98
11	8/30/2020	16:28:43	20,00	35	8/30/2020	22:43:45	10,62
12	8/30/2020	16:58:44	18,88	36	8/30/2020	22:58:45	10,21
13	8/30/2020	17:13:44	17,77	37	8/30/2020	23:13:45	9,87
14	8/30/2020	17:28:44	16,91	38	8/30/2020	23:28:45	9,65
15	8/30/2020	17:43:44	16,42	39	8/30/2020	23:43:45	9,44
16	8/30/2020	17:58:44	16,25	40	8/30/2020	23:58:45	9,04
17	8/30/2020	18:13:44	15,99	41	8/31/2020	0:13:45	8,89
18	8/30/2020	18:28:44	15,55	42	8/31/2020	0:28:45	8,67
19	8/30/2020	18:43:44	15,28	43	8/31/2020	0:43:45	8,51
20	8/30/2020	18:58:44	15,09	44	8/31/2020	0:58:45	8,27
21	8/30/2020	19:13:44	14,69	45	8/31/2020	1:13:45	7,90
22	8/30/2020	19:28:44	14,44	46	8/31/2020	1:28:45	7,78
23	8/30/2020	19:43:44	14,07	47	8/31/2020	1:43:45	7,78
24	8/30/2020	19:58:44	13,95	48	8/31/2020	1:58:45	7,90

N° de Dato	Fecha	Hora	Temperatura
49	8/31/2020	2:28:45	7,53
50	8/31/2020	2:43:45	7,40
51	8/31/2020	2:58:45	7,28
52	8/31/2020	3:13:45	7,16
53	8/31/2020	3:43:45	6,79
54	8/31/2020	3:58:45	6,85
55	8/31/2020	4:13:45	6,91
56	8/31/2020	4:28:45	6,79
57	8/31/2020	4:43:45	6,84
58	8/31/2020	4:58:45	6,79
59	8/31/2020	5:13:45	6,54
60	8/31/2020	5:28:45	6,42
61	8/31/2020	5:43:45	6,05
62	8/31/2020	5:58:46	5,92
63	8/31/2020	6:13:46	5,55
64	8/31/2020	6:28:46	6,05
65	8/31/2020	6:43:46	6,42
66	8/31/2020	6:58:46	7,16
67	8/31/2020	7:13:46	8,02
68	8/31/2020	7:28:46	8,76
69	8/31/2020	7:43:46	9,63
70	8/31/2020	7:58:46	10,62
71	8/31/2020	8:13:46	11,48
72	8/31/2020	8:28:46	12,22
73	8/31/2020	8:43:46	14,19

ANEXO XVI: Catálogo Ventiladores Industriales. Empresa TECNI INOX



Ventilador industrial tipo axial de bajo nivel sonoro, con marco y aspas metálicas cubiertas con pintura al horno. Posee motor totalmente sellado con transmisión directa, y está diseñado para ventilar o extraer calor, olores y humo del interior de locales comerciales, industriales o residenciales. Es una opción económica y eficiente para mover pequeños volúmenes de aire.

CARACTERÍSTICAS

- Para extraer o inyectar aire.
- Bajo nivel sonoro.
- Motor sellado.
- Estructura metálica.
- Pintura al horno.
- Marco de soporte.
- Peso liviano.

APLICACIONES

- Panaderías.
- Galeras.
- Bodegas.
- Gimnasios.
- Talleres.
- Lavanderías.
- Fábricas.

VENTILADOR AXIAL SVA

EXTRACTORES AXIALES A LA PARED



SVA
TRANSMISIÓN
DIRECTA



SBE
TRANSMISIÓN
POR FAJA



CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Modelo	Dimensiones externas de ventilador en cms.	Diámetro de la hélice	Velocidad de la hélice (rpm)	Caudal de aire		Potencia motor (hp)	Voltaje (V)	Fase	Peso (Kg)
				CFM	M ³ /h				
SVA-12	40 X 40 X 26	12"	1400	1,130 CFM	1921M ³ /h	1/8	110	1	9.8
SVA-16	49 X 49 X 28	16"	1400	2,400 CFM	4,080M ³ /h	1/4	110	1	11.4
SVA-18	57 X 57 X 32	18"	1400	3,530 CFM	6,001M ³ /h	1/2	110	1	16.9
SVA-24	73 X 73 X 41	24"	1400	4,030 CFM	6,851M ³ /h	1/2	110	1	27
SBE-1L24-5	81 X 81 X 49	24"	1725	7,000 CFM	11,893M ³ /h	1/2	220	1	32
SBE-1H36-3	112 X 112 X 55	36"	1725	10,000 CFM	16,990M ³ /h	1/3	220	1	50



EXTRACTORES TUBOAXIALES CON MOTOR EN LÍNEA



STA-14
STRONG

CARACTERÍSTICAS

- Para extraer o inyectar aire.
- Motor cerrado.
- Pintura el horno.
- Peso liviano.
- Bajo nivel sonoro.
- Estructura metálica.
- Marco de soporte.

APLICACIONES

- Áreas de cocina.
- Fabricas.
- Iglesias.
- Oficinas.
- Escuelas.
- Panaderías.
- Bodegas.
- Hogares.
- Laboratorios.
- Viveros.



STA-20
STRONG

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Modelo	Dimensiones internas de ventilador en cms.	Diámetro de la hélice	Velocidad de la hélice (rpm)	Caudal de aire		Potencia motor (hp)	Voltaje (V)	Fase	Peso (Kg)
				CFM	M ³ /h				
STA-14	43 X 43 X 33	14"	1400	1,500 CFM	2,550M ³ /h	1/8	110	1	14.1
STA-20	59 X 59 X 34	20"	960	4,130 CFM	7,021M ³ /h	1/2	110	1	28.3

STRONG



EXTRACTOR AXIAL INDUSTRIAL

Ventilador industrial axial de bajo nivel sonoro, con marco y espas galvanizadas. Está diseñado para ventilar espacios grandes como naves industriales, bodegas, plantas de producción.

CARACTERÍSTICAS

- Bajo nivel sonoro.
- Hecho en acero galvanizado.
- Persianas automáticas.
- Malla protectora.
- Fácil instalación.
- Bajo consumo energético.

APLICACIONES

Para aplicaciones que requieran extracción de aire, establecimientos tales como:

- Bodegas.
- Fábricas.
- Polleras.
- Talleres.
- Escuelas.
- Plantas de proceso.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Modelo	Dimensiones internas de ventilador en cms.	Diámetro de la hélice	Velocidad de la hélice (rpm)	Caudal de aire		Potencia motor (hp)	Voltaje (V)	Fase	Peso (Kg)
				CFM	M ³ /h				
SEA-36E	106 X 106 X 40	38"	450	18,835 CFM	32,019.5M ³ /h	3/4	220	1	59
SEA-48E	138 X 138 X 40	48"	450	26,190 CFM	44,523 M ³ /h	1.5	220	3	85



EXTRACTOR TUBOAXIAL CON PERSIANA

CARACTERÍSTICAS

- Para extraer o inyectar aire.
- Bajo nivel sonoro.
- Motor cerrado.
- Estructura metálica.
- Pintura al horno.
- Marco de soporte.
- Peso liviano.

APLICACIONES

- Áreas de cocina.
- Fábricas.
- Iglesias.
- Hogares.
- Oficinas.
- Laboratorios.
- Escuelas.
- Panaderías.
- Bodegas.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Modelo	Dimensiones internas de ventilador en cms.	Diámetro de la hélice	Velocidad de la hélice (rpm)	Caudal de aire		Potencia motor (hp)	Voltaje (V)	Fase	Peso (Kg)
				CFM	M ³				
STA-16P	50 X 50 X 35	16"	1400	2,300 CFM	3,910M ³ /h	1/5	110	1	51.1



STRONG ABANICO DE PARED

CARACTERÍSTICAS

- Alto caudal.
- Pintado con esmalte anticorrosivo.
- Tres velocidades.
- Posición ajustable.
- Liviano y de fácil uso.
- Bajo consumo energético.
- Utilizable en pared.

APLICACIONES

- Los abanicos STRONG son apropiados para áreas más exigentes como:
- Talleres de chapistería.
 - Gimnasios.
 - Bodegas.
 - Cocinas móviles.
 - Panaderías.
 - y muchos otros lugares.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Modelo	Diámetro de la hélice	Velocidad de la hélice (rpm)	Caudal de aire		Potencia motor (W)	Voltaje (V)	Fase
			CFM	M ³ /h			
SAP-18	18"	1400	5,595 CFM	9,511.5 M ³ /h	120 W	110	1
SAP-26	26"	1400	7,200 CFM	12,240 M ³ /h	350 W	110	1
SAP-30	30"	1400	10,250 CFM	17,425 M ³ /h	350 W	110	1

Extractor Gravitacional SST

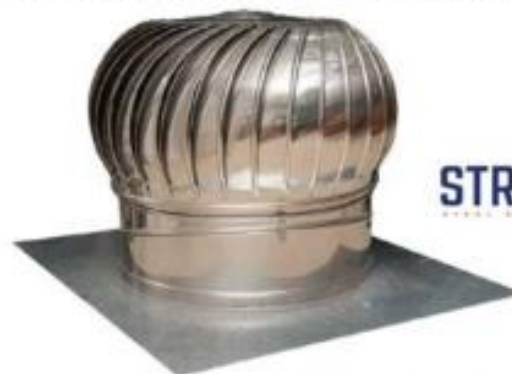
APLICACIONES

- Bodegas.
- Plantas industriales.
- Gimnasios.
- Galeras en general.
- Grenjas.

CARACTERÍSTICAS

- La extracción de aire impulsado por medio de las corrientes de aire natural.
- Acople aerodinámico al techo.
- Resistencia a corrosión.
- Resistente a la intemperie.
- Fabricado en lámina galvanizada de alta calidad.
- No consume energía eléctrica.
- Resistencia al trabajo 24/7.
- Bajo costo de mantenimiento.

El extractor de aire tipo gravitacional para techo ha sido diseñado para el movimiento de bajos volúmenes de aire. El extractor gravitacional de aire opera su extracción en base a la diferencia de presión entre el interior y el exterior del edificio y el efecto de succión que produce el rotor con el viento.



STRONG

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Modelo	Diámetro de base	CFM	M ³ /h	Sistemas de rotación
SST-24	24	2,500 CFM Con viento de 4 millas/h	4,250 M ³ /h Con viento de 4 millas/h	Balineras selladas

ANEXO XVII. Manual de Usuario del inversor.

UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS (CIYA)
INGENIERIA ELÉCTRICA



Monitoreo de Temperaturas Elevadas en el interior del Invernadero.

Manual de Usuario

Autores:

Tapia Villamarin Antonio Agustin

Tipan Quinga Marco Vinicio

Tutor:

Ing. Rommel Eusebio Suárez Vinueza. MSc.

Versión: 0001

Queda prohibido cualquier tipo de explotación y, en particular, la reproducción, distribución, comunicación pública y/o transformación, total o parcial, por cualquier medio, de este documento sin el previo consentimiento expreso y por escrito de los Autores.

LATACUNGA – ECUADOR

Septiembre - 2020

ÍNDICE MANUAL

1.	INSTRUCCIONES DE SEGURIDAD	1
2.	INTRODUCCIÓN.....	1
3.	GUÍA DE UTILIZACIÓN DEL SISTEMA	1
3.1.	Introducción de la dirección IP en el equipo	1
3.2.	Forma de cargar el sistema	4
3.3.	Control Manual desde el tablero principal.....	7
3.4.	Control Automático	7
3.5.	Forma de correr la interfaz HMI WinCC.....	8
3.6.	Forma de utilización de la interfaz HMI.....	9
3.6.1.	Control Manual desde la interfaz HMI.....	10
3.6.2.	Control Automático desde la interfaz HMI	11
3.7.	Forma de uso del Servidor Web	15
3.8.	Plataforma Web	18

1. INTRODUCCIONES DE SEGURIDAD

- **PRECAUCIONES:** Para evitar el uso incorrecto del equipo a instalar puede guiarse paso a paso en la presente guía de usuario.
- EL montaje incorrecto puede resultar en un riesgo de descarga eléctrica o un incendio dentro del cuarto de control u equipos instalados.
- Para reducir el riesgo de descarga eléctrica, desconecte el cableado principal antes de poder realizar cualquier tarea de mantenimiento o limpieza.

Nota: Apagar la unidad no va a reducir este riesgo.

2. INTRODUCCIÓN

Con el presente sistema que será descrito a continuación ayudara a tener un mejor control y monitoreo de temperaturas elevadas dentro del invernadero, logrando que los productos que se encuentren en el interior del invernadero no sean afectados por temperaturas extremas que pueden causar pérdidas de producción, evitando también pérdidas económicas para el productor quien está a cargo de los cultivos sembrados.

3. GUÍA DE UTILIZACIÓN DEL SISTEMA

Para que el sistema de control y monitoreo llegue a tener un correcto funcionamiento al momento de la instalación de los equipos in situ se tiene que seguir los siguientes parámetros:

- El programa solo puede trabajar en el Tia Portal V14, no funciona si es en versiones anteriores o actuales ya que sus configuraciones son distintas en cada versión de dicho software.

3.1. Introducción de la dirección IP en el equipo

Como primer paso se tiene que introducir la IP del PLC en la computadora que va a funcionar el sistema.

- a) Conectar el cable Ethernet del PLC a la computadora y dirigirse al centro de redes.

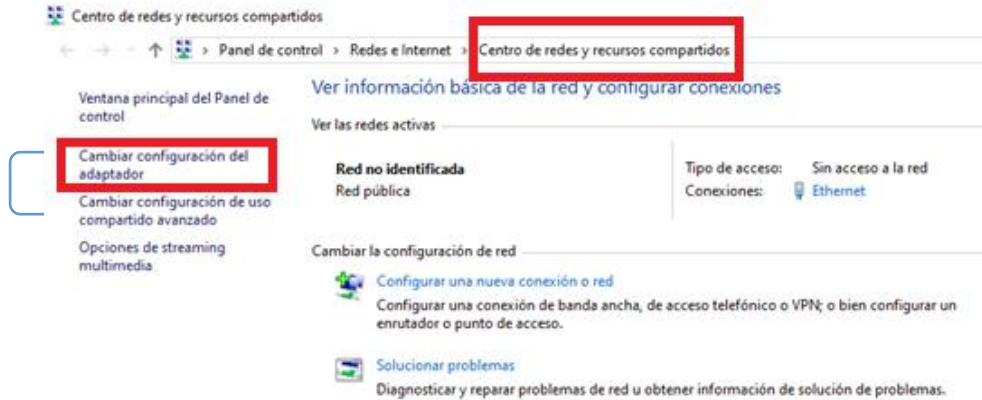


Figura 3.1. Centro de redes.

b) Seleccionar cambiar configuración del adaptador.

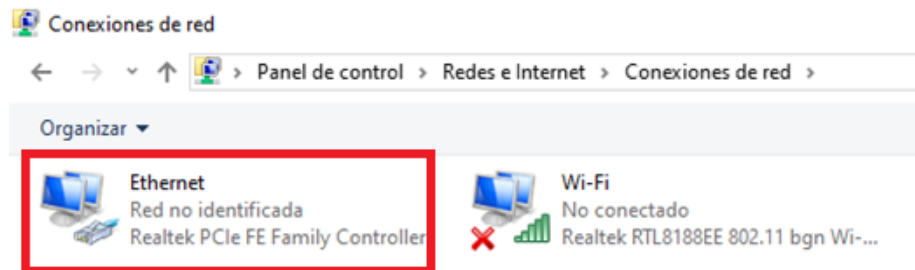


Figura 3.2. Conexiones de red.

c) Con doble clic en Ethernet ingresar a su configuración.

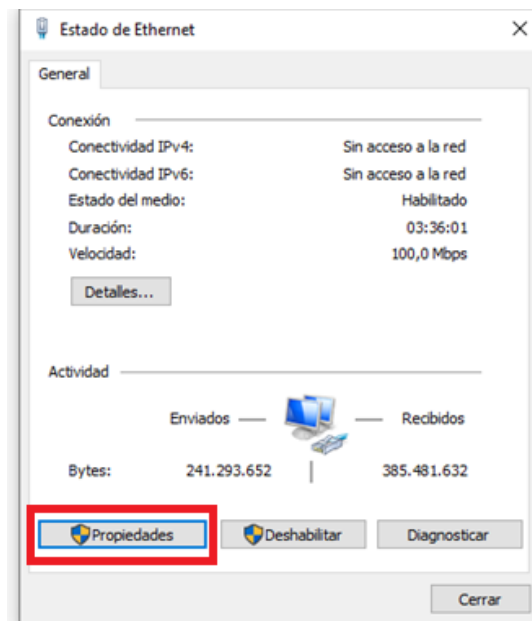


Figura 3.3. Estado de Ethernet.

d) Ingresar a propiedades.

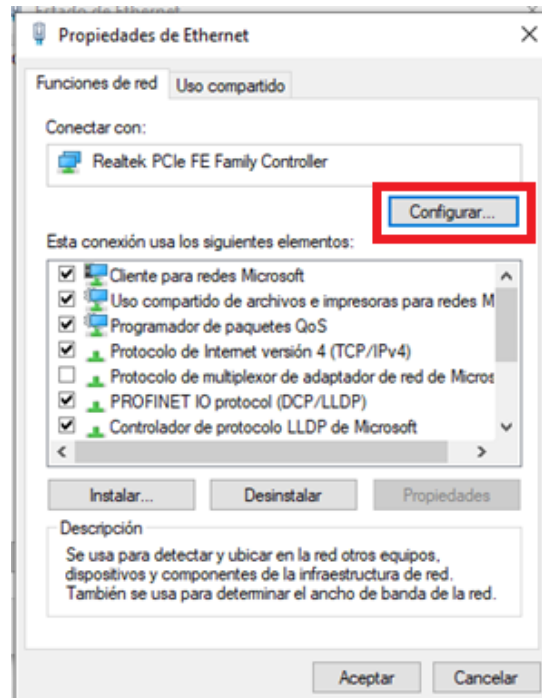


Figura 3.4. Función de red.

e) Configurar e introducir las siguientes direcciones IP y queda configurado el PLC para su utilización.

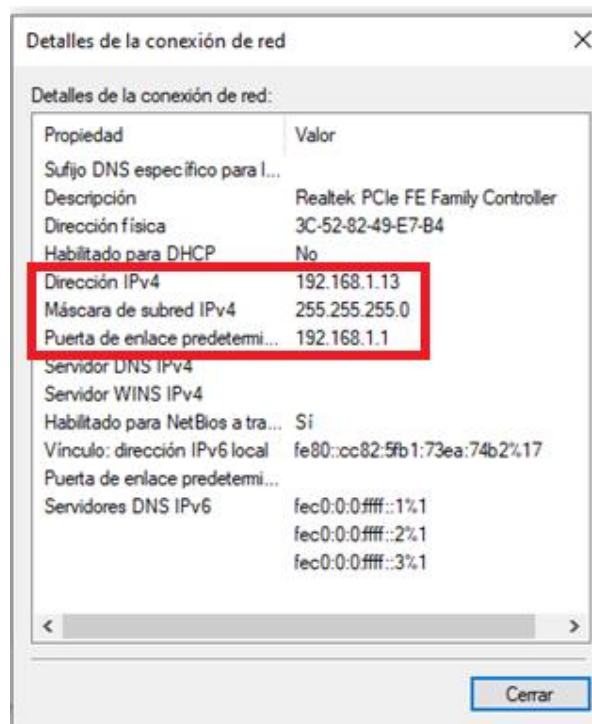


Figura 3.5. Detalles de conexión de red.

3.2. Forma de cargar al sistema

Para poder cargar el programa al PLC se tiene que seguir las siguientes instrucciones.

- a) Abrir el software Tia Portal

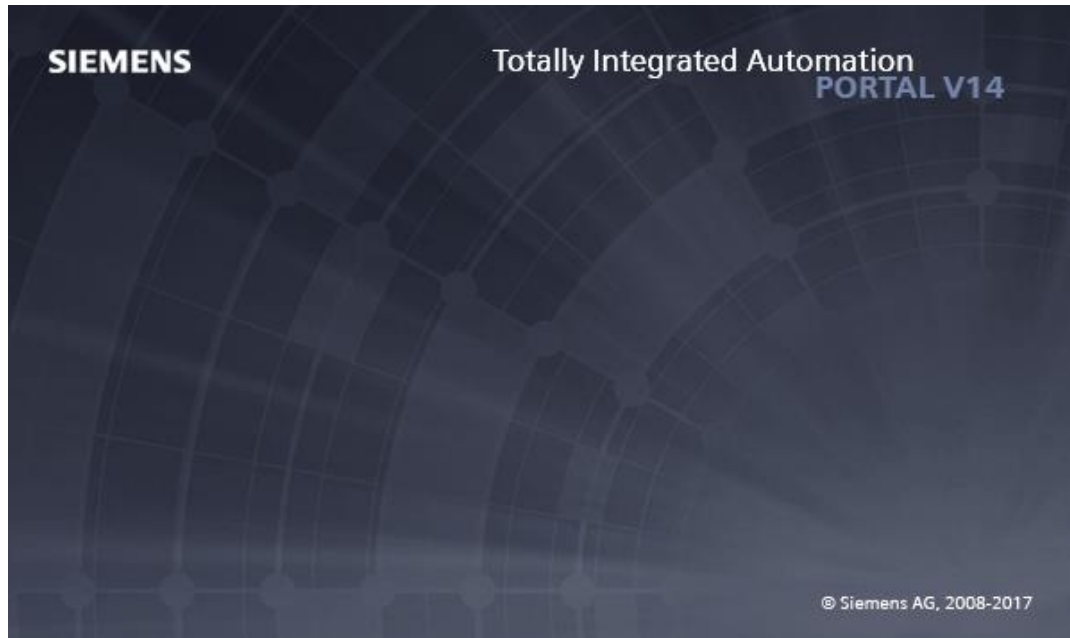


Figura 3.6. Tia Portal V14

- b) Después de que está abierto el programa seleccionar Abrir para que se active el proyecto.

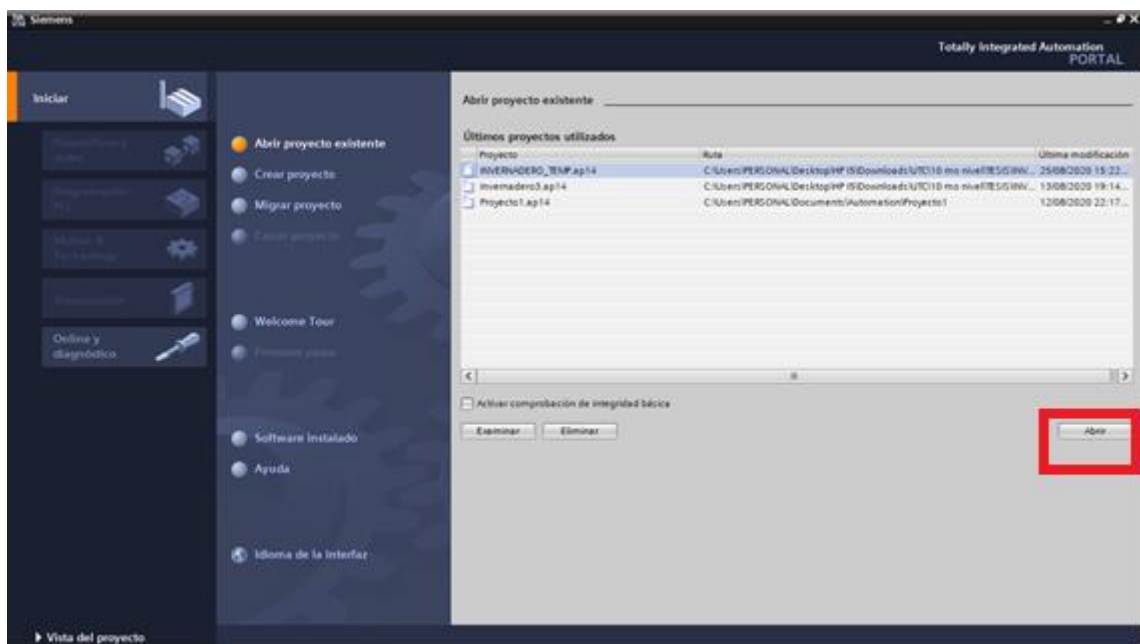


Figura 3.7. Selección de archivo Tia Portal.

- c) Después de que se abre el proyecto muestra la siguiente ventana y dar clic en vista de proyecto que se ubica en la parte inferior izquierda y se va activar el proyecto.

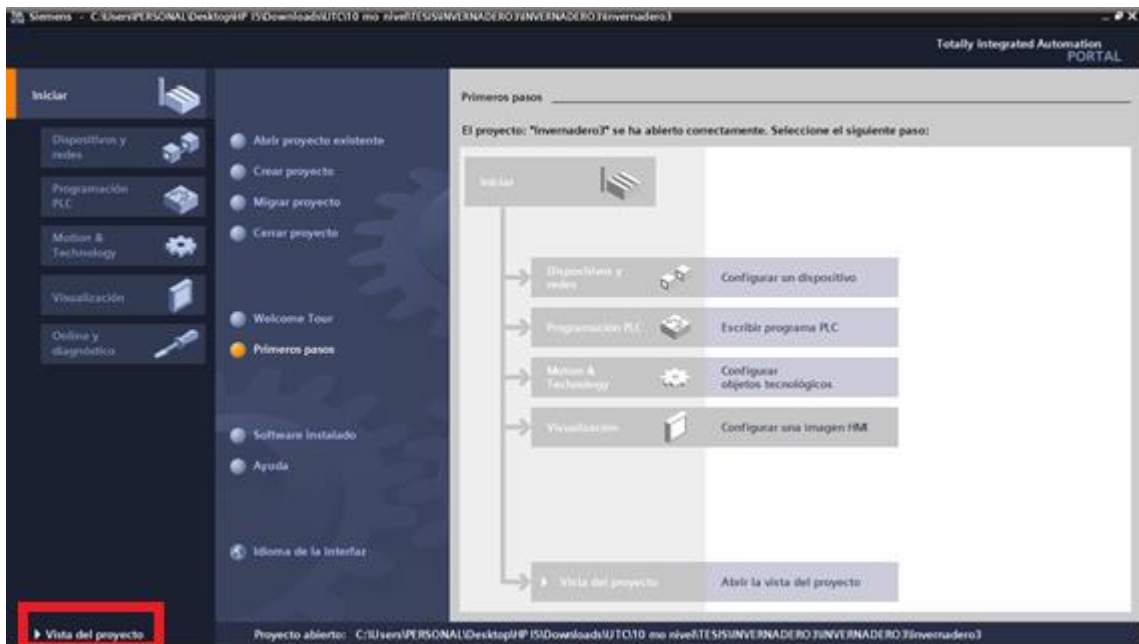
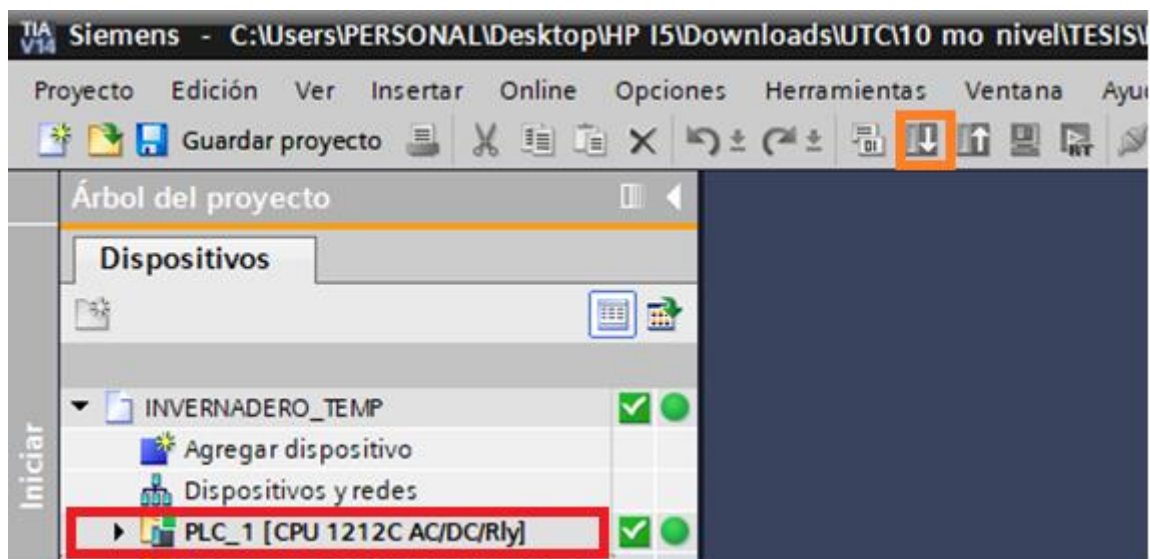


Figura 3.8. Selección de vista de proyecto.

- d) Activado el proyecto seleccionar la carpeta indicada PLC_1 y ubicada en la parte superior y dar clic en la flecha que esta para abajo, esperar que cargue el sistema en el PLC, cuando está cargado el sistema se marca de verde y con un visto en la carpeta seleccionada y en el nombre del archivo.



identificando que el ventilador está activado y al realizar otro pulso se apaga la luz indicando que el ventilador dejó de funcionar.

Con este control permitirá realizar pruebas a los equipos de ventilación.

3.4. Control Automático

Para poder tener el control automático desde el computador ubicarse en el tablero principal y mover la perilla a AUTOMÁTICO (A).

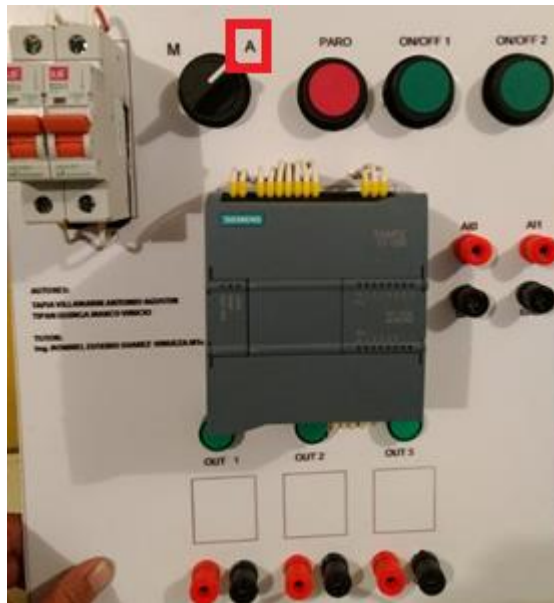


Figura 3.11. Selección de control automático desde el tablero.

La cual tiene que llegarse a correr la interfaz para obtener un control y monitoreo de la temperatura desde el computador.

3.5. Forma de correr la interfaz HMI WinCC.

Después de que está cargado todo el programa en el PLC ubicarse en la carpeta PC-system_1, seleccionar la carpeta y dirigirse a la parte superior dar clic en el símbolo de computadora para empezar a correr toda la interfaz.

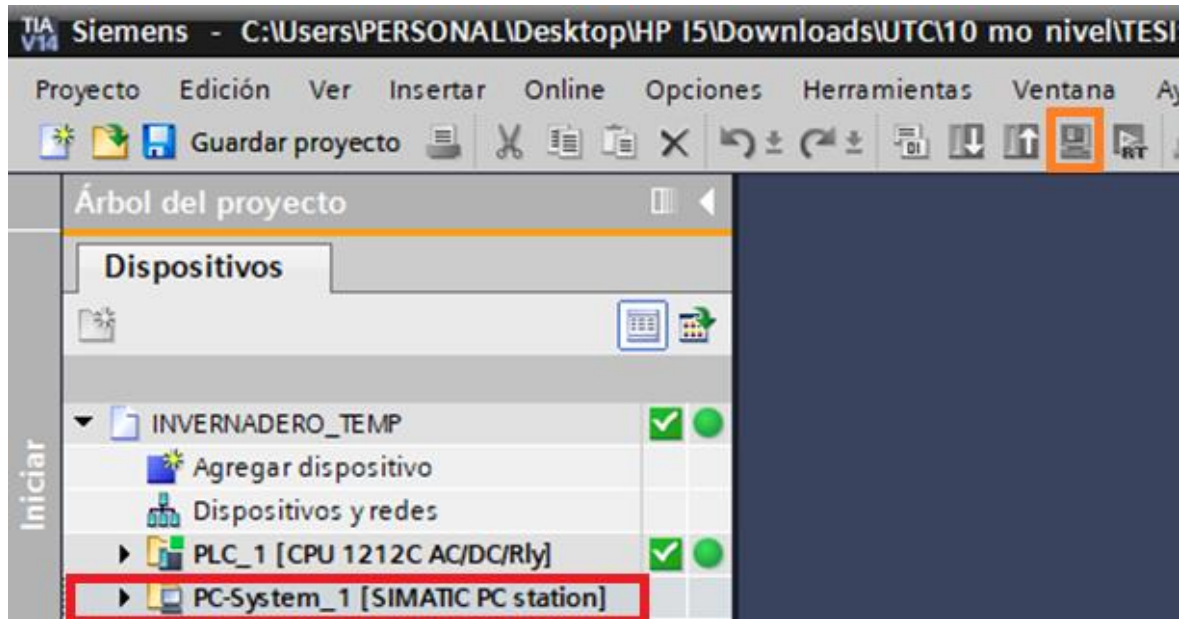


Figura 3.12. Selección PC-System_1 y cargar interfaz.

3.6. Forma de utilización de la interfaz HMI

Después de correr al programa se despliega la ventana principal del sistema teniendo que ingresar el usuario y contraseña, para poder seleccionar el tipo de control que se desea realizar que son los siguiente:

- Control Manual.
- Temperaturas Normalizadas.
- Control Automático.



Figura 3.13. Centro de control con uso restringido.

Usuario y contraseña que son las siguientes:

Administrado

- **Usuario:** Administrador
- **Contraseña:** admin123

Ingresando como el administrador va ayudar a controlar todo el sistema ya sea en la modificación de los rangos máximos y mínimos de temperatura y colocando el intervalo de tiempo que se desea guardar los datos, presionar el paro de emergencia y salirse de todo el sistema.

Operador

- **Usuario:** Operador1
- **Contraseña:** operador123

En el caso del operario solo puede visualizar los valores de las temperaturas y guardar los datos en el control automático, en el control manual puede accionar los ventiladores y presionar el paro de emergencia.

Nota: Cabe mencionar que para poder ingresar como operador o administrador tiene que presionar la tecla Enter del teclado virtual que sale en la ventana principal y presionar Aceptar para continuar.

3.6.1. Control Manual desde la interfaz HMI

Luego de haber ingresado con su usuario y contraseña tienen el control manual de la temperatura en el invernadero en la que se tiene la gráfica de la curva de la temperatura medida, está dada por la temperatura vs tiempo.

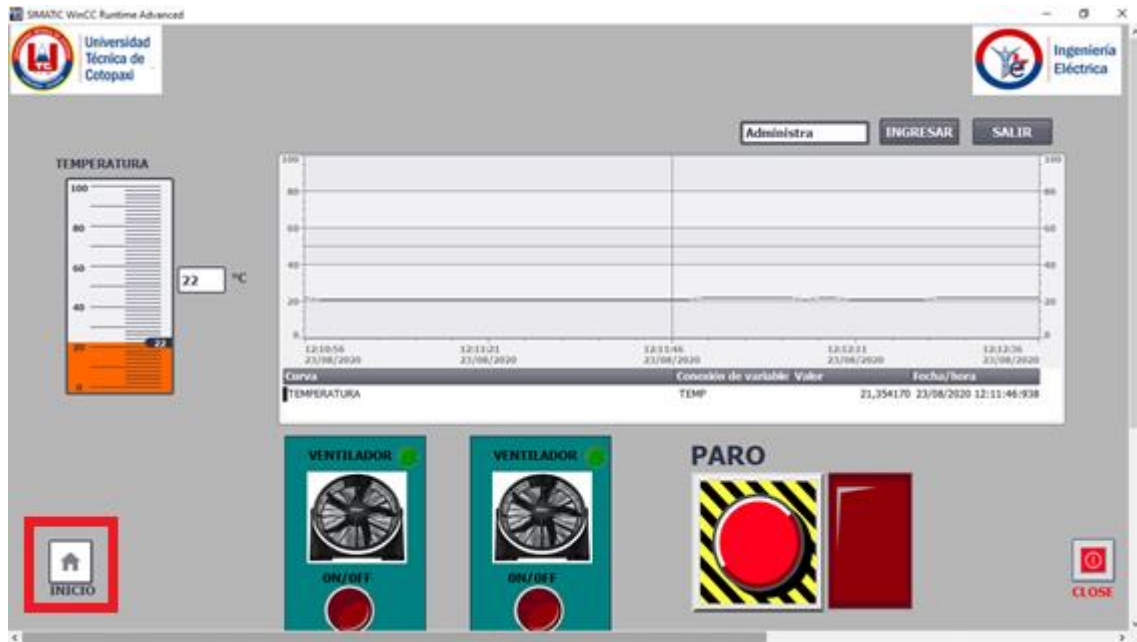


Figura 3.14. Interfaz control manual.

Con este control el encargado de operar el sistema tiene la acción de activar y desactivar los ventiladores ya sea activando un solo ventilador o los dos ventiladores, tiene la opción de realizar el paro de emergencia si en un caso llega hacer necesario.

Para poder cerrar el sistema solo puede hacerlo el administrador.

Nota: En la parte inferior izquierda se encuentra un botón en forma de casa que le dirigirá de nuevo a la ventana principal del sistema.

3.6.2. Control Automático desde la interfaz HMI

Al estar de nuevo en la ventana principal del sistema seleccionar control automático, donde se observarán las curvas de temperatura vs tiempo, un cuadro de consumo de energía, los límites mínimos y máximos de temperatura y el almacenamiento de datos.



Figura 3.15. Interfaz control automático.

Para poder ingresar los rangos mínimos y máximos de temperatura solo el administrador del sistema puede ingresar esos rangos guiándose en las tablas 3.1 y 3.2 y 3.3, que se encuentran las temperaturas óptimas de cada producto ya sea de periodo corto o extenso que se desea cultivar.

Temperaturas optimas de cultivos de hortalizas en invernadero

Tabla 3.1. Temperatura óptima para cultivos de hortalizas.

Especie	Temperatura óptima °C
Hortícola	
Tomate	15 a 20
Pepino	20 a 21
Melón	20 a 22
Pimiento	15 a 20
Berenjena	15 a 20
Lechuga	10 a 12
Fresa	12 a 15

Fuente: [18]

Tabla 3.2. Parámetros de temperatura necesarias para plantas del invernadero.

Planta	Temperatura óptima °C	Temperatura mínima letal °C	Temperatura máxima letal °C	Riego	PH
Cilantro y perejil	16 a 20	No tolera temperatura bajo 0	No tolera temperatura sobre 35 °C	Riego constante	6.5
Acelga	15 a 18	No tolera heladas	No tolera temperatura sobre 24 °C	Riego constante	6.0 7.0
Tomate	18 a 27	No tolera heladas		Riego medio	6.0 6.8
Cebolla cabezona	12 a 24	7°C no tolera heladas	No tolera temperatura sobre 30°C	Riego constante	6.5
Hierbabuena	10 a 22	No tolera heladas	No tolera temperatura sobre 30°C	Riego medio	5.0 8.0
Fresa	14	No tolera heladas		Riego constante	6.5

Fuente: [33]

Temperatura optima de cultivo de ornamentales en invernadero

Tabla 3.3. Temperatura óptima para el cultivo de plantas ornamentales.

Especie	Temperatura óptima °C
Florícola	
Clavel	15 a 18
Rosa	15 a 18
Gerbera	18 a 20
Crisantemo	18
Gladiolo	10 a 15
Tulipán	8 a 12
Iris y Narciso	10 a 13
Lilium y Fresia	10 a 15
Ciclamen	14 a 16
Azalea y Rododendron	15 a 18
Begonia	18 a 20
Poinsetia	18 a 20
Prímula y Carceolaria	15
Pelargonium	20
Saintpaulia	20 a 22
Klanchoe	25 a 32
Hortensia	18 a 20
Gardenia	19 a 22
Cybidum	10 a 14
Phalaenopsis y Cattleya	16 a 18
Crotón y Picus	21
Diffenbachia	18 a 20
Bromeliáceas	18 a 20

Dyripredium

10 a 14

Fuente: [18]

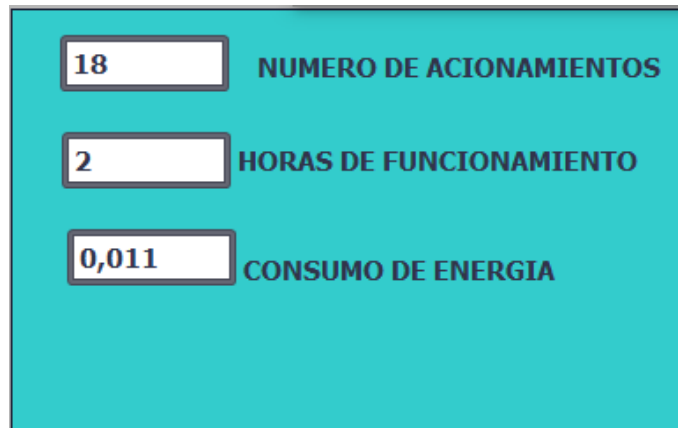


Figura 3.16. Lista desplegable de los cultivos dependiendo su ciclo.

Al ingresar el cultivo de cualquier cultivo en los diferentes ciclos se desplegará los tipos de cultivos seleccionados y seleccionar un solo cultivo y se colocará su temperatura mínima y máxima, que saldrá automáticamente en el control automático.

Se muestra un cuadro de los ventiladores donde nos van a dar los siguientes datos:

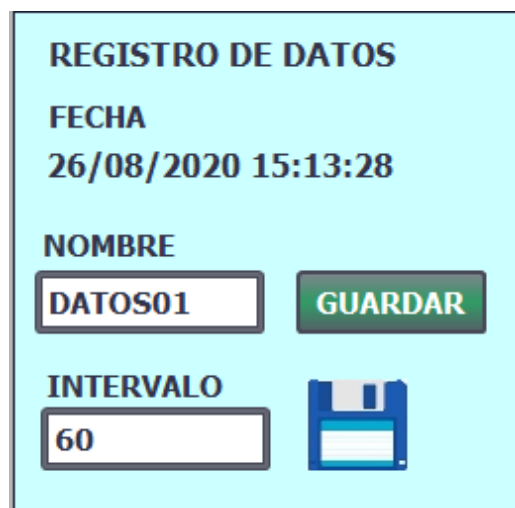
- **Numero de Accionamiento:** en esta sección son las veces que los ventiladores se activaron y van contándose cada vez que se accionan.
- **Horas de Funcionamiento:** en esta sección es el tiempo que se demora el ventilador prendido hasta lograr establecer la temperatura, eso se va sumando hasta completar una hora y así continuamente se van sumando las horas de activación.
- **Consumo de Energía:** en esta sección está realizada un cálculo para saber cuánto consume el ventilador por cada hora.



A screenshot of a web form with a light blue background. It contains three input fields, each with a numerical value and a label to its right. The first field contains '18' and is labeled 'NUMERO DE ACCIONAMIENTOS'. The second field contains '2' and is labeled 'HORAS DE FUNCIONAMIENTO'. The third field contains '0,011' and is labeled 'CONSUMO DE ENERGIA'.

Figura 3.17. Consumo de energía con accionamiento de ventiladores.

Se muestra un cuadro de almacenamiento de datos donde el administrador puede ingresar el tiempo que desea que se vayan almacenando los datos y el nombre de archivo que se desea guardar en el servidor web.



A screenshot of a web form titled 'REGISTRO DE DATOS' on a light blue background. It displays the date and time '26/08/2020 15:13:28'. Below this, there is a 'NOMBRE' field containing 'DATOS01' and a green 'GUARDAR' button. At the bottom, there is an 'INTERVALO' field containing '60' and a floppy disk icon.

Figura 3.18. Registro de datos.

Al seleccionar nombre se coloca el nombre con que se desea guardar el archivo en la cual se desplegara un teclado virtual en la ventana y al acabar de ingresar el nombre se presiona Enter con el teclado virtual de la ventana y por último presionamos la descripción que dice **Guardar** estará de color rojo y al presionarlo tomara un color rojo opaco y el nombre del archivo se guarda en el servidor web.

En el intervalo de tiempo se puede almacenar datos desde 1 minuto hasta 60 minutos, al ingresar el intervalo de tiempo que solo puede el administrador colocar el valor se desplegara un teclado virtual en la ventana, se coloca el intervalo de tiempo que se desea almacenar y presionamos

Enter del teclado virtual y por último presionamos en el **Disquete** que se encontrara en blanco y pasara a un color azul.



Figura 3.19. Paro de emergencia y cierre de sistema.

El paro de emergencia puede realizarlo el administrador o el operador. Al querer cerrar todo el sistema solo puede realizarlo el administrador del sistema.

Nota: Para que vuelva a cero los valores de activación del ventilador y de horas de funcionamiento, tiene que pulsa **ON/OFF 2** desde el Tablero Principal para poder resetear todos los valores.

3.7. Forma de ingreso al Servidor Web

El servidor web ayudara al almacenamiento de datos donde se guardar como archivo CSV que se puede abrir en Excel, donde se tiene que ingresar con el IP del PLC que brinda al escoger el CPU para la programación.

La dirección IP donde se están almacenando los datos es la siguiente:

- **Dirección IP:** 198.162.1.33

Con esa dirección dirigirse a un navegador web y colocar la dirección IP y se ingresara a la ventana de inicio del servidor web.



Figura 3.20. Página principal del servidor web.

Presionar **INTRO** y se desplegará la página donde está el PLC conectado.

Para poder ingresar al almacenamiento de datos en la parte superior izquierda señalada saldrá para ingresar el usuario y contraseña, que son las siguientes:

- **Usuario:** invernadero
- **Contraseña:** tesis123

Y podrá ingresar a las características del equipo.

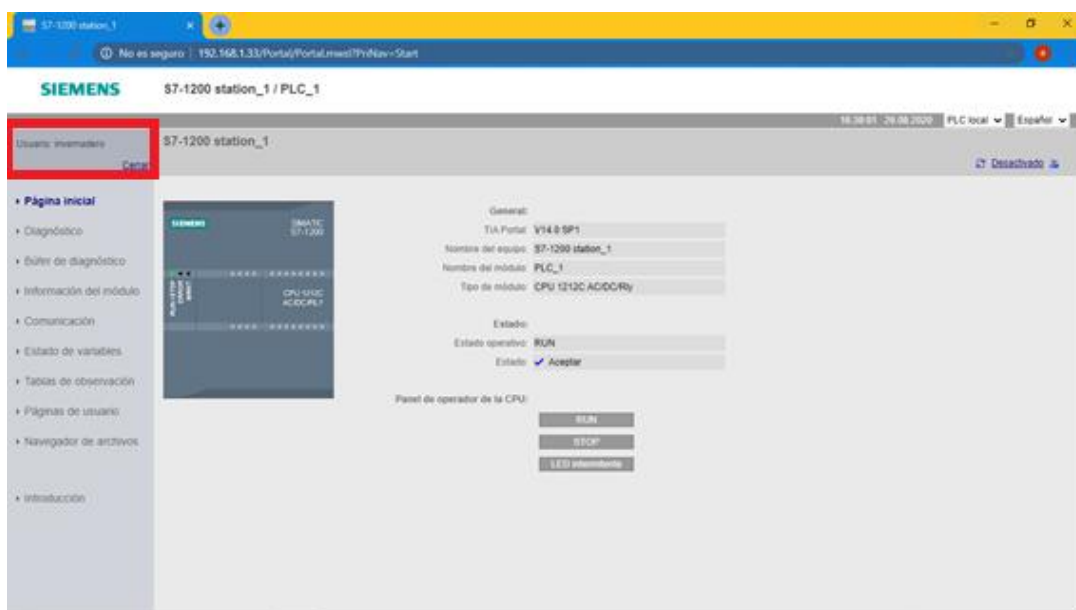


Figura 3.21. Página inicial del servidor web.

Donde indica las características del equipo, para conocer donde están guardando los archivos dirigirse a la pestaña **Navegador de Archivos**.

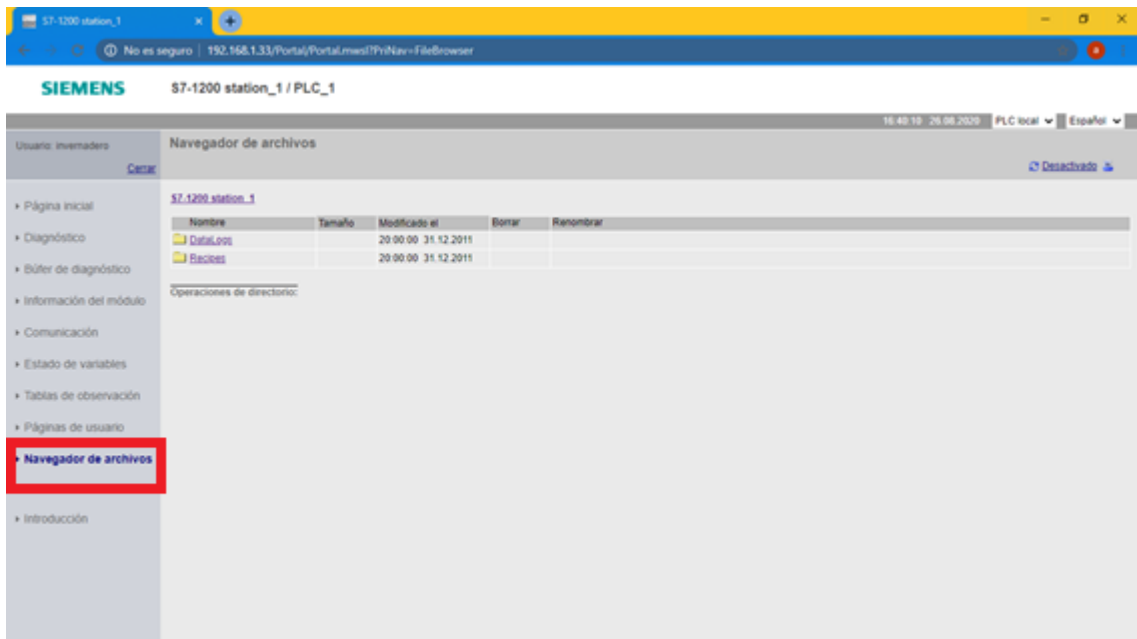


Figura 3.22. Navegador de archivos.

Se abrirá la ventana y donde salen dos opciones y se escoge **DataLogs**.

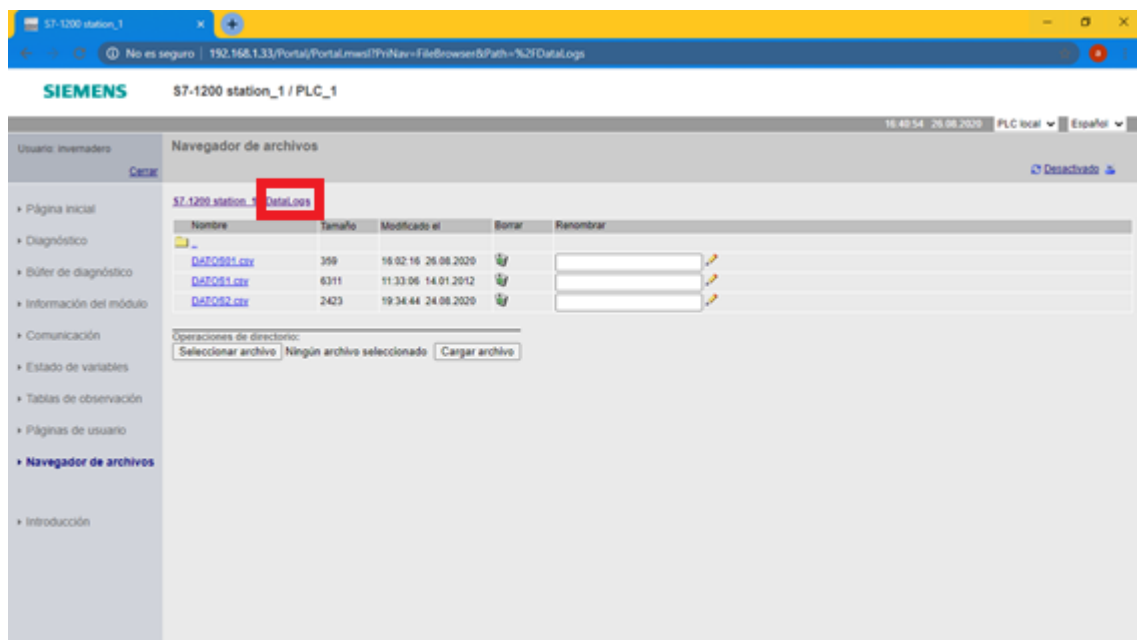


Figura 3.23. Ventana para descargar archivos.

Para descarga del archivo hacer clic en el nombre del archivo guardado y se descargará automáticamente y lo abren y se abrirá en Excel.

Nota: Cabe mencionar que la hora que se llegue a mostrar en el servidor web no es la hora que sale desde el computador, ya que tiene la hora de España y no de Ecuador.

3.8. Plataforma Web

En la plataforma web que se puede tener un monitoreo de la temperatura que está teniendo el invernadero, pudiendo visualizar el consumo de energía y horas de funcionamiento de los ventiladores.

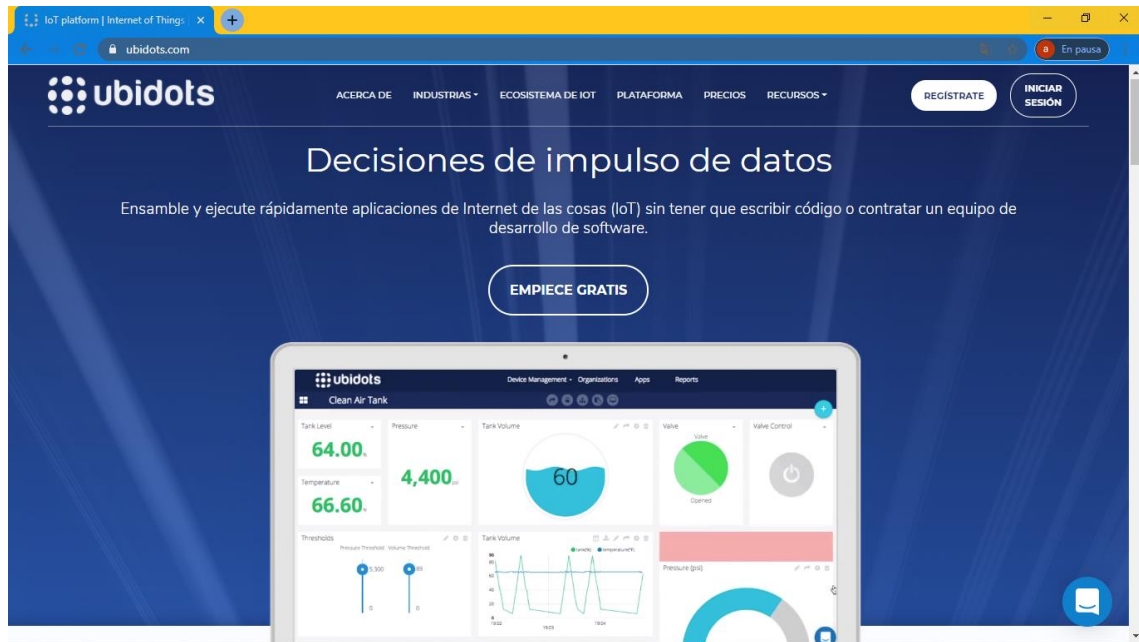


Figura 3.24. Ventana principal de la plataforma web.

La plataforma web que se utiliza para el desarrollo del proyecto tiene el nombre de “**ubidots**”, donde tiene que crear el usuario y contraseña para su utilización y en la cual se enviarán los datos a la plataforma.

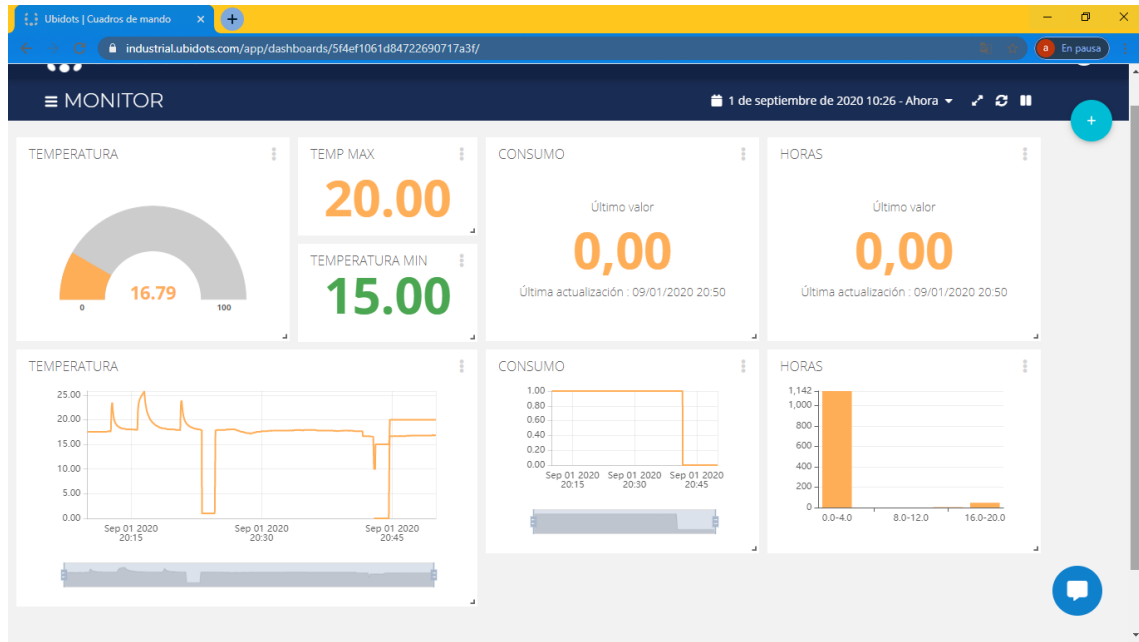


Figura 3.25. Indicador de datos de temperatura de la plataforma.

Para su buen funcionamiento desde el PLC a la plataforma se tiene que descargar el siguiente programa:

- Node Red

Que ayudara a que el PLC llegue a enviar los datos a la plataforma web para la instalación del programa se tiene que descargar el archivo node red y seguir con las instrucciones:

Se ejecuta el archivo node red y se aceptan todos los términos que se lleguen a pedir.

Abrimos el cmd del computador y se introduce el primer comando:

- Cmd: node –version && npm – versión

Introducido el comando mencionado indicara la versión del producto y luego seguir con el siguiente comando:

- Npm install -g –unsafe-perm node-red

Después de introducir todos los comandos mecionados escribimos:

- Node red

Y se desplegará todas sus características y se indicará un enlace el cual se copia y pega en el navegador y se abrirá la siguiente página.

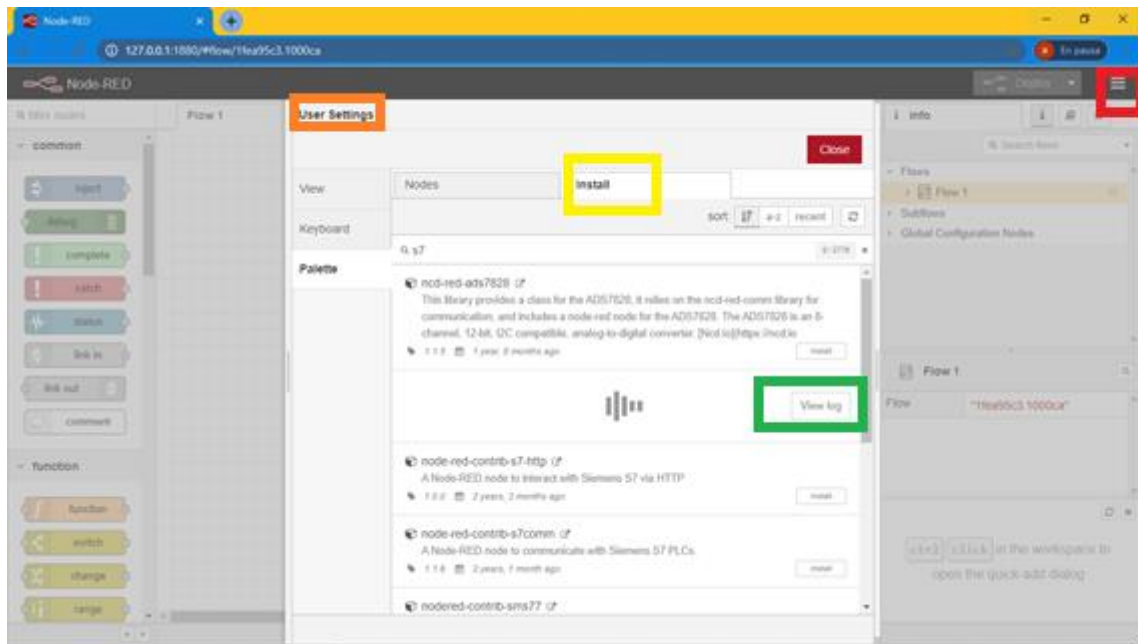


Figura 3.26. Descarga de los instaladores para envío de los datos a la plataforma web.

Se tiene que realizar dos descargas, donde se realiza un clic en la parte superior derecha y se nos desplegara una lista de contenidos y seleccionamos **settings**, se abre y se colocan en install y describen S7 y presionan install.

Cierran todas las ventanas y de nuevo abren el cmd y colocan de nuevo el comando **Node red** y se desplegara todo lo instalado de nuevo se copia el enlace y se dirigen al navegador y lo pegan se abrirá de nuevo la página mostrada con anterioridad y se sigue los mismos pasos y esta vez descargamos **node red dashboard** y lo instalamos.

Todos esos pasos deben seguir para lograr que se envíen los datos a la plataforma web.

Nota: Para activar el envío de datos a la plataforma tiene que ingresar al cmd y colocar **node red** y podrán enviarse los datos.