



Universidad
Técnica de
Cotopaxi

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS
CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

PROPUESTA TECNOLÓGICA

**“IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MONITOREO, REGISTRO
Y CONTROL DE TEMPERATURA PARA CULTIVOS DE SEMILLAS
DE UN INVERNADERO DEL CAMPUS SALACHE”**

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

AUTORES:

Nata Rivera Edison David

Silva Pilaguano Jonathan Stalin

TUTOR:

PhD. Secundino Marrero Ramírez

LATACUNGA – ECUADOR

2019



DECLARACION DE AUTORIA

Nosotros **NATA RIVERA EDISSON DAVID** y **SILVA PILAGUANO JONATHAN STALIN**, declaramos ser autores de la presente Propuesta Tecnológica “**IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MONITOREO, REGISTRO Y CONTROL DE TEMPERATURA PARA CULTIVOS DE SEMILLAS DE UN INVERNADERO DEL CAMPUS SALACHE**”, siendo el **PhD. SECUNDINO MARRERO RAMÍREZ** 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.

.....

Nata Rivera Edisson David

C.I.: 1804573382

.....

Silva Pilaguano Jonathan Stalin

C.I.: 172177062-4



AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE TITULACIÓN

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

“IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MONITOREO, REGISTRO Y CONTROL DE TEMPERATURA PARA CULTIVOS DE SEMILLAS DE UN INVERNADERO DEL CAMPUS SALACHE”, de **NATA RIVERA EDISSON DAVID** y **SILVA PILAGUANO JONATHAN STALIN** de la carrera de **INGENIERIA ELECTRICA** , considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Consejo Directivo de la Facultad de ciencias de la Ingeniería y Aplicada de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, julio del 2019

El Tutor

PhD. Secundino Marrero Ramírez

C.C.: 175710790-7



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 ingeniería y aplicadas; por cuanto, los postulantes: **NATA RIVERA EDISSON DAVID Y SILVA PILAGUANO JONATHAN STALIN** con el título de Proyecto de titulación: **“IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MONITOREO, REGISTRO Y CONTROL DE TEMPERATURA PARA CULTIVOS DE SEMILLAS DE UN INVERNADERO DEL 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, 19 de junio del 2019

Para constancia firman:

Lector 1 (Presidente)
Nombre: MSc, Ing. Jessica Castillo
CC: 0604590216

Lector 2
Nombre: MSc, Ing. Marco León
CC: 0502305402

Lector 3
Nombre: MSc, Ing. Rommel Suárez
CC: 1804165353



AVAL DE IMPLEMENTACION

En calidad de responsable PhD. Secundino Marrero Ramírez certifico que mediante la propuesta tecnológica **“IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MONITOREO, REGISTRO Y CONTROL DE TEMPERATURA PARA CULTIVOS DE SEMILLAS DE UN INVERNADERO DEL CAMPUS SALACHE”**, los señores **NATA RIVERA EDISSON DAVID** con el número de cedula **1804573382** y **SILVA PILAGUANO JONATHAN STALIN** con el número de cedula **172177062-4**, realizan la entrega del proyecto de titulación en el Campus Salache de la Universidad Técnica De Cotopaxi , en el pleno funcionamiento.

Atentamente

PhD. Secundino Marrero Ramírez

C.C.: 175710790-7

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por guiarme, cuidarme, protegerme cada día durante el trayecto de toda mi vida académica, a la Virgencita del Quinche que con su bendición me ha brindado la oportunidad de culminar esta etapa tan anhelada de mi vida siendo la fortaleza para salir adelante ante todas las adversidades.

A mis padres por todos sus esfuerzos, sus consejos, su ejemplo, que me han sabido brindar hasta llegar a cumplir mi meta brindándome todo ese apoyo incondicional para no renunciar a mis sueños justo cuando más los necesite.

Agradezco a la Universidad Técnica de Cotopaxi por darme la oportunidad de ser parte de tan prestigiosa institución, a mi tutor PhD. Secundino Marrero Ramírez y docentes Ing. Jessica Castillo, Ing. Rommel Suarez, Ing. Marco León quienes permitieron encaminar la realización de este presente proyecto.

Edisson

AGRADECIMIENTO

Agradezco en primer lugar a DIOS, por ser quien ilumina mi camino y me acompañado por el sendero del bien cuidándome paso a paso todos los días de mi vida.

En segundo lugar. Agradezco a mis padres, Carlos Enrique Silva y Ema Pilaguano Zurita, por ser quienes me han dado la vida y conjuntamente con mis hermanos que jamás me han abandonado. Siempre brindándome su amor, cariño y experiencia para llegar hacer una mejor persona cada día de mi vida, a mi hermano David ya que gracias a su apoyo incondicional este sueño inicio y finaliza con éxito. A mi esposa Andrea Caiza que desde el día que inicio este reto siempre estuvo ahí para ayudarme brindándome su cariño su paciencia y amor.

También agradezco a mis tías Olga y Mercedes Pilaguano que son como si segunda madre ya que siempre han estado ahí cuando las he necesitado acompañándome en cada etapa de mi vida. Por último y no menos importante agradezco a la Universidad Técnica de Cotopaxi por a verme abierto sus puertas y brindado sus enseñanzas para llegar a esta etapa de mi vida.

Jonathan

DEDICATORIA

El presente proyecto lo dedico a mi padre Patricio Nata que con su ejemplo de trabajo y constancia me ha sabido formar como una persona correcta, con ética y valores con los que me he logrado educar y llegar hasta este punto de mi vida.

A mi madre Marlene Rivera que con su profundo amor me ha sabido guiar y aconsejar inculcándome el respeto, la honestidad y la sencillez constantemente durante toda mi vida puntos que solo una madre e hijo pueden llegar a comprender.

A mi hermano menor Bryan Nata que ha sido la persona por la cual nunca debo rendirme siendo un ejemplo para sobresalir y que los sueños con esfuerzo y constancia se cumplen.

A toda mi familia, amigos, y personas por todos los consejos que me ha sabido brindar como un liento más para nunca rendirme, Mercedes, Milton, Rosario, Beatriz, Oswaldo, Kevin, Fabián, Bryan, Patricia, Yolanda.

Edisson

DEDICATORIA

El presente trabajo está dedicado a Dios ya que gracias a él he logrado concluir mi carrera.

A mis padres, Carlos Silva y Ema Pilaguano, que siempre estuvieron a mi lado brindándome su apoyo su confianza y su amor para lograr culminar todas mis metas.

A mis hermanos Carlos, David y Wladimir que junto a sus esposas e hijos siempre me han brindado el cariño y las fuerzas para seguir adelante. A mi abuelita por siempre brindarme la bendición en mis estudios y su cariño incondicional. A mis tías Olga y Mercedes por siempre aconsejarme con cariño y aprecio para luchar y esforzarme por cumplir mis metas. Al igual que al resto de mi familiares y amigos porque me han ayudado directa o indirectamente para lograr alcanzar culminar esta meta

A mí querida esposa por brindarme su apoyo y paciencia en los momentos difíciles que atravesaba acompañándome con cariño y amor todos los días de esta etapa.

Jonathan

INDICE GENERAL

1. Información básica.....	1
2. Diseño investigativo de la propuesta tecnológica.....	3
2.1. Título de la propuesta tecnológica.....	3
2.2. Tipo de propuesta alcance	3
2.3. Área del conocimiento.....	4
2.4. Sinopsis de la propuesta tecnológica.....	4
2.5. Objeto de estudio y campo de acción	4
2.5.1 Objeto de Estudio	4
2.5.2 Campo de Acción	4
2.6. Situación problemática y problema	5
2.6.1 Situación problemática.	5
2.6.2. Problema.....	6
2.7. Hipótesis.....	7
2.8. Objetivos	7
2.8.1 Objetivo general.	7
2.8.2 Objetivos específicos.....	7
2.9 Descripción de las actividades y tareas propuestas con los objetivos establecidos....	7
3. Marco teórico.....	9
3.1 Marco referencial.....	9
3.1.1 Sistemas de control.....	12
3.1.2 Modelos de CFD.....	12
3.1.3 Los PCM.....	13
3.1.4 Sistema de combustión del biogás.....	13
3.1.5 Sistema anti-helada.....	13
3.1.6 Refrigeración por evaporación de agua.	14
3.2. Marco teórico.....	14
3.2.1 Concepto de invernadero.	14
3.2.2 Clasificación de invernaderos.....	14
3.2.3 Tipos de invernaderos.....	15
3.2.4 Invernadero asimétrico	16

3.2.5 Variables a controlar en un invernadero.....	17
3.2.6 Temperatura.....	17
3.2.7 Humedad.....	17
3.2.8 Sistema de riego para invernaderos	17
3.2.9 Riego por goteo	17
3.2.10 Riego por Cintas de exudación.....	18
3.2.11 Sistema de refrigeración.	19
3.2.12 Función de la ventilación.....	19
3.2.13 Ventilación natural.	19
3.2.14 Ventilación forzada.....	19
3.2.15 Tipos de ventanas.	20
3.2.16 Ventilación cenital.....	20
3.2.17 Ventilación lateral.....	21
3.2.18 Sensor de temperatura termocupla tipo J y K.....	21
3.2.19 PLC S7- 1200	21
3.2.20 Módulo de señales de termopar (SM 1231 AI 4 x 16 bits TC)	23
4. METODOLOGIA.....	24
4.1. Tipo de investigación	24
4.2. Métodos de investigación	25
4.2.1. Método Analítico.....	25
4.2.2. Método de medición	25
4.3. Técnicas e instrumentación	25
4.3.1 Lectura comprensiva.	26
4.3.2 Software.....	26
4.3.3 Arduino.....	26
4.3.4 TIA Portal.....	26
4.3.4 HMI	26
4.3.5 Equipos. -.....	26
4.3.6 Multímetro.....	26
4.3.7 Motores. -	26
4.3.8 Sensores. -.....	26
4.3.9 Análisis.....	27

4.3.10 Metodología realizada	27
5. Análisis y discusión de resultados	27
5.1 Toma de datos con las cortinas del invernadero hacia abajo.....	27
5.1.1 Curva media temperatura interna y externa cortinas abajo	28
5.1.2 Datos de temperatura externa	28
5.1.3 Datos temperatura interna.....	29
5.2 Toma de datos con las ventanas del invernadero hacia arriba.....	29
5.2.1. Curva media de temperatura interna y externa cortinas hacia arriba	30
5.2.2 Datos de temperatura externa	30
5.2.3 Datos de temperatura interna.....	31
5.3 Toma de datos con las ventanas del invernadero hacia arriba con extractor de aire	31
5.3.1 Curva media de temperatura interna y externa ventanas del invernadero hacia arriba con extractor de aire	32
5.3.2 Datos de temperatura externa	32
5.3.3. Datos de la curva media temperatura interna	33
5.4 Relación entre temperatura- humedad.....	33
5.4.1 Caso 1	33
5.4.2 Caso 2	34
5.4.3 Caso 3	35
5.5 Comparaciones entre los diferentes casos	35
5.5.1 Comparación de la toma de datos caso 1- caso 2	35
5.5.2 Comparación de la toma de datos caso 2- caso 3	36
5.5.3 Comparación de la toma de datos caso 1- caso 3	38
5.5.4 Conclusión.....	39
5.6 Diagrama de bloques	40
5.6.1 Diagrama de bloques del sensor termocupla tipo k.....	40
5.6.2 Diagrama de bloques del sistema de temperatura	42
5.7 Rango de temperatura.....	42
5.8 Rango de humedad	43
5.9 Montado de estructuras para soporte del motor para elevar persianas	43
5.9.1 Dimensión de las persianas destinado para la ventilación natural.....	44
5.9.2 Peso de las persianas.....	45

5.9.3 Acoplamiento del motor conjunto con el tubo de la persiana	45
5.9.4 Instalación de la persiana para la ventilación del invernadero	46
5.9.5 Comprobación mecánica del motor – persiana.....	47
5.9.6 Comprobación de la parte eléctrica	47
5.10 Instalación del sensor termocupla tipo k dentro del invernadero	48
5.11 Pantalla HMI	48
5.11.1 Instalación del sistema de control.....	49
5.12 Programación en TIA PORTAL.....	50
5.12.1Funcionamiento del programa	50
6. Presupuesto y análisis de impactos	51
6.1 Presupuesto.....	51
6.1.1 Gastos directos (material y equipos eléctricos)	51
6.1.2 Gastos directos (materiales y equipos mecánicos)	53
6.1.3 Gastos indirectos	53
6.2 Análisis de impactos.....	54
6.2.1 Impactos prácticos	54
6.2.2 Impactos técnicos	54
6.2.3 Impactos sociales.....	54
6.2.4 Impacto ambiental	54
7.1 Conclusiones.....	55
7.2 Recomendaciones	55
8. Bibliografía.....	56

INDICE DE FIGURAS

Figura. 3. 1 Sistema de parámetros físicos de control.....	10
Figura. 3. 2 Sistema de distribución de calor	14
Figura. 3. 3 Invernadero asimétrico.....	16
Figura. 3. 4 Cinta de exudación.....	18
Figura. 3. 5 Invernadero Multi-túnel con ventilación cenital	20
Figura. 3. 6 Ventilación lateral	21
Figura. 3. 7 PLC S7-1200.....	22
Figura. 3. 8 Diagrama de alimentación y conexión CPU	23
Figura. 3. 9 Especificaciones generales (SM 1231 AI 4 x 16 bits TC).....	24
Figura 5. 1 Visualización grafica temperatura interna y externa.....	28
Figura 5. 2 Visualización grafica temperatura interna y externa.....	30
Figura 5. 3 Visualización grafica temperatura interna y externa.....	32
Figura 5. 4 Visualización grafica cortinas abajo temperatura-humedad	34
Figura 5. 5 Visualización grafica arriba temperatura-humedad	34
Figura 5. 6 Visualización grafica cortina arriba y extractor temperatura-humedad.....	35
Figura 5. 7 Comparación de temperatura caso 1 y 2	36
Figura 5. 8 Comparación de humedad caso 1 y 2.....	36
Figura 5. 9 Comparación de temperatura caso 2 y 3	37
Figura 5. 10 Comparación de humedad caso 2 y 3.....	38
Figura 5. 11 Comparación de temperatura caso 1 y 3	39
Figura 5. 12 Comparación de humedad caso 1 y 3.....	39
Figura 5. 13 Diagrama de bloque del sistema del sensor termocupla tipo k	41
Figura 5. 14 Montaje de las estructuras.....	43
Figura 5. 15 Vista posterior de la estructura e invernadero.....	44
Figura 5. 16 Diseño de las persianas plásticas de las ventanas laterales	44
Figura 5. 17 Persiana exterior cerrada	45
Figura 5. 18 Perforación de la estructura metálica del invernadero	46
Figura 5. 19 Vista lateral de las chumaceras acopladas con el tubo metálico	46
Figura 5. 20 Modificación al diseño actual del invernadero	47
Figura 5. 21 Acoplamiento de motores	47
Figura 5. 22 Realización de la sincronización de motores	48
Figura 5. 23 Ubicación de la termocupla tipo k	48
Figura 5. 24 Control para el usuario	49
Figura 5. 25 Sistema de control de temperatura	50

INDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Descripción las actividades y tareas planteados con los objetivos.....	7
Tabla 3. 1 Características del módulo de señales de termopar.....	24
Tabla 5. 1 Rango de temperatura externos cortinas abajo.....	28
Tabla 5. 2 Datos de temperatura internos cortinas abajo.....	29
Tabla 5. 3 Datos de temperatura externos cortinas arriba	30
Tabla 5. 4 Datos de temperatura internos cortinas arriba	31
Tabla 5. 5 Datos de temperatura externos cortinas arriba y extractor de aire	32
Tabla 5. 6 Datos de temperatura internos cortinas arriba y extractor de aire	33

UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS E LA INGENIERIA Y APLICADA

TITULO: “IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MONITOREO, REGISTRO Y CONTROL DE TEMPERATURA PARA CULTIVOS DE SEMILLAS DE UN INVERNADERO DEL CAMPUS SALACHE”.

Autores:

NATA RIVERA EDISSON DAVID
SILVA PILAGUANO JONATHAN STALIN

RESUMEN

La implementación de un sistema de monitoreo, registro y control de temperatura para cultivos de semillas del invernadero del campus Salache se desarrolló con el fin de establecer un rango óptimo de la variable física de temperatura entre 18°C y 30°C, siendo estas las condiciones adecuadas para un correcto desarrollo de cultivos de semillas. El sistema de automatización se lleva a cabo mediante un sistemas eléctrico y electrónico controlando la variante de interés permitiendo el monitoreo de forma rápida y precisa de acuerdo al comportamiento que puede presentar durante la recopilación de los datos provenientes del sensor ubicado en la parte superior del invernadero, permitiendo al usuario un fácil manejo del sistema y obtención de medidas reales almacenadas en la base de datos. El sistema se encuentra conformado por un sensor termocupla tipo k y dos motores con una potencia de 0.80 HP ubicados al final de cada extremo del invernadero, estos permiten obtener un flujo de temple adecuado reduciendo considerablemente las altas temperaturas que pueden ser nocivas durante el proceso de germinación, de acuerdo a la temperatura de origen esta se encuentra dentro de los 41°C por lo tanto la activación de las ventanas laterales se realizaran a partir de una temperatura de 18°C disminuyendo considerablemente un 6%, eventualmente si la temperatura no desciende la activación del extractor de aire se efectuará durante una temperatura de 31°C aproximadamente disminuyendo notablemente en un 11%, simultáneamente si la temperatura no decrece en este punto se procede la activación del proceso de nebulización durante una temperatura de los 35°C disminuyendo hasta alcanzar los rangos de temperaturas iniciales preestablecidos, con la ejecución del sistema se pretende proporcionar correcto desarrollo del cultivo de semillas de granos andinos.

Palabras clave: temperatura, termocupla, motores, invernadero.

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI

FACULTY OF ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES.

THEME:"IMPLEMENTATION OF A SYSTEM OF MONITORING, RECORDING AND TEMPERATURE CONTROL FOR SEED CROPS OF A GREENHOUSE OF THE SALACHE CAMPUS".

Authors:

NATA RIVERA EDISSON DAVID
SILVA PILAGUANO JONATHAN STALIN

ABSTRACT

Implementation of a system for monitoring, recording and temperature control for seed crops of a greenhouse of the campus Salache developed in order to establish an optimal range of the physical temperature variable between 18°C and 30°C, being are the right conditions for the proper development of seed crops. The automation system is carried out by means of an electrical and electronic system controlling the variant of interest allowing monitoring quickly and accurately according to the behavior that may present during data collection from the sensor at the top of the greenhouse, allowing the user to easily manage the system and obtaining real measures stored in the data base. The system consists of a k-type thermocouple sensor and two motors with a power of 0.80 HP located at the end of each end of the greenhouse, these allow to obtain a proper tempering flow by considerably reducing the high temperatures which may be harmful during the germination process, according to the source temperature it is within the 41°C therefore the activation of the side windows will be carried out from a temperature of 18°C decreasing significantly a 6% ,if the temperature does not drop the air extractor activation will be performed during a temperature of 31°C,approximately decreasing by 11%, simultaneously if the temperature does not decrease at this point, activation of the misting process is carried out during a temperature of 35°C, decreasing to the preset initial temperature ranges, With the implementation of the system is intended to provide correct development of the cultivation of andean grain seeds.

Keywords: temperature, thermocouple, motors, greenhouse.



AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que: La traducción del resumen de tesis al Idioma Inglés presentado por los señores Egresados de la Carrera de **INGENIERÍA ELÉCTRICA** de la Unidad Académica de **CIENCIAS DE LA INGENIERIA Y APLICADA**, **NATA RIVERA EDISSON DAVID** y **SILVA PILAGUANO JONATHAN STALIN**, cuyo título versa “IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MONITOREO, REGISTRO Y CONTROL DE TEMPERATURA PARA CULTIVOS DE SEMILLAS DE UN INVERNADERO DEL CAMPUS SALACHE” 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, Julio del 2019

Atentamente,

Lic. María Fernanda Aguaiza
DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS
C.C.: 050345849-9



1. INFORMACIÓN BÁSICA

PROPUESTO POR:

Nata Rivera Edison David

Silva Pilaguano Jonathan Stalin

TEMA APROBADO:

Implementación de un sistema de monitoreo, registro y control de temperatura para cultivos de semillas de un invernadero del campus Salache.

Carrera.

Ingeniería Eléctrica

DIRECTOR DEL PROYECTO DE TITULACIÓN:

PhD. Secundino Marrero.

EQUIPO DE TRABAJO:

Tutor

Nombres:	Secundino
Apellidos:	Marrero Ramírez
Nacionalidad:	Cubano
Fecha de nacimiento:	3 de Marzo 1957
Estado Civil:	Casado
Numero de Cedula:	175710790-7
Dirección:	Latacunga, Conjunto habitacional “Los Arupos”
E-mail:	secundino.marrero@utc.edu.ec
Teléfono Celular:	0987647713

Estudiante 1:

Nombres: Edison David
Apellidos: Nata Rivera
Lugar y fecha de nacimiento. Ambato, 9 de septiembre de 1994
Estado Civil: Soltero
Numero de Cedula: 1804573382
Dirección: Tungurahua, Ambato, parroquia Atahualpa
Teléfono: 0984849615
e-mail deyvide9@hotmail.com.ar
Estudios realizados
Primaria: Cesar Augusto “Salazar “
Secundaria: Colegio Técnico “ATAHUALPA “

Estudiante 2:

Nombres: Jonathan Stalin
Apellidos: Silva Pilaguano
Lugar y fecha de nacimiento: Quito, 26 de junio de 1992
Estado Civil: Casado
Numero de Cedula: 172177062-4
Dirección: Quito, sector la ecuatoriana, ciudadela del ejército.
Teléfono: 0979185494
e-mail: e sstalin129504@gmail.com
Estudios realizados
Primaria: Escuela fiscal mixta “Selfina Castro”.
Secundaria: Instituto Tecnológico Superior Sucre.

LUGAR DE EJECUCIÓN

Barrió Salache Bajo, Parroquia Eloy Alfaro, Cantón Latacunga, Provincia de Cotopaxi,
Universidad Técnica de Cotopaxi Campus Salache.

TIEMPO DE DURACIÓN DEL PROYECTO:

Marzo - Agosto 2019

FECHA DE ENTREGA:

29 de julio del 2019

LÍNEA(S) Y SUBLINEAS DE INVESTIGACIÓN

Energías Alternativas y Renovables, Eficiencia Energética y Protección Ambiental. Control y Optimización en el uso de la Energía del sector Industrial, Comercial y Residencial.

TIPO DE PROPUESTA TECNOLÓGICA:

Se pretende desarrollar una propuesta tecnológica en la cual a través de un módulo de control y monitoreo, el usuario pueda ser capaz de manipular la variable de temperatura, logrando así mantener entre los rangos admisibles para la germinación de la semilla. La característica principal es la tecnología que se utilizara, siendo estos unos controladores automáticos y registradores de datos, en el cual el usuario solamente debe ingresar los niveles de temperatura y humedad que necesiten.

2. DISEÑO INVESTIGATIVO DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA

2.1. TÍTULO DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA

Implementación de un sistema de monitoreo, registro y control de temperatura para cultivos de semillas de un invernadero del Campus Salache.

2.2. TIPO DE PROPUESTA ALCANCE

- a) Multipropósito:
- b) Interdisciplinar:
- c) Emprendimiento:
- d) Productivo:

- e) Desarrollo: **X**
- f) Integrador:

2.3. ÁREA DEL CONOCIMIENTO

07 Ingeniería, Industria y Construcción	071 Ingeniería y Profesiones Afines	0713 Electricidad y Energía
---	-------------------------------------	-----------------------------

2.4. SINOPSIS DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA

La siguiente Propuesta Tecnológica está enfocada a las necesidades que presentan los agricultores que se encuentran ubicados en el barrio Salache Bajo, parroquia Eloy Alfaro, cantón Latacunga, debido a las extremas condiciones climatológicas que allí se registran, ocasionando que las semillas que se encuentran en proceso de germinación se llegan a deteriorar, por dicho motivo se propone la implementación de un sistema de monitoreo, registro y control de temperatura, el cual cumpla con la posibilidad de controlar la variable de temperatura dependiendo el tipo de semilla que entre en germinación.

Con la implementación del sistema de control de temperatura en el invernadero el usuario podrá definir el rango de temperatura óptimo para germinar las semillas, el cual se encuentra entre 18 °C como límite mínimo hasta los 30 °C como límite máximo, este sistema obtendrá una optimización adecuada en la producción de sus cultivos, ya que mantendrá una temperatura dentro de los rangos admisibles que la semilla necesita para su correcto desarrollo de germinación.

El sistema será capaz de recolectar datos de temperatura mediante sensores ubicados dentro del invernadero los cuales captan la temperatura en la que se encuentra, estableciendo cuál es la acción que se debe ejecutar para mantener los niveles adecuados dentro del rango óptimo para las semillas, este proceso se obtendrá mediante la activación de las ventanas laterales o la activación de un sistema de ventilación forzada.

2.5. OBJETO DE ESTUDIO Y CAMPO DE ACCIÓN

2.5.1 Objeto de Estudio

El Invernadero destinado para el cultivo de granos Andinos.

2.5.2 Campo de Acción

Universidad Técnica de Cotopaxi Campus Salache.

2.6. SITUACIÓN PROBLEMÁTICA Y PROBLEMA

2.6.1 Situación problemática.

La agricultura moderna está sujeta a regulaciones en términos de calidad e impacto ambiental, donde las aplicaciones de técnicas de control tienden considerablemente a elevarse durante los últimos años. Debido a esto es que se desea implementar un sistema de control de temperatura para así tener una regulación en el invernadero y mantener a las semillas con las condiciones óptimas para su desarrollo dentro del ámbito agrícola.

El principal problema del invernadero que se encuentra ubicado en el Campus Salache de la Universidad Técnica de Cotopaxi dedicado al cultivo de semillas y granos andinos, es la variación de temperatura que llega a obtener en días de gran exposición solar y en épocas de invierno, el cual no posee una regulación adecuada de temperatura que es indispensable para desencadenar el proceso óptimo del crecimiento de las semillas.

En términos generales las semillas requieren una temperatura que varía desde los 18 °C como límite mínimo hasta los 30 °C como límite máximo , donde si la temperatura tiende a exceder de los límites elevados las semillas proceden a propagar enfermedades, caso contrario si la temperatura llega a su límite mínimo las semillas tienden a dañarse o descomponerse eventualmente, el invernadero requiere una humedad relativa que varía desde el 40 a 60%, debido a ello es necesario un invernadero que permita la ventilación adecuada, ya que en días calurosos o muy fríos la temperatura desciende o aumenta provocando que la semilla no se desarrolle correctamente o incluso entre en un periodo de descomposición.

Para un correcto desarrollo de las semillas, estas deben estar expuestas a una relación adecuada entre la humedad y la temperatura ya que estas son las principales variantes que afectan su crecimiento, si una de estas está por debajo o encima de los límites necesarios para el desarrollo provocaría pérdidas en la producción de semillas, y el tiempo e inversión económica para el agricultor.

Para resolver este problema se propone la creación de un sistema de control automático mediante el accionamiento de apertura de un sistema de ventilación conjuntamente con la activación del sistema de riego si la humedad del suelo si así lo permite, integrando una interfaz gráfica para la fácil operación y monitoreo de dichos parámetros de temperatura necesarios para el crecimiento de las semillas y de tal manera que se pueda disminuir el personal a cargo de este tipo de mantenimiento.

2.6.2. Problema.

El problema del presente trabajo es la falta de un sistema de monitoreo de la temperatura en el invernadero del campus de Salache de la Universidad Técnica de Cotopaxi, los cuales varían entre los niveles óptimos de temperatura, desde los 18 °C como límite mínimo hasta los 30 °C como límite máximo que las semillas necesitan para desencadenar su correcto desarrollo con relación a la información establecida por parte del Ing. Agrónomo Marco Rivera encargado del invernadero de granos andinos.

El invernadero del Campus de Salache de la Universidad Técnica de Cotopaxi se lo utiliza para el cultivo de diversas semillas de granos andino como, por ejemplo: chochos, quinua, amaranto, habas, papas etc. Donde para su correcto desarrollo deben estar dentro de un ambiente con una temperatura entre los 18 a 30° C, con una humedad que varía entre los 40 a 60%.

Como se sabe el invernadero dispone de un sistema de control de humedad, el cual cuenta con sensores Fc-28 ubicados dentro de los recipientes de las semillas que determinan los niveles de humedad, debido a que el invernadero no tiene un sistema de control de temperatura adecuado provocando que la relación entre humedad y temperatura varíe ocasionando un ambiente desfavorable para el crecimiento de la semilla. Si la temperatura varía fuera de los límites necesarios provocaría que la humedad se mantenga por más tiempo o seque muy pronto lo que ocasiona que las semillas se deterioren.

El cultivo bajo invernadero siempre ha permitido obtener producciones en cualquier época del año, a la vez que permiten alargar el ciclo de cultivo permitiendo producir en las épocas del año más difíciles, esto incrementa el valor de los productos y permite que el agricultor centrado dentro del cultivo de semillas pueda invertir en tecnologías mejorando la estructura del invernadero, es decir, en los sistemas de riego localizado, y los sistemas de gestión de temperatura, gestión de humedad que se pueden ver reflejados posteriormente en una mejora de los rendimientos y de la calidad del producto final.

En base a estos parámetros establecidos se propone la implementación de un sistema de control automático de temperatura el cual detecta los niveles adecuados para las semillas, en caso de que llegue al límite éste accionará un sistema de ventilación mediante la apertura de una ventana ubicada en el invernadero, detectando los niveles de humedad y en caso de faltar

se activará el sistema de riego lo que permitirá mantener un ambiente óptimo de temperatura y humedad para que el cultivo de las semillas sea la más adecuada para su desarrollo.

2.7. HIPÓTESIS

La implementación del módulo de monitoreo, registro y control de temperatura en el invernadero del campus Salache permitirá realizar la comprobación concisa de esta durante el proceso de la germinación adecuada de las semillas.

2.8. OBJETIVOS.

2.8.1 Objetivo general.

Implementar un sistema de monitoreo, registro y control de temperatura para cultivos de semillas de un invernadero del campus Salache”.

2.8.2 Objetivos específicos.

- Realizar una investigación mediante fuentes bibliográficas referente a la automatización y control de temperatura dentro del invernadero.
- Diseñar un sistema de monitoreo y control automático de temperatura el cual permitirá el accionamiento de un sistema de ventilación.
- Implementar el sistema de monitoreo y control de temperatura en el invernadero para mantener un rango preestablecido.
- Realizar un manual, registro y evaluación del comportamiento entre la relación de humedad y temperatura del invernadero mediante un sistema de sensores.

2.9 DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES Y TAREAS PROPUESTAS CON LOS OBJETIVOS ESTABLECIDOS

Tabla 2.1 Descripción las actividades y tareas planteados con los objetivos

Objetivos específicos	Actividad	Resultados de la actividad	Verificación
Realizar una investigación mediante fuentes bibliográficas referente a la automatización y	Recopilación de información en libros, revistas, tesis, etc. Sobre automatización	Establecer los fundamentos técnicos y ambientales que se necesitan para el desarrollo del	Información adquirida.

control de temperatura dentro del invernadero.	Analizar las variables para que entren en el control de temperatura en invernaderos.	proyecto.	
Diseñar un sistema de monitoreo y control automático de temperatura el cual permitirá el accionamiento de un sistema de ventilación.	Usar el programa TIA PORTAL para la programación del control. Adquirir los sensores, y equipos eléctricos para el diseño.	Programación en TIA PORTAL Planos de instalación. Adquisición de los equipos a utilizar.	Compilación del programa de control.
Implementar el sistema de monitoreo y control de temperatura en el invernadero.	Instalar los sensores y equipos de monitoreo y control así como los actuadores para la apertura de la ventilación	Instalación del sistema de control automático del sistema de ventilación.	Correcto funcionamientos de cada elemento y equipos a utilizar.
Realizar un registro y evaluación del comportamiento entre la relación de humedad y temperatura del invernadero mediante un sistema de sensores.	Evaluar los niveles de temperatura y humedad dentro de las condiciones ambientales establecidas.	Controlar que los niveles de temperatura y humedad permanezcan dentro de los límites establecidos.	Registro con la adquisición de datos y accionamiento del sistema de ventilación.

3. MARCO TEÓRICO

3.1 Marco referencial

En el año 2012 en la ciudad de Riobamba se encuentra la implementado del sistema del control de temperatura para el cultivo de invernadero establecido que nos permite analizar el diseño e instauración de un sistema automatizado que establece el control de riego con la capacidad de configurar las variables de temperatura, humedad y ferti-riego que son necesariamente relevantes dentro del control óptimo de temperatura [1].

El proyecto implementado en el año 2016 establece un enfoque específico dentro del monitoreo y control de temperatura que se lo puede realizar mediante administración del protocolo simple de administración de red (SNMP). Es decir, que se puede presentar opciones de datos mediante red inalámbrica y escoger el software que envía señales en presencia de señales de cambios bruscos dentro de la climatización [2].

La realización del trabajo de implementación de monitoreo y control establecido en el año 2017 hace referencia que, el mando automático se lo puede realizar mediante la utilización del internet de las mismas cosas adaptando diferentes sensores y actuadores que permiten la optimización de los recursos al máximo [3].

En el año 2011 la idea específica de controlar las variables de control y temperatura se enfoca en proporcionar un sistema anti-helas interesante que interviene con un sistema HMI Scada muy eficiente que brinda comunicación con los dispositivos de campo controlando los procesos de forma automática desde la pantalla de un ordenador de forma eficiente [4].

Dentro del trabajo de implementación de sistema de riego para el cultivo de invernadero establecido proporciona la información sobre el caudal de agua que requiere el invernadero para definir la cantidad que una planta debe absorber del suelo dependiendo del estado de desarrollo y tamaño, como también de la capacidad de campo y punto de marchitez en el que se encuentra el cultivo, así como de las condiciones ambientales del invernadero [5].

La climatización dentro de los periodos fríos cumplen una función importante dentro del desarrollo de las semillas por lo cual es necesario realizar una climatización eficiente durante los periodos de baja temperatura, en el que existen varios tipos sistemas para calentar y mantener la temperatura en el interior de un invernadero [6].

Dentro del sistema destinado para el control climático del invernadero es necesario establecer el sistema físico como se muestra en la Figura 3.1, donde se consideran los parámetros superficiales de control de modo que involucra la radiación solar y el aire, el cual traslada la temperatura y humedad externa que perjudica la temperatura y humedad interna [7].

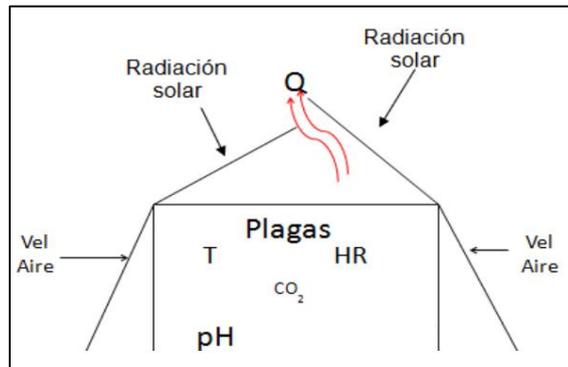


Figura. 3. 1 Sistema de parámetros físicos de control.

Fuente: [7].

Para una óptima eficiencia climática dentro del invernadero es necesario censar la temperatura para la actuación de los diferentes parámetros establecidos con relación a la obtención de una correcta germinación y crecimiento vegetativo adecuado a través del proceso fotosintético en donde la temperatura es el principal factor que influye en su desarrollo.

Para la realización del monitoreo y control de la temperatura tenemos establecido un diagrama de bloques el cual permite establecer la comunicación inalámbrica del correcto funcionamiento del sistema de control adecuado dentro el invernadero [8].

El sistema de control de la temperatura tiene como una opción para mantener el nivel adecuado a través de la apertura o cierre de las ventanas laterales del invernadero, con el fin de obtener una notable variación de temperatura [9].

La realización del control de la temperatura se lo puede establecer a través de los sensores de temperatura LM35 el cual realiza el censo con una precisión calibra del 1° C y un rango que abarca desde -55°C hasta +150°C. La salida del LM35 es lineal y equivale a los 10 mv/°C [10].

Por lo tanto, se establece que:

- +1500mV = 150°C

- $+250\text{mV} = 25^{\circ}\text{C}$
- $-550\text{mV} = -55^{\circ}\text{C}$

El avance de la tecnología permite obtener nuevos medios de control a través de los sistemas Scada proporcionando la utilización de computadoras y tecnología de comunicación para automatización del monitoreo y los diferentes procesos industriales en donde este tipo de sistemas se puede implementar dentro del control y monitoreo de la temperatura de un invernadero para una adecuada climatización interna. Los sistemas Scadas proporcionan características de control de lazo abierto, la comunicación puede ser vía red aérea local (LAN) y sistema de control distribuido (DCS) [11].

Datos principales:

- Datos analógicos
- Datos digitales
- Datos de pulso

El control de temperatura se lo puede realizar mediante la utilización de la plataforma de desarrollo libre arduino, para la comunicación de esta plataforma se establece realizar mediante el uso de una línea de internet o a su vez empleando una red de Ethernet de área local, para el funcionamiento del sistema [12].

Los sensores y actuadores se comunican mediante conexión a las entradas y salidas de la placa del arduino, en este caso se utiliza un sensor DHT11 para la adquisición de datos de las variables de temperatura y humedad dentro del invernadero.

El esquema de programación del arduino está compuesto por cuatro módulos que se enfocan en diferentes procesos, de los cuales tres de estos se ejecutan infinitamente.

- Inicialización
- Lectura de sensores
- Recepción de órdenes
- Ejecución de órdenes

El servidor con el cual se trabaje será responsable de responder a las peticiones mediante HTTP proveniente de la página web y así evalúa las condiciones de las variables de encendido

o apagado del sistema de riego, de esta manera envía las órdenes a través de un código PHP al arduino para así activar o desactivar los mecanismos de riego. De igual manera se ejecutará las lecturas, recepción y órdenes que encenderán o apagarán los mecanismos de control de temperatura.

Al realizar la instalación de los mecanismos que conforman el sistema de climatización además de sus características y componentes, detallan que existen 4 divisiones en dicho sistema [13].

Los sistemas son:

- Sistema de ventilación superior
- Sistema de ventilación lateral y frontal
- Sistema de ventilación forzada
- Sistema de nebulización

3.1.1 Sistemas de control

El control ambiental dentro de los invernaderos, es necesario que se modelen de acuerdo al comportamiento del clima teniendo en cuenta los diferentes tipos de sistemas de calefacción o refrigeración, así como los diversos factores que intervienen en el invernadero. La modelación de ventilación del invernadero es esencial del control del clima, ya que toda acción sobre el nivel de apertura de la ventana modifica a la vez varias variables de salida (temperatura, humedad relativa y concentración en CO₂ del aire) [14].

3.1.2 Modelos de CFD

La dinámica de fluidos computacional son unas de las ramas de la mecánica de fluidos que usa métodos numéricos y algorítmicos para estudiar y analizar problemas que involucran fluidos en movimiento, empleando computadores de gran capacidad de desarrollo, equipados con software capaces de realizar millones de cálculos para simular la interacción de líquidos y gases en unas condiciones de contorno generalmente definidas por el usuario, estos casos de estudios involucran las ecuaciones de Navier-Stokes. Adicionalmente los casos estudiados pueden contener procesos de transferencia de calor y masa e incluso otras (reacciones químicas) [15].

3.1.3 Los PCM

Los materiales de cambio de fase se están empleando con gran efectividad en los últimos años: en el transporte de alimentos, en la climatización, en la construcción y en el aprovechamiento del frío gratis y del enfriamiento evaporativo. Se caracterizan, por permitir almacenar gran cantidad de calor o de frío, a una temperatura determinada, en poco volumen, por tiempo indefinido. Son ideales para aplicaciones de recuperación de energías térmicas y en el aprovechamiento de energías renovables muy variables en el tiempo, la solar es sin duda una de ellas [16].

3.1.4 Sistema de combustión del biogás

Los diferentes sistemas de control del clima de un invernadero se establecen de acuerdo a la semilla o vegetal a sembrar, para esto es necesario hacer la distribución de la red eléctrica, ya que es la fuente de alimentación para los sistemas de calefacción y ventilación, riego, control y comunicación [17].

3.1.5 Sistema anti-helada

Este sistema implementado monitorea y controla los niveles de las siguientes variables físicas: temperatura, CO₂, e iluminación. Estas variables son monitoreadas a través de sensores, los cuales transmiten los niveles de dichas variables físicas hacia el PLC y son presentadas en la HMI [18].

El control de temperatura se lo hace a través de un calefactor como podemos observar en la Figura 3.2, este utiliza gas metano controlado mediante electroválvulas, para proceder a encender el gas y activa un módulo el cual activará la electroválvula que permitirá pasar el gas y a su vez generará una chispa para encender el calefactor. Si en un tiempo de 3 segundos este no enciende el modulo desactivará la electroválvula, cortando el suministro de gas y así evitando posibles accidentes. Este calefactor se encuentra en una caja herméticamente sellada para no perder calor, colocada a una altura de 2.5 metros referente al piso del invernadero.



Figura. 3. 2 Sistema de distribución de calor

Fuente: [18]

3.1.6 Refrigeración por evaporación de agua.

Consiste en distribuir en el aire un gran número de partículas de agua de tamaño próximo a 10 micras. Debido al escaso tamaño de éstas, su velocidad de caída es muy pequeña, por lo que permanecen suspendidas en el aire del invernadero, el tiempo suficiente para sólo mojar ligeramente a los cultivos [19].

3.2. Marco teórico

3.2.1 Concepto de invernadero.

Los invernaderos son estructuras de diversas formas y tamaños, que tienen la capacidad de generar en su interior condiciones climáticas de temperatura y humedad ideales para cualquier cultivo en las diferentes estaciones del año, o en sectores donde las condiciones climáticas son adversas [20].

La forma en que los invernaderos funcionan es sencilla, debido al plástico o vidrio que los recubre, tiene la capacidad de retener de mejor forma el calor en su interior. Por lo tanto, las plantas que no toleran el frío o mucha agua de lluvia, pueden ser cultivadas en un invernadero, el cual tiene la capacidad de generar un pequeño microclima [21].

3.2.2 Clasificación de invernaderos.

Los invernaderos se pueden clasificar de distintas formas, según se atiende a determinadas características de sus elementos constructivos (por su perfil externo, según su fijación o movilidad, por el material de cubierta, según el material de la estructura, etc.).

La elección de un tipo de invernadero está en función de una serie de factores o aspectos técnicos:

- **Tipo de suelo.** Se deben elegir suelos con buen drenaje y de alta calidad, aunque con los sistemas modernos de ferti-riego es posible utilizar suelos pobres con buen drenaje o sustratos artificiales.
- **Topografía.** Son preferibles lugares con pequeña pendiente orientados de norte a sur.
- **Vientos.** Se tomarán en cuenta la dirección, intensidad y velocidad de los vientos dominantes.
- Exigencias bioclimáticas de la especie en cultivo.

Características climáticas de la zona o del área geográfica donde vaya a construirse el invernadero

- Disponibilidad de mano de obra (factor humano)
- Imperativos económicos locales (mercado y comercialización) [22].

3.2.3 Tipos de invernaderos.

Puede intentarse una clasificación según diferentes criterios (por ej., materiales para la construcción, tipo de material de cobertura característica, características de la techumbre, etc.), no obstante, se prefiere enumerar los más importantes obviando algunas características para su clasificación.

Dentro de los tipos de invernaderos más comunes en el mundo se encuentran:

- Invernadero Túnel.
- Invernadero asimétrico, o tropical.
- Invernadero Capilla (a dos aguas).
- Invernadero en diente de sierra.
- Invernadero Capilla modificado.
- Invernadero con techumbre curva.
- Invernadero tipo Parral o Almeriense.
- Invernadero Holandés.

El invernadero del campus de salache es de tipo asimétrico por lo cual solo nos enfocaremos en su definición.

3.2.4 Invernadero asimétrico

Difiere del tipo raspa y amagado en el aumento de la superficie en la cara expuesta al sur, con objeto de aumentar su capacidad de captación de la radiación solar. Para ello el invernadero se orienta en sentido este-oeste, paralelo al recorrido aparente del sol.

La inclinación de la cubierta debe ser aquella que permita que la radiación solar incida perpendicularmente sobre la cubierta al mediodía solar durante el solsticio de invierno, época en la que el sol alcanza su punto más bajo. Este ángulo deberá ser próximo a 60° pero ocasiona grandes inconvenientes por la inestabilidad de la estructura a los fuertes vientos. Por ello se han tomado ángulos comprendidos entre los 7 y 9° C en la cara sur y entre los 15 y 23° C en la cara norte [23].

Ventajas

- Buen aprovechamiento de la luz en la época invernal.
- Elevada inercia térmica debido a su gran volumen unitario.
- Es estanco a la lluvia y al aire.
- Buena ventilación debido a su elevada altura.
- Permite la instalación de ventilación cenital a sotavento.
- Resistencia a fuertes vientos.
- Montaje rápido y sin soldaduras.

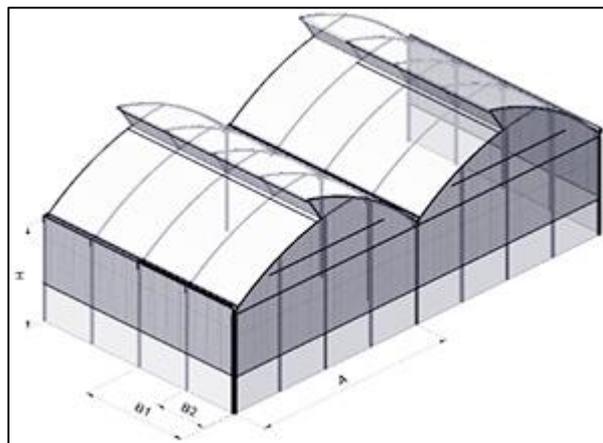


Figura. 3. 3 Invernadero asimétrico

Fuente: [23]

3.2.5 Variables a controlar en un invernadero

Los factores climáticos que afectan a la producción agrícola son: luz, temperatura, humedad, concentración de CO₂, viento y lluvia. Cuanto más control tengamos sobre ellos, el éxito y la seguridad del agricultor en su actividad productiva se verá incrementada [20].

3.2.6 Temperatura

La temperatura del aire interna del invernadero y de las propias plantas incide de manera directa sobre el proceso de la fotosíntesis, de modo que el equilibrio respiración-transpiración se ve afectada. Es por ello que, las elevadas temperaturas, hecho conocido por todos, provocan pérdidas de producción y calidad [24].

3.2.7 Humedad

A mayor temperatura se tiene un menor HR debido a que aumenta la capacidad de contener vapor de agua. Esto provoca que las plantas transpiren en exceso y llegando a deshidratarse y reduce la fertilidad. A su vez una menor temperatura provoca mayor HR, ya que las plantas reducen la transpiración y crecimiento (abortos florales y desarrollo de enfermedades). Se reduce con ventilación, aumentando la temperatura y evitando el exceso de humedad.

3.2.8 Sistema de riego para invernaderos

El agua de las instalaciones de riego en invernadero suele provenir de balsas, depósitos de almacenamiento y regulación o directamente de pozos, pasa primero a la cabeza del sistema de riego, compuesta, generalmente, por un equipo de bombeo, un equipo de filtración y un equipo de ferti-irrigación, y desde aquí es transportada por una red de tuberías de PVC y PE hasta las mesas de cultivo [25].

Los sistemas de riego que existen en invernaderos son:

- Riego por goteo
- Riego subterráneo
- Riego con cintas de exudación
- Riego con micro aspersores
- Riego con manguera
- Riego con regadera

3.2.9 Riego por goteo

Consiste en aportar agua de manera localizada justo de cada planta.

Estos pueden ser:

- Integrados en la propia tubería.
- De botón, que se pinchan en la tubería.

3.2.10 Riego por Cintas de exudación

Como podemos observar en la figura 3.4. Las cintas de exudación son tuberías de material poroso que distribuyen el agua de forma continua a través de los poros, lo que da lugar a la formación de una franja continua de humedad, que las hace muy indicadas para el riego de cultivos en línea. Humedecen una gran superficie y es especialmente interesante en suelo arenoso.



Figura. 3. 4 Cinta de exudación

Fuente: [26]

El sistema de riego es uno de los más útiles inventos que ha dado a luz el ser humano, debido a que mediante un riego automatizado se pueden volver ciertas tareas tediosas y complejas en acciones prácticas y rápidas. Cuando se desarrolla un espacio verde, además de las plantas, canteros, etc. [26].

Las ventajas que ofrecen los sistemas automatizados e informatizados son:

- Mejor gestión del agua.
- Calidad en el riego.
- Disminución de costos.

Las aportaciones de agua pueden modificarse para que se adapten a las necesidades de las especies vegetales presentes en las áreas verdes de cada ciudad, lo cual evita riegos inútiles o

insuficientes que podrían ser dañinos para las plantas. En general, el sistema garantiza una disminución global del consumo de agua entre un 30 y un 40%, independientemente del ahorro que supone el control del riego en cada zona concreta [27].

3.2.11 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. Si se emplea calefacción los aportes de energía artificial (por la calefacción) se suprime anulándola [28].

Todo el sistema de ventilación ya sean estos por ventilación natural o ventilación forzada solo puede llegar a reducir la temperatura del aire interior a los mismos valores que se encuentre el aire exterior, si el aire que es renovado tiene la misma humedad, en la mayoría de los invernaderos esto ayuda a conseguir niveles idóneos cuando la temperatura del aire exterior no es excesiva.

3.2.12 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) [28].

3.2.13 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, remplazando por aire más frío del exterior.

3.2.14 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 [29].

3.2.15 Tipos de ventanas.

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 [30].

3.2.16 Ventilación cenital.

Básicamente el montaje de la ventana cenital se rige a los siguientes pasos: Se coloca en los tubos (en su parte superior) o en los arcos unos soportes o brazos que en su extremo tienen un anillo o cojinete. A través de este anillo irá la barra de mando. Es importante que los tubos estén bien alineados, para que el giro de la barra de mando no ofrezca resistencia.

Una vez esto, se coloca el marco de la ventana, en el exterior y sobre la raspa o túnel. Se sujeta el marco mediante abrazaderas. Se introduce la barra de mando por los anillos de los brazos y las cajas piñón (donde engranarán las cremalleras) cada 2 o 2,5 metros.

Como se muestra Figura 3.5, el accionamiento de la ventana, puede ser manual (por medio de platos, cadenas, manivelas u otros sistemas) o por un motor-reductor. Pero si el objetivo último de la ventilación es la renovación de aire por el aprovechamiento de las condiciones climáticas internas y externas, todas las ventanas, tienen que ser accionadas por un motor-reductor, que a su vez será accionado por un control de clima [30].



Figura. 3. 5 Invernadero Multi-túnel con ventilación cenital

Fuente: [30].

3.2.17 Ventilación lateral

En la figura 3.6 se observa que las ventanas laterales proporcionan una forma muy efectiva de ventilar los invernaderos que son estrechos, pero no así en los más anchos. Esto se debe a que, a medida que el aire fresco que entra por la ventana lateral se mueve por el invernadero, absorbe el calor y vapor de agua, volviéndose así más húmedo y caliente y, por tanto, menos efectivo. En consecuencia, el efecto refrigerador de las ventanas laterales se restringe a las regiones próximas a los laterales del invernadero [29].



Figura. 3. 6 Ventilación lateral

Fuente: [29].

3.2.18 Sensor de temperatura termocupla tipo J y K

Para obtener los datos del proceso y efectuar el control de temperatura se ha empleado un termopar tipo K, Este sensor de temperatura es un tipo de termopar que se compone de terminales de cromel y alumen, además de mantener un rango recomendado de trabajo entre los -200 a 1250 °C y sensibilidad de 40,5 $\mu\text{V}/^\circ\text{C}$ a 25 °C. Los cuales son considerados sensores generadores o también llamados transductores, ya que producen una señal eléctrica basándose en la medición de una magnitud física. Estos dispositivos de temperatura están constituidos por la unión de los dos alambres de materiales o metales diferentes, los cuales producen una diferencia de potencial en los extremos que no se encuentran en contacto con la fuente de calor. Uno de los extremos del cable es denominado como el punto de media (punto caliente) del sensor y el otro como punto de referencia (punto frío). [31]

3.2.19 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.

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

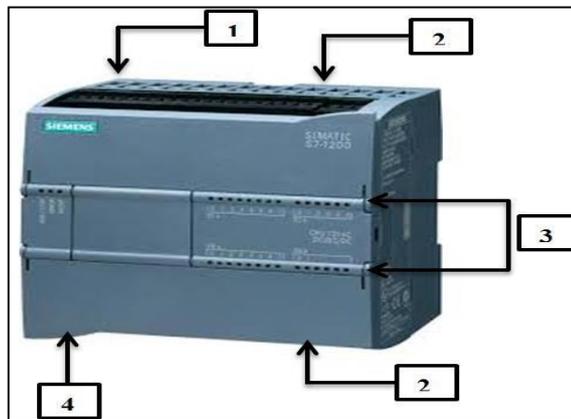


Figura. 3. 7 PLC S7-1200

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 1214C DC/DC/DC (6ES7 214-1AG31-0XB0).

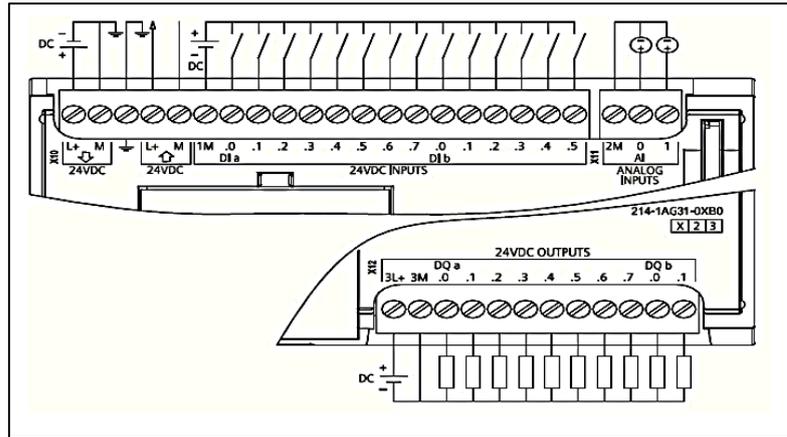


Figura. 3. 8 Diagrama de alimentación y conexión CPU

3.2.20 Módulo de señales de termopar (SM 1231 AI 4 x 16 bits TC)

Este es un módulo de señales analógicas que registra y almacena el valor real de la magnitud o variación de tensión de termopares, también llamadas termocupla, las cuales se encuentran conectadas a sus entradas. Este dispositivo es una interfaz entre los sensores y el controlador lógico programable, que ejecuta una conversión de la señal continua obtenida en el proceso a un número con una resolución determinada (16 bits), la cual es almacenada en una variable interna del PLC, para posteriormente ser empleada dentro del programa de lazo de control que posibilitará el ajuste del sistema.

Cuando un termopar es conectado al módulo, se forman dos termopares adicionales donde los dos hilos del sensor se unen al conector de señal del dispositivo, generando una tensión que se suma a la del termopar. Si no se corrige esta tensión la temperatura indicada será errónea. Por lo que para corregir esto se emplea la compensación de unión fría, que compensa el conector a cero grados centígrados, además restablece la tensión sumada por los termopares del conector, midiendo internamente la temperatura del módulo y se convierte a un valor a sumar a la conversión del sensor corregida para ser linealizada utilizando las tablas de los termopares. [31]

Para esta compensación el módulo se encuentra provisto de un micro controlador y un circuito que se basa en un termistor con un rango de medición de 0 a 55 °C, condensadores y filtros pasa bajos de segundo orden que suprimen el ruido con una frecuencia de corte de 2Hz. Esta compensación se ejecuta mediante un canal interno e independiente que servirá como compensación para otros termopares conectados a los canales del módulo.

Es importante verificar la polaridad de los pines del termopar para la conexión a la entrada de señal del módulo. A continuación, se presenta las características y especificaciones técnicas del SM 1231 AI 4 x 16 bits TC.

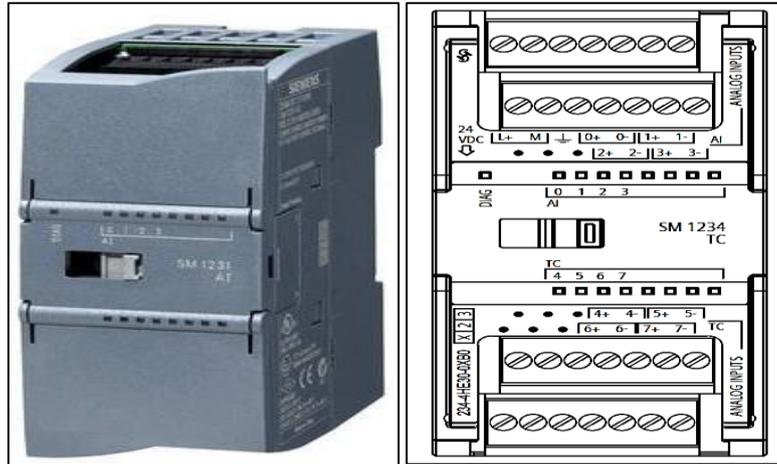


Figura. 3. 9 Especificaciones generales (SM 1231 AI 4 x 16 bits TC)

Tabla 3. 1 Características del módulo de señales de termopar (SM 1231 AI 4 x 16 bits TC)

Datos técnicos	SM 1231 AI 4 x 16 bits TC
Referencia	6ES7 231-5QD30-0XB0
Dimensiones A x A x P (mm)	45 x 100 x 75
Entradas	4
Peso	180 gramos
Alimentación	24 VDC
Resolución temperatura /tensión	0,1 °C ; 0,1 °F / Signo más (+) de 15 bits
Principio de medición	Integrador
Longitud de cable (metros)	100 metros hasta el sensor (máx.)

4. METODOLOGIA

4.1. Tipo de investigación

4.1.1 Investigación Exploratoria: en el proyecto se necesita una visita general del sitio donde se pretende establecer la elaboración del proyecto, obteniendo así las diferentes dimensiones del invernadero, los sistemas eléctricos, electrónicos y sistemas de riego ya implantados, como también se verificara el lugar adecuado donde se ubicara los motores que

elevantan las cortinas plásticas, y los sensores de temperatura, además de constatar presencialmente el problema que se persiste y que factores los ocasionan dentro del invernadero ubicado en el campus de salache.

4.1.2. Investigación Descriptiva: se definirán las variables a utilizar en el proyecto, las cuales son de humedad y temperatura, mediante estos datos se definirá los límites máximos y mínimos en los cuales deben permanecer, para así tener un diagnóstico de las variaciones que se llegan a dar en el invernadero.

4.1.3. Investigación de campo: se realizará en el campus de salache de la Universidad Técnica de Cotopaxi en el invernadero de cultivo de semillas y granos andinos, en la cual se obtendrá datos como los de humedad y temperatura, necesarios para la realización del sistema de control automatizado para el invernadero.

4.1.4. Investigación experimental: Con el manejo de los datos obtenidos de humedad y temperatura en el invernadero, se utilizarán para la realización del control automático de los mismos, dando apertura a desarrollar la programación más óptima que se pueda emplear.

4.2. Métodos de investigación

4.2.1. Método Analítico: las mediciones se realizarán usando diferentes sensores de medición de humedad y temperatura en el invernadero, por medio de la cual obtendremos una base de datos, que permitirá observar los rangos en los cuales varía los niveles de humedad y temperatura.

4.2.2. Método de medición: del proyecto se dará con los datos técnicos como niveles de humedad y temperatura, mediante la adquisición de datos en el lugar de ejecución del proyecto, además que se utilizó herramientas adecuadas como sensores de humedad, sensores de temperatura, los cuales servirán para determinar los límites en los cuales deben permanecer.

4.3. Técnicas e instrumentación

Mediante las medidas de los sensores de humedad y temperatura se puede establecer una probabilidad de los rangos mínimos y máximos que el invernadero puede llegar alcanzar, y así determinar los rangos óptimos en los cuales deben permanecer, permitiendo obtener la presión del agua a través de los nanómetros ubicados en cada uno de los canales de riego.

4.3.1 Lectura comprensiva. - Se puede llevar la interpretación y la comprensión analítica de los textos e informes ya establecidos con la información técnica y específica de medidas y datos necesarios para elaboración de los distintos parámetros que se pretende disminuir o elevar su eficiencia.

4.3.2 Software. - Los utilizados en este proyecto serán los encargados de realizar la recepción de los sensores que a su vez analizarán las variables necesarias para así enviar señales a los actuadores para que entren en funcionamiento.

4.3.3 Arduino. - Programa con el cual se realizará los comandos para los sensores, los cuales están encargados de recopilar la información de humedad y temperatura del sistema de control del invernadero.

4.3.4 TIA Portal. - Programa a través cual se realizará la programación del PLC, el cual tendrá el control de variables que permitirán la correcta comunicación entre los actuadores, para la automatización óptima del sistema.

4.3.4 HMI. - Es la interfaz hombre-máquina, la cual proporcionara la visualización de los parámetros recibidos por los sensores y a su vez permitir el accionamiento manual o automático de los actuadores del sistema.

4.3.5 Equipos. - Los equipos que se utilizaran en el proyecto son los que ayudaran a la comprobación del correcto funcionamiento de los elementos eléctricos del sistema de control.

4.3.6 Multímetro. - Se lo utilizara para comprobar los niveles de voltaje, amperios, continuidad, de los elementos del sistema de control, como el voltaje y amperaje de los motores, bombas, sensores, etc.

4.3.7 Motores. - Son utilizados para llevar una acción específica, como la del levantamiento de las ventanas laterales del invernadero, así como la activación del sistema de riego o el movimiento de las aspas de los ventiladores para el control de la temperatura.

4.3.8 Sensores. - Serán los encargados de recopilar la información entre las variaciones de humedad y temperatura, y enviárselas al PLC para que así en base a su programación determine la actuación de los sistemas de ventilación o riego.

4.3.9 Análisis. - Una vez realizadas las mediciones se logrará un análisis a cada variable del proyecto, realizando comparaciones entre los niveles óptimos y los niveles fuera de los límites y como estos afectan al crecimiento de las semillas.

4.3.10 Metodología realizada. – Para la realización de la propuesta tecnológica primeramente fue realizada la recopilación de información mediante fuentes bibliográficas, por consiguiente, se diseñó el sistema mediante simulación con el programa de TIA PORTAL, una vez realizado la simulación se procedió con la implementación del sistema de monitoreo y control de temperatura para el invernadero, finalizando con el proceso de registro y evaluación del comportamiento de temperatura y humedad dentro del invernadero.

5. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

De acuerdo al desarrollo del presente proyecto se inició con la obtención los datos simultáneos de la temperatura interna y externa del invernadero como punto de partida referencial dentro del registro, control y monitoreo de temperatura, acorde a la implementación del trabajo destinado para el cultivo de semillas de grano andinos realizado en el invernadero del campus salache de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

5.1 Toma de datos con las cortinas del invernadero hacia abajo

La temperatura interna y externa se encuentra graficada posteriormente de acuerdo a los días en los cuales se procedió al censo de temperatura con las cortinas del invernadero cerradas durante un periodo determinado donde se obtuvo temperaturas que varían de acuerdo tipo de clima en el que se encuentre.

5.1.1 Curva media temperatura interna y externa cortinas abajo

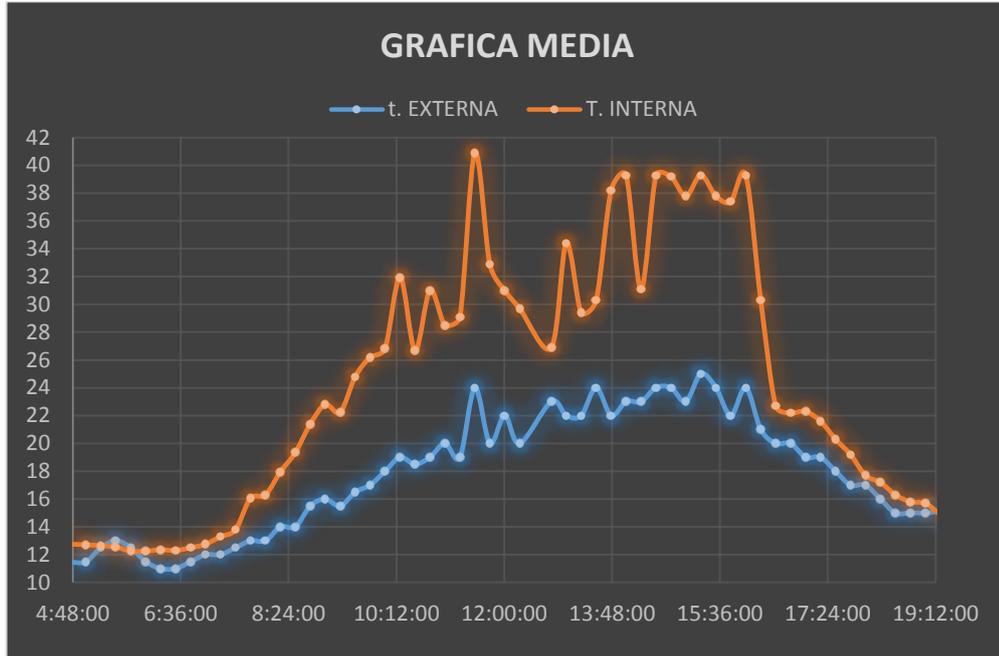


Figura 5. 1 Visualización grafica temperatura interna y externa

Las curva expuestas en la Fig. 5.1 expone la temperatura externa con respecto a la temperatura interna denotando los índices mínimos medios y picos que pueden llegar alcanzar, por lo general los datos internos se encuentran en función de los externos es decir mientras la temperatura externa tenga un elevado asenso, al interior del invernadero se obtendrá una rango mucho más elevado teniendo en cuenta que la constitución del invernadero el cual está construido de recubrimiento plástico donde hace que la concentración de calor se vaya incrementando paulatinamente. Para una mejor apreciación de la gráfica ver anexo V Figura 1.

5.1.2 Datos de temperatura externa

Tabla 5. 1 Rango de temperatura externos cortinas abajo

TEMPERATURA	°C	HORA
Temperatura	25.0° C	15:16:55
Temperatura	23.0° C	14:01:59
Temperatura	14.0° C	19:31:38
Temperatura	11.0° C	6:15:54

Como se puede verificar dentro de la toma de datos de la temperatura externa establecidos en la tabla 5.1 se tiene una temperatura que varía desde los 11.0° C hasta los 25.0° C es decir fuera del invernadero el nivel de temperatura es mínima y media, independientemente de la variación del clima se tiene un notable descenso de temperatura. Los datos de temperatura externos con las cortinas abajo de acuerdo a la hora del día ver en anexo V Tabla 1

5.1.3 Datos temperatura interna

Tabla 5. 2 Datos de temperatura internos cortinas abajo

TEMPERATURA	°C	HORA
Temperatura	41° C	11:30:33
Temperatura	37° C	15:46:53
Temperatura	18° C	8:15:45
Temperatura	12.7° C	3:31:05

La toma de datos de la temperatura interna con la cortinas hacia abajo se encuentra establecida en la Tabla 5.2 donde se tiene valores de temperatura que varían entre los 11.0° C hasta los 41.0° C no obstante se considera una alto y claro ascenso de temperatura que se puede identificar claramente que estos valores son negativos para el cultivo de semillas de granos andinos teniendo en cuenta que la temperatura óptima se debe encontrar dentro de un rango preestablecido entre los 18.0° C hasta los 30.0° C respectivamente. Los datos de temperatura internos con las cortinas abajo de acuerdo a la hora del día ver en anexo V Tabla 1.

5.2 Toma de datos con las ventanas del invernadero hacia arriba

La adquisición de datos de temperatura externa e interna es este punto permite tener una visualización del decrecimiento de la temperatura interna con un alivio de temperatura por medio de las ventanas laterales que permite al aire fluir gradualmente resultando un beneficio de acuerdo al propósito planteado en el presente proyecto.

5.2.1. Curva media de temperatura interna y externa cortinas hacia arriba

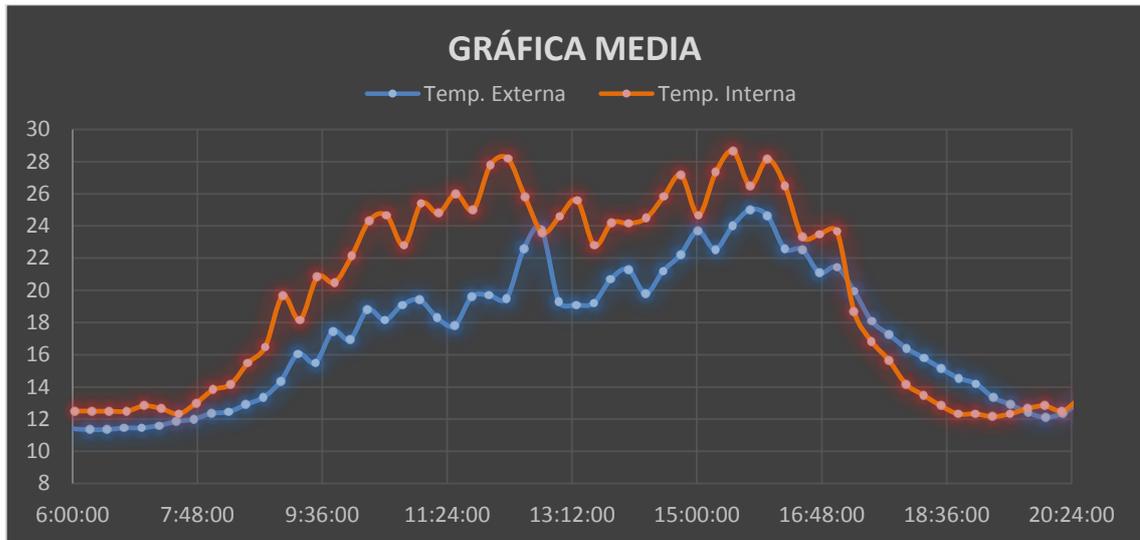


Figura 5. 2 Visualización grafica temperatura interna y externa

La grafica expuesta en la Fig.5.2 denota la temperatura externa con respecto a la temperatura interna exponiendo los índices que pueden llegar alcanzar, por lo general los datos internos en este punto son menores debido al flujo de aire que proporciona las persianas laterales con las que cuenta el invernadero. Para una mejor apreciación de la gráfica ver anexo V Figura 2.

5.2.2 Datos de temperatura externa

Tabla 5. 3 Datos de temperatura externos cortinas arriba

TEMPERATURA	° C	HORA
Temperatura	25° C	15:45:59
Temperatura	23° C	12:45:37
Temperatura	13° C	8:30:06
Temperatura	11.3° C	4:29:39

Los datos de temperatura obtenidos con las cortinas abiertas tienen una singular variación en la tabla que van desde los 10.0° C hasta los 26.0° C respectiva, con respecto a la toma de datos externos no tienen una gran diferencia ya que son datos estimados de la intemperie que son necesarios para denotar el ascenso o descenso con la temperatura interna. Los datos de temperatura externos con las cortinas arriba de acuerdo a la hora del día ver en anexo V Tabla 2.

5.2.3 Datos de temperatura interna

Tabla 5. 4 Datos de temperatura internos cortinas arriba

TEMPERATURA	°C	HORA
Temperatura	28.67° C	15:31:12
Temperatura	25.83° C	12:31:26
Temperatura	15.50° C	8:31:45
Temperatura	12.17° C	19:15:54

La toma de datos con la cortina abierta se encuentra en la tabla 5.4 anteriormente establecida donde se verifica valores más significativos que tienen una temperatura mínima que va desde los 11.0° C hacia una temperatura máxima de 35.0° C, los cuales tienen una concreta diferencia con los datos obtenidos con la temperatura interna con las cortinas cerradas siendo esta una parte fundamental para la verificar y relacionar la automatización de las persianas teniendo en cuenta la importancia de la regulación optima de la temperatura dentro del invernadero. Los datos de temperatura internos con las cortinas arriba de acuerdo a la hora del día ver en anexo. V Tabla 2.

5.3 Toma de datos con las ventanas del invernadero hacia arriba con extractor de aire

Los datos adquiridos durante esta etapa permiten tener una mejora dentro del sistema de temperatura debido al flujo de aire que proporcionan las ventanas laterales conjuntamente con el extractor de aire permitiendo una circulación y renovación de aire adecuado durante el proceso germinación.

5.3.1 Curva media de temperatura interna y externa ventanas del invernadero hacia arriba con extractor de aire

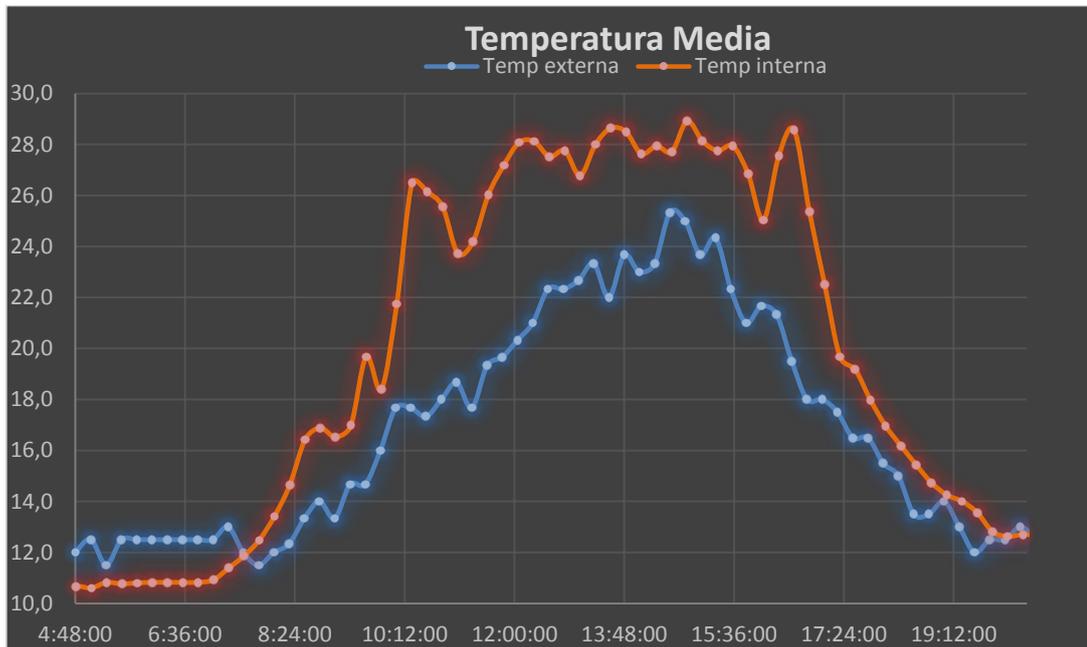


Figura 5. 3 Visualización grafica temperatura interna y externa

La silueta expuesta en la Fig.5.3 manifiesta una notable mejoría de temperatura interna con respecto a las etapas preliminares de toma de datos, la temperatura interna al igual que los anteriores casos varía de acuerdo al tipo de clima que se presente. La temperatura interna es propensa a realizar cambios debido a la implementación de tecnologías reduciendo significativamente los niveles de temperatura los cuales son el principal objetivo del presente proyecto. Para una mejor apreciación de la gráfica ver anexo V Figura 3.

5.3.2 Datos de temperatura externa

Tabla 5. 5 Datos de temperatura externos cortinas arriba y extractor de aire

TEMPERATURA	° C	HORA
Temperatura	25.3	14:32:52
Temperatura	22.7	13:02:57
Temperatura	18.0	10:48:06
Temperatura	12.5	6:48:23

La adquisición de datos obtenidos con las cortinas abiertas conjuntamente con el extractor se denota en la tabla 5.5 este establece valores de temperatura externa que varía

aproximadamente desde los 9.0° C hasta 29.0° C respectivamente como los datos anteriormente siendo necesarios para identificar la diferencia con respecto a la temperatura interna. Los datos de temperatura externos con las cortinas arriba más la ventilación de acuerdo a la hora del día ver en anexo. V Tabla 3.

5.3.3. Datos de la curva media temperatura interna

Tabla 5. 6 Datos de temperatura internos cortinas arriba y extractor de aire

TEMPERATURA	° C	HORA
Temperatura	28.9	14:49:48
Temperatura	23.7	11:04:23
Temperatura	11.9	7:34:02
Temperatura	10.7	4:03:41

La adquisición de datos obtenidos con las cortinas abiertas conjuntamente con el extractor se estipula en la tabla 5.6 estableciendo valores internos adecuados que varían eventualmente desde los 7.0° C hasta los 30.0° C, mismos que resaltan la toma de datos internos de las etapas anteriores ya mencionadas, por consiguiente, la presente etapa nos da un significativo y necesario concepto con respecto a la implementación sistema de control de temperatura planteado. Los datos de temperatura interna con las cortinas arriba más la ventilación de acuerdo a la hora del día ver en anexo V Tabla 3.

5.4 Relación entre temperatura- humedad

Los datos obtenidos permitirán visualizar los niveles de temperatura en función de la activación de los procesos ya incorporados manteniendo un ambiente adecuado, por consiguiente, las comparaciones entre los casos son de gran importancia permitiendo una verificación entre los cambios que cada uno de los casos generan, obteniendo cual es el caso que nos permitirá obtener una temperatura y humedad adecuada necesaria dentro del proceso de cultivo de las semillas.

5.4.1 Caso 1

Comprende la toma de datos de temperatura y humedad con ventanas del invernadero hacia abajo denotando datos mínimos y máximos.

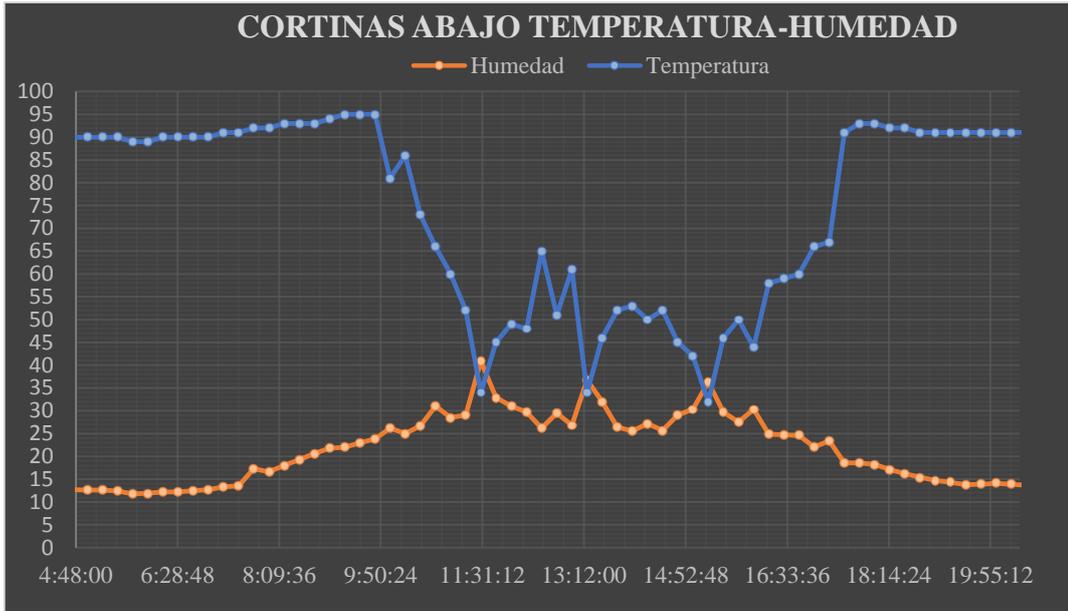


Figura 5. 4 Visualización grafica cortinas abajo temperatura-humedad

5.4.2 Caso 2

Comprende la toma de datos de temperatura y humedad con ventanas del invernadero hacia arriba denotando datos mínimos y máximos

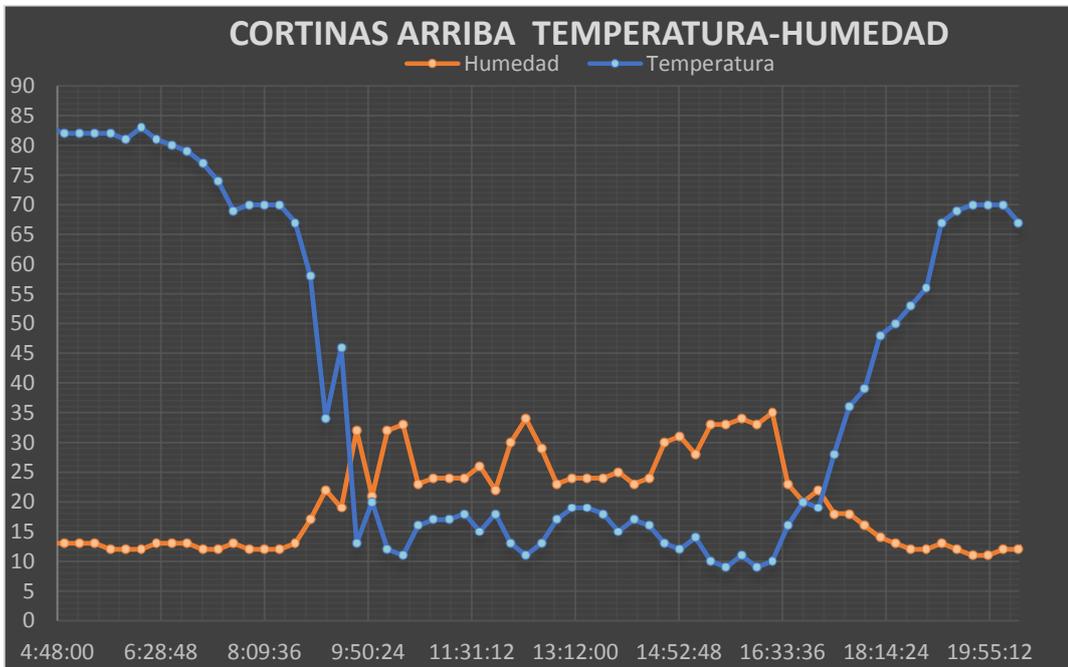


Figura 5. 5 Visualización grafica arriba temperatura-humedad

5.4.3 Caso 3

Comprende la toma de datos de temperatura y humedad con ventanas del invernadero hacia arriba y extractor de aire denotando datos mínimos y máximos.

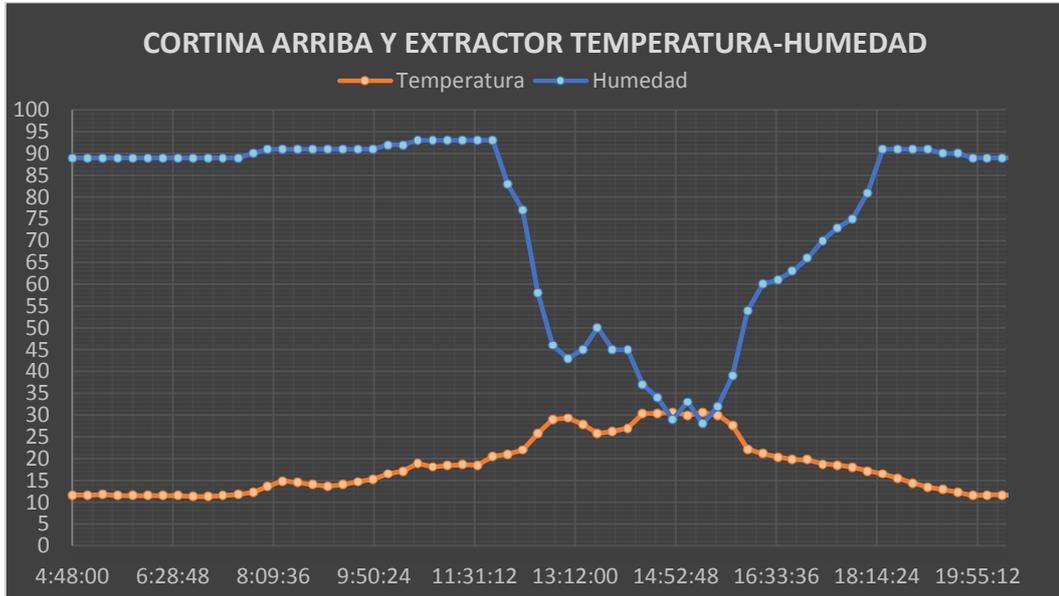


Figura 5. 6 Visualización grafica cortina arriba y extractor temperatura-humedad

5.5 Comparaciones entre los diferentes casos

5.5.1 Comparación de la toma de datos caso 1- caso 2

La comparación entre ambos casos permite identificar la variación de los rangos de temperatura y humedad que persisten durante el desarrollo de cultivo de las semillas estableciendo que el caso 2 proporciona una reducción en la temperatura máxima de 6° C sin tener variaciones en la temperatura mínima con una humedad máxima reducida en un 10% y un 25% de humedad mínima con respecto al caso1 como se puede apreciar en la figura 5. 7 y Figura 5. 8

Un punto relevante dentro de la comparación de datos se tiene que dentro del caso 2 mantiene por un periodo más alargado de humedad con la humedad adecuada, caso contrario el caso 1 mantiene humedad, pero los niveles de temperatura no son los más adecuados.

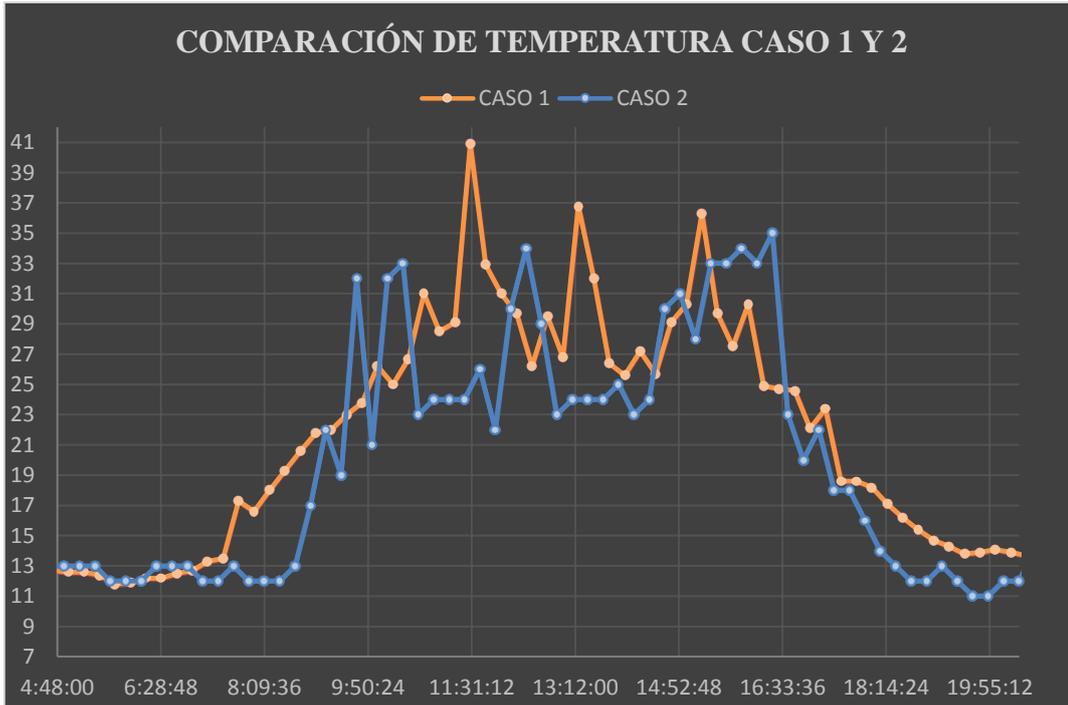


Figura 5. 7 Comparación de temperatura caso 1 y 2

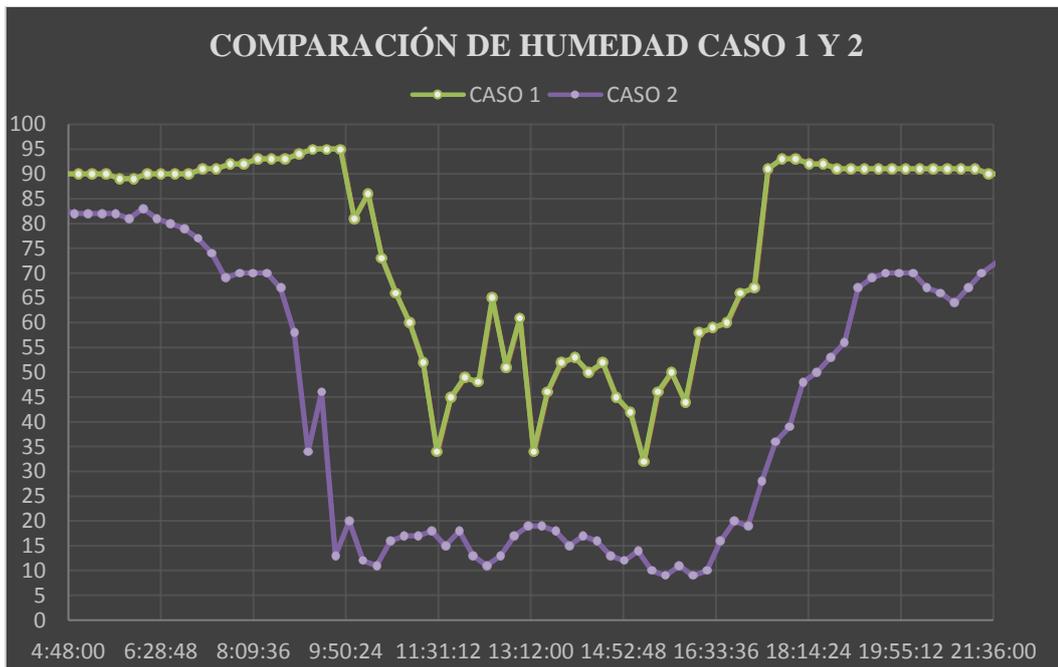


Figura 5. 8 Comparación de humedad caso 1 y 2

5.5.2 Comparación de la toma de datos caso 2- caso 3

La comparación entre los casos 2 y 3 permite evidenciar la variación de los rangos de temperatura y humedad que presenta el invernadero teniendo en cuenta que las diferencias entre temperaturas máxima son de 5° C y de mínimas son de 4° C generando un ambiente casi

adecuado con respecto a los rangos necesarios para el desarrollo del germen cabe mencionar que la humedad dentro de esta relación de casos más propicia es el caso 2 al mantener una humedad alargada que provee que las semillas no entren en descomposición o propaguen enfermedades las diferencias entre humedades máximas son del 2% y las mínimas son del 25%.

El caso 2 mantiene humedad adecuada con rangos de temperatura cercanos a los rangos adecuados por lo contrario el caso 3 mantiene una óptima temperatura, pero su humedad se mantiene por un corto periodo como se puede apreciar en la figura 5. 9 y en la figura 5. 10.

Tales casos expuestos al combinarlos tendremos una adecuada temperatura – humedad que serán valores estimados al inicio del planteamiento del presente proyecto

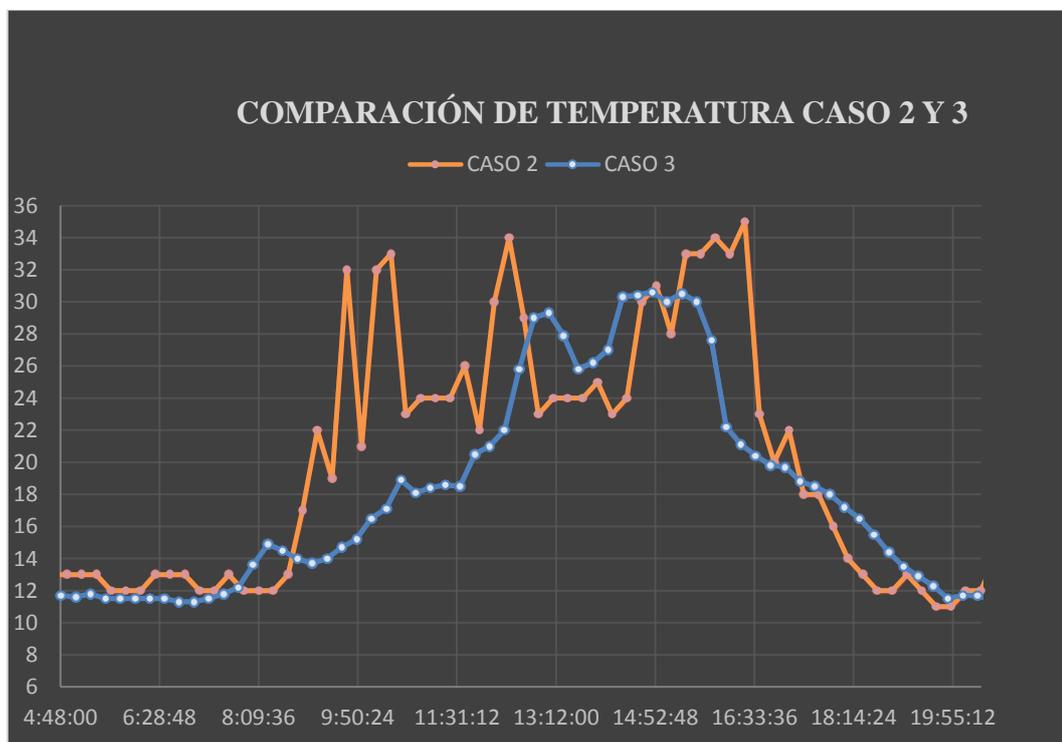


Figura 5. 9 Comparación de temperatura caso 2 y 3

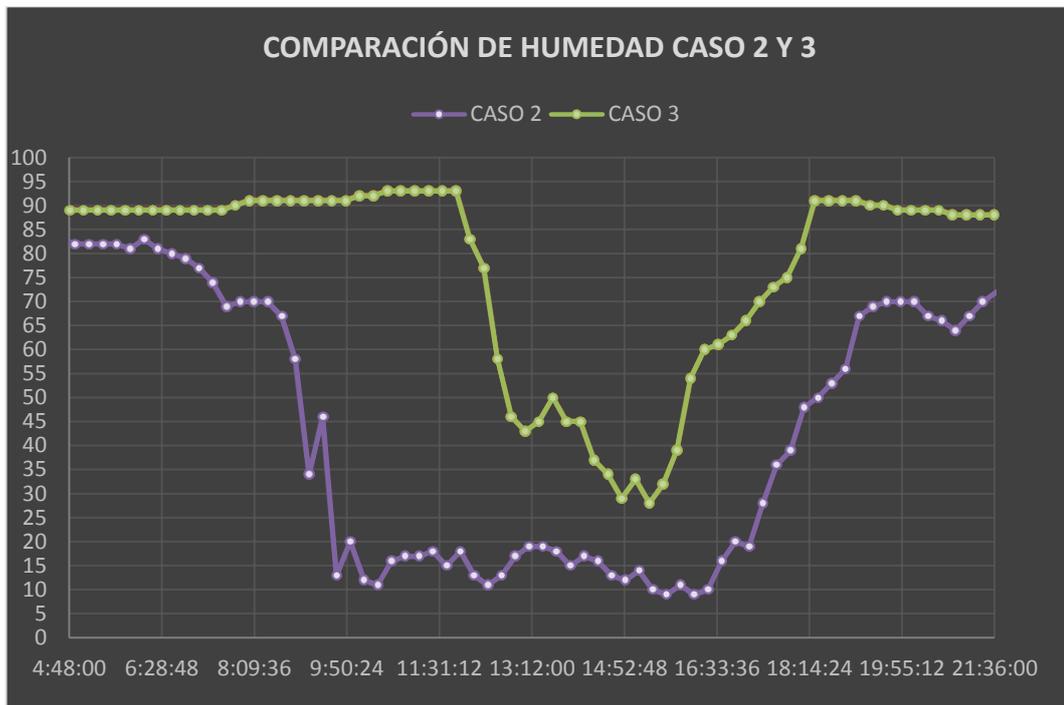


Figura 5. 10 Comparación de humedad caso 2 y 3

5.5.3 Comparación de la toma de datos caso 1- caso 3

La relación entre los casos 1 y 3 refleja la variación de los rangos de temperatura y humedad del invernadero exponiendo las diferencia máximas y mínimas que cada una presenta tales como la temperatura máxima entre ambos casos es de 11° C y las mínimas son de 4° C, la humedad que presenta el caso 3 tendrá una corta duración pero la temperatura que presenta es la más apropiada con respecto a los requerimientos estimado, las diferencia de humedades máximas a las que se encuentra son del 2% y las mínimas son notables ya que se encuentran con el 22%. Como se puede apreciar en la figura 5. 11 y figura 5. 12.

Dentro del caso 1 la humedad mantendrá en un periodo casi favorable, pero trae consigo una temperatura desfavorable que no se encuentra dentro de los rangos establecidos para el correcto desarrollo de las semillas.

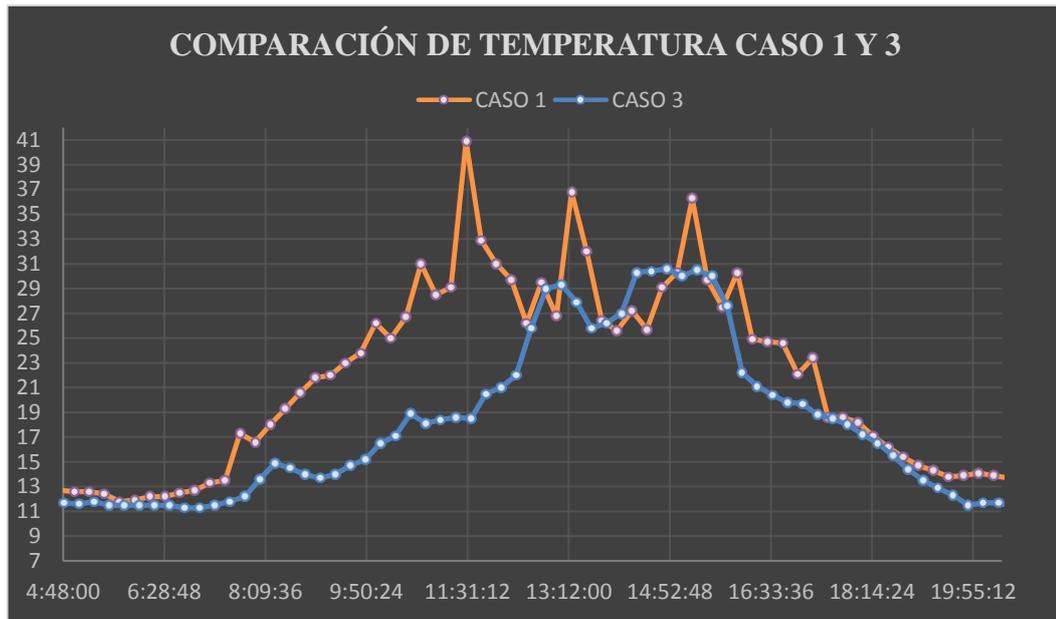


Figura 5. 11 Comparación de temperatura caso 1 y 3

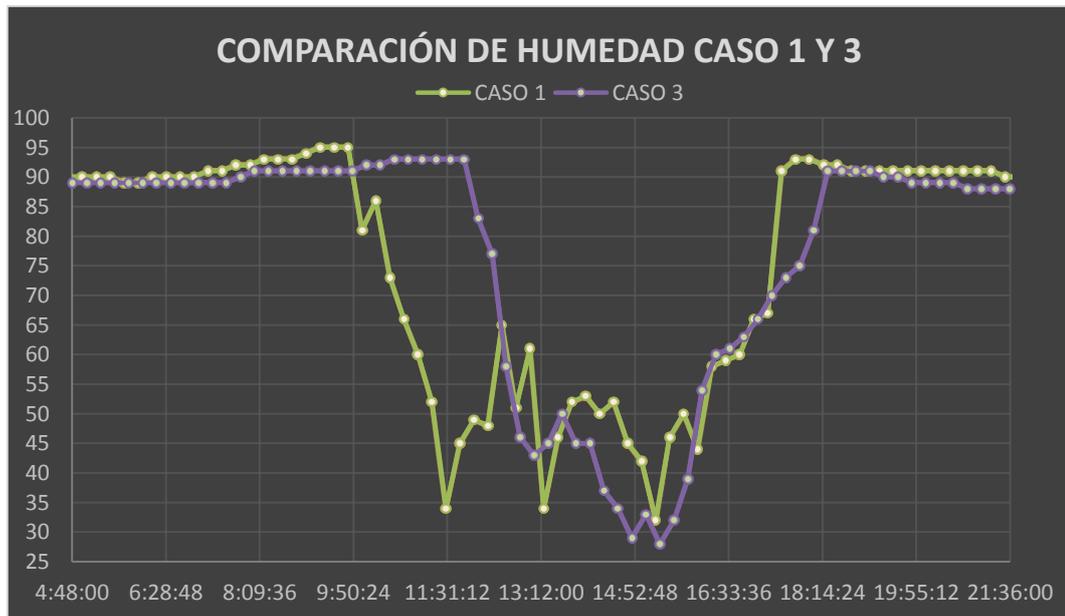


Figura 5. 12 Comparación de humedad caso 1 y 3

5.5.4 Conclusión

La comparación de los 3 casos presentados permite determinar el evento que cuente con los requerimientos óptimos y favorables que permita mantener una correcta relación entre temperatura y humedades, generando así un correcto desencadenamiento para el cultivo de las semillas en el invernadero del campus de salache, debido que el crecimiento adecuado de las

semillas se relaciona directamente con estas variables, las condiciones que asegurarán una correcta relación la encontramos en el **CASO 3** siendo este el que permita tener una temperatura adecuada dentro del rango necesario y con una humedad más prolongada permitiendo definir que mientras mayor sea la temperatura menor será la humedad relativa y viceversa.

5.6 Diagrama de bloques

El desarrollo del presente proyecto se lo encamino con una serie de actividades dentro de la parte eléctrica como en la aparte automática.

5.6.1 Diagrama de bloques del sensor termocupla tipo k

La representación del diagrama de bloques establecido para el control de temperatura indica una serie de procedimientos dentro del sistema planteado para un adecuado desarrollo de sí mismo, donde se tendrá encuentra la variable de entrada, el nivel de temperatura ara actuar los sensores y paulatinamente los motores de las persianas del invernadero. Las condiciones del sistema establecidas que se deben cumplir se cuentan a continuación.

El diagrama de flujo que se puede observar en la figura 5. 13, indica el proceso para la ejecución del sistema del sensor termocupla tipo k que denota al ingresar la variable de temperatura ya sea esta máxima o minina durante un rango de temperatura comprendido entre los 18° C a 30° C, donde el sistema internamente realiza una conversión entre las magnitudes físicas medidas y las magnitudes eléctricas con las que pueda trabajar.

Para lo cual si esta llega alcanzar los valores de temperatura elevados perjudícales para las semillas esta activara el sistema de ventanas permitiendo la reducción de temperatura con un flujo de temperatura adecuado o por consiguiente si estas temperaturas tienden a ser bajas el sistema procederá a cerrar proporcionalmente las ventanas del invernadero incorporado con dicho sistema.

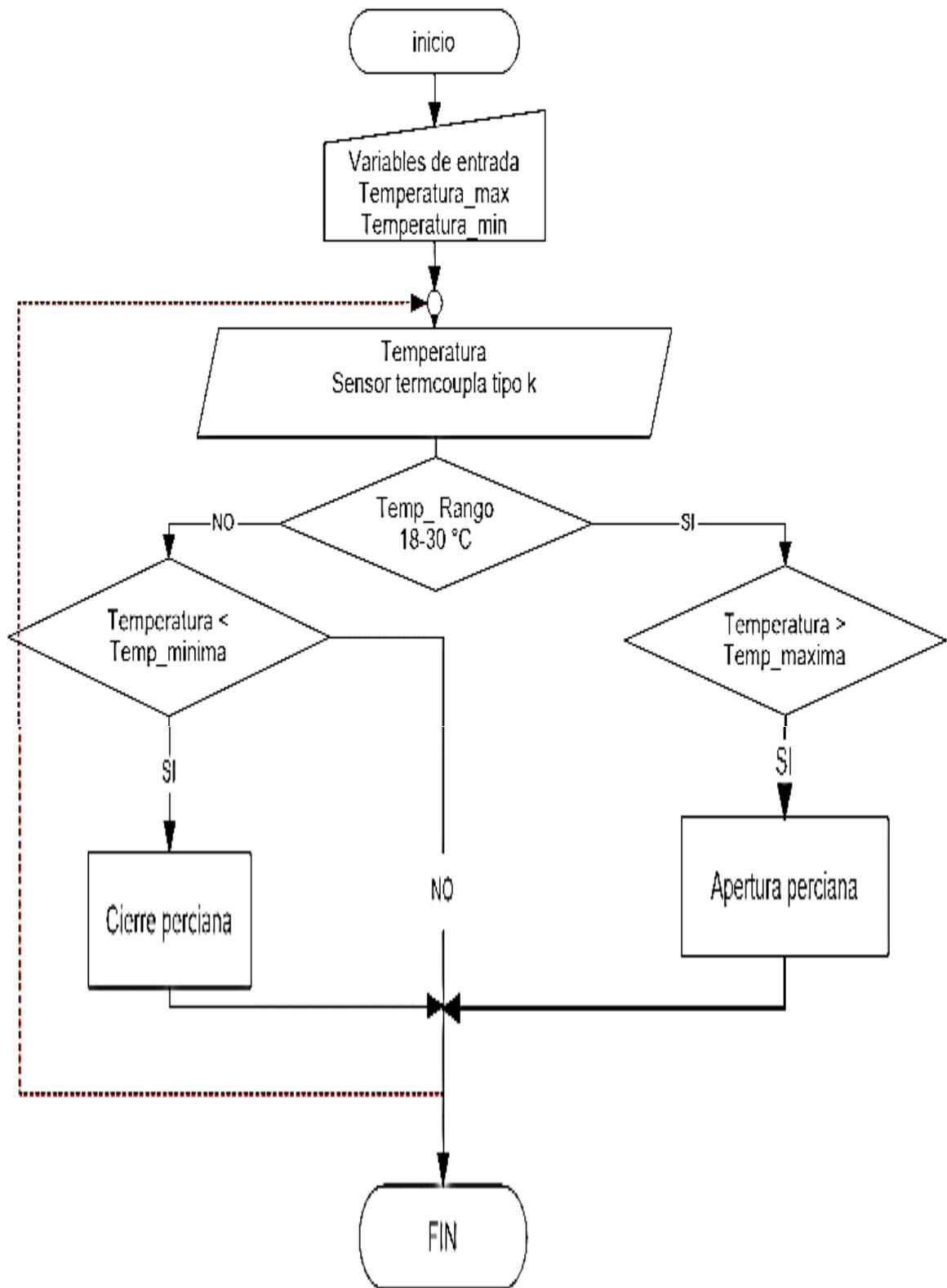


Figura 5. 13 Diagrama de bloque del sistema del sensor termocoupla tipo k

5.6.2 Diagrama de bloques del sistema de temperatura

El diagrama de bloques inicia al sistema realizando un control de temperatura permanentemente durante un periodo de 24.00 horas continuas estableciendo si la temperatura a la que se encuentra el sistema no se está dentro los limites preestablecidos estos mantiene las persianas cerradas caso contrario si esta se encuentra dentro del rango de 18 a 30° C censados por la termocupla no están dentro del rango mantiene la posición de las persianas, caso contrario si estos llegan a los rangos preestablecidos que producen un incremento de temperatura que permite que las persianas laterales del invernadero tienden abrir permitiendo la disminución de la temperatura, o viceversa si la temperatura no disminuye permite el funcionamiento del extractor de aire a un temperatura que alcanza los 31° C siendo esta temperatura censada durante un periodo de 2 min , si esta etapa refleja un incremento de temperatura que permite el accionamiento del extractor, caso contrario mantiene las posición de las persianas, y extractor de aire conjuntamente, por consiguiente si la temperatura del invernadero disminuye se realizar un cierre proporcional de persianas con inclusión de extractor de aire, si el nivel de temperatura no disminuye entra la etapa del proceso de nebulización en los 30° C, mediante el censo de temperatura durante un periodo de 5 minutos, si no presenta un incremento de temperatura esta mantiene la posiciones de las persianas, extractor y proceso de nebulización, caso contrario si este presenta un aumento de temperaturas proporciona la apertura del accionamiento de la electroválvula que por efecto si provoca que disminuya de temperatura del invernadero esta efectúa el cierre proporcional de persianas, la extracciones aire y sistema de nebulización, caso contrario si el sistema no efectúa estas acciones el sistema retoma su ciclo inicial. Ver anexo IV.

Los requisitos técnicos, electrónicos y mecánicos para el sistema del presente proyecto se encuentran basados de acuerdo a las exigencias que pueden presentar los distintos niveles de temperatura que se posee el invernadero dentro el cultivo de semillas de granos andinos, los cuales deberán ser óptimos dependiendo de las necesidades que requiera la germinación.

5.7 Rango de temperatura

Conforme a la realización de las actividades planteadas con la orientación tanto investigativa como técnica por parte de instructor de la carrera de ingeniería agronómica encargado, se puede establecer el rango óptimo de la temperatura con la cual las semillas puedan alcanzar una adecuada germinación dentro del invernadero donde tendremos variaciones que van desde los 18 °C como límite mínimo hasta los 30 °C como límite máximo.

5.8 Rango de humedad

De acuerdo a las necesidades ambientales ideales que requiere el invernadero es necesario tener en cuenta que la humedad es un factor importante dentro de la germinación de las semillas donde para ellos es de vital importancia una humedad relativa que se encuentre dentro de un rango que varía desde el 40% hasta el 60% misma información obtenida por parte del ingeniero agrónomo Marco Rivera, debido a que la climatología tiende a tener días cálidos y fríos lo cual influye en el desarrollo de la semilla o lo que es más propenso que estas puedan entrar en un periodo de descomposición.

El sistema de control de humedad ya implementado cuenta con sensores FC-28 mismos que se encuentran ubicados en la hilera que son destinados para el cultivo de semillas, dependiendo del rango de humedad del suelo permite el riego necesario cuando este sea necesario.

5.9 Montado de estructuras para soporte del motor para elevar persianas

La automatización del presente proyecto toma inicio con la construcción de 2 estructuras que se encuentran incorporadas en cada extremo al final del invernadero que servirán de soporte para los motores dando cierre o apertura de acuerdo a los requerimientos climáticos que presenta el invernadero destinado para el cultivo de semillas de granos andino de la Universidad Técnica de Cotopaxi del campus Salache, comprendido dentro de una área de $45m^2$.



Figura 5. 14 Montaje de las estructuras

De acuerdo al estudio planteado se tendrá una concepción clara en base a la conformación estructural y forma geométrica se puede conocer el tipo de invernadero que se encuera

destinado para el proyecto siendo este un invernadero asimétrico conocido comúnmente como “invernadero tropical”, de tal forma que como parte de la formación académica en la carrera de ingeniería eléctrica se implementa el sistema de control de temperatura.



Figura 5. 15 Vista posterior de la estructura e invernadero

5.9.1 Dimensión de las persianas destinado para la ventilación natural

Conforme a la realización del presente proyecto se tiene claro que el aire que se encuentra en el interior del invernadero se lo emplea dentro la fotosíntesis, la transpiración y la respiración para las semillas, por ende, la renovación del aire interior a la par con un movimiento beneficia gradualmente con unos niveles óptimos de temperatura. Acorde a la construcción simétrica del invernadero se encuentran basadas las disposiciones de las ventanas laterales, las cuales permiten la libre circulación de la corriente del aire con el fin de colaborar en la disminución de la temperatura, teniendo en cuenta que las dimensiones de las ventanas ocupan una superficie comprendidas entre un 18% y un 22%.

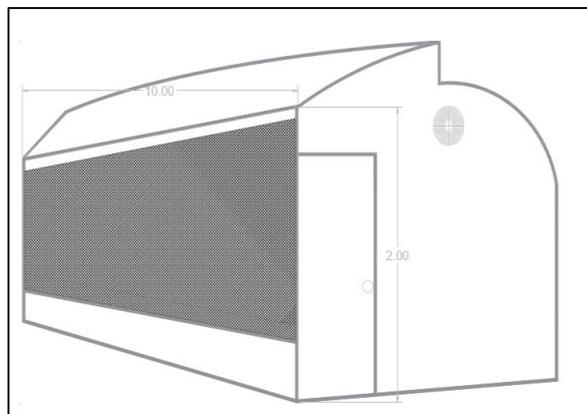


Figura 5. 16 Diseño de las persianas plásticas de las ventanas laterales

Las persianas plásticas de las ventanas laterales del invernadero tienen unas dimensiones de $10 \times 1.25 \text{ m}^2$, mismas que tienden a ubicarse en la parte superior en cada extremo del invernadero conjuntamente con un tubo de acero galvanizado proporcionando firmeza y estabilidad durante el cierre y apertura del mismo.



Figura 5. 17 Persiana exterior cerrada

5.9.2 Peso de las persianas

Para tener una mejor maniobra y estabilidad de la persiana se utilizará un tubo de $\frac{1}{2}$ pulgada donde para lo cual se calcula su peso de acuerdo a tablas técnicas y dimensiones puntualmente establecidas.

$$\text{Peso} = \frac{3.67 \text{ kg} \times 6 \text{ m}}{10 \text{ m}} = 6.11 \text{ Kg} \approx 13.47 \text{ lb} \quad (1)$$

5.9.3 Acoplamiento del motor conjunto con el tubo de la persiana

De acuerdo a la potencia del motor se puede realizar el dimensionamiento del conductor desde los motores hasta hacia la caja de control.

$$I = \frac{P}{V} \quad (2)$$

$$I = \frac{600W}{127V} = 4.72 \text{ A}$$

Dónde:

I = Intensidad (A)

P= Potencia (W)

V= Voltaje (V)

5.9.4 Instalación de la persiana para la ventilación del invernadero

Para la correcta instalación de la persiana se procedo a realizar la perforación en la estructura metálica del invernadero estableciendo una medida apropiada para la ubicación de las chumaceras que proporcionara el movimiento adecuado del eje estructural que ejecutara el cierre y apertura de la misma.



Figura 5. 18 Perforación de la estructura metálica del invernadero

Las chumaceras que se utilizaron dentro del trabajo fueron la 205-14 la cual asegura fijamente el tubo metálico de $\frac{1}{2}$ pulgada, para obtener una mayor estabilidad se procedió a ubicar tres chumaceras por cada lado del invernadero.



Figura 5. 19 Vista lateral de las chumaceras acopladas con el tubo metálico

De acuerdo al diseño de las nuevas ventanas dentro del invernadero se requiere establecer un reajuste al diseño actual del invernadero donde por lo cual se establecerá un diseño que proporcione un correcto recubrimiento que la proteja.



Figura 5. 20 Modificación al diseño actual del invernadero

5.9.5 Comprobación mecánica del motor – persiana

La realización de la parte mecánica se la realizó mediante acoples eje-motor, y eje-tubo con lo cual se pretende una estabilidad mediante chumaceras ubicadas en cada extremo de la estructura del invernadero.



Figura 5. 21 Acoplamiento de motores

5.9.6 Comprobación de la parte eléctrica

La comprobación eléctrica determina el correcto funcionamiento mediante la medición de continuidad en todos sus bornes como también se verificó el sincronismo de su nivel de giro.



Figura 5. 22 Realización de la sincronización de motores

5.10 Instalación del sensor termocupla tipo k dentro del invernadero

La termocupla tipo k se encuentra instalada en la parte superior del invernadero a una distancia de 4m considerando la media desde el suelo, el termopar cubre una distancia de 10m a la redonda mismos que comprende las dimensiones del invernadero. Para realizar el sistema de temperatura las características del sensor tipo k son las requeridas necesariamente las mismas que cubran los niveles dentro del rango que va desde los 0° C hasta los 400° C con una longitud del sensor de 100mm y protección.



Figura 5. 23 Ubicación de la termocupla tipo k

5.11 Pantalla HMI

La interfaz gráfica mediante la cual se realizó el proyecto es una pantalla HMI KTP-400, que proporciona una fácil y correcta interpretación grafica para el usuario sea manual o

automático el cierre o apertura de persianas de acuerdo a la temperatura a la que se encuentre el invernadero.

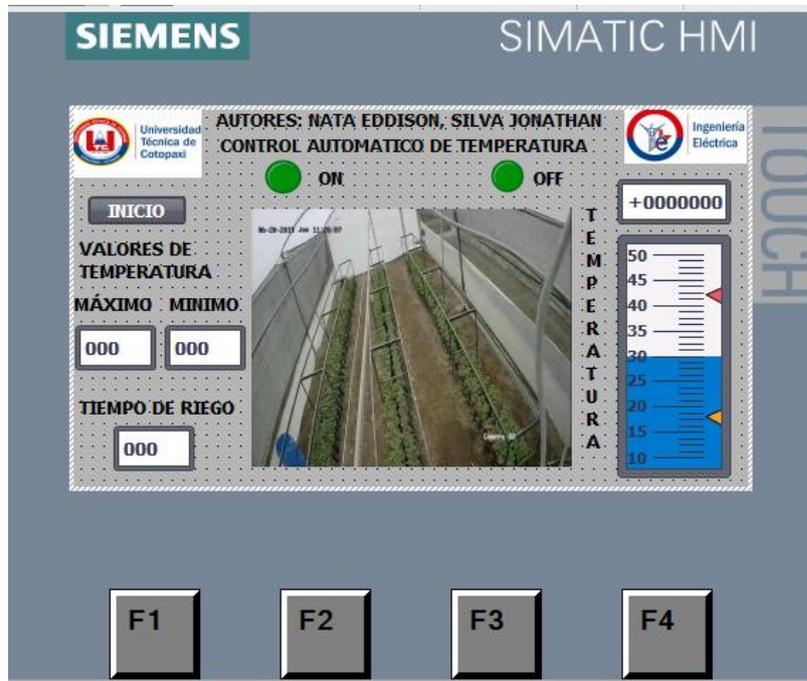


Figura 5. 24 Control para el usuario

La interfaz gráfica permite ingresar valores de temperatura mínima o máxima conjuntamente con un tiempo de riego de agua determinado por el usuario dependiendo de las necesidades que la semilla requiera con relacional nivel de temperatura que se encuentre.

5.11.1 Instalación del sistema de control

La instalación del sistema de control se encuentra ubicada en el interior del aula de granos andinos conjuntamente con el sistema de control de humedad y ferti-riego, para una fácil maniobrabilidad del sistema de encuentra incorporados el sistema tanto manual como automático con un sistema de fácil manejo para a los usuarios.



Figura 5. 25 Sistema de control de temperatura

5.12 Programación en TIA PORTAL

La programación en tía portal se fue realizando a continuación de la programación ya existente de la tesis de control de humedad, a partir del segmento 9 se inicia con la programación de control de temperatura, esta programación se realizó con las bibliotecas de Totally Integrated Automation Portal versión V13 SP1, STEP 7 Professional versión V13 SP1, y WinCC Basic versión V13 SP1. La cual se ira detallando cada uno de los segmentos de la programación para el sistema de control automático de temperatura, así como el sistema de registro y adquisición de datos

5.12.1 Funcionamiento del programa

La programación funciona en base a la temperatura medida por el sensor termopar tipo k que se encuentra situado en el centro del invernadero, el cual mediante una señal eléctrica percibe los cambios de temperatura, estas son enviados al módulo del PLC de forma analógica, mediante un segmento de programación ver anexo IX figura 1. Se lo transforma a un dato real que se puede utilizar en la programación.

Dependiendo el rango de temperatura máximo y mínimo establecido por el usuario mediante la pantalla HMI que oscila entre los 18° C a los 30° C empezara su funcionamiento. La cual si la temperatura del invernadero supera los 30° C grados este activara el segmento correspondiente para el accionamiento de apertura de las ventanas laterales. En cambio, si la temperatura desciende por debajo del valor mínimo este accionara el segmento de bajar las ventanas laterales. Si la temperatura no desciende favorablemente para mantenerse en el rango optimo después de un tiempo determinado (5 min) este accionara el sistema de ventilación

forzada que consiste en activar un extractor de aire, el cual forzara que una circulación mayor de aire caliente del invernadero salga y así reducir la temperatura interna. Ver segmentos en anexo ix figura 2 y 3

La programación está diseñada con un sistema de emergencias, el cual funcionará si la temperatura interna del invernadero sobrepasa con más 3° C la temperatura máxima establecida, este accionará el sistema de nebulización por un tiempo que el usuario definirá ingresando por el HMI en la ventana de control automático de temperatura ver anexo IX figura 5.

La programación también consta de un segmento de registro de datos el cual almacenará la fecha, hora y temperatura en la que se encuentre en el momento que la señal de guardado se active, este tiempo sea segundos, minutos, horas o días será definirá por el programador, los datos almacenados se guardaran en un fichero CSV (tabla de Excel.) al cual se lo podrá acceder de la página web del PLC s7 1200, para seguridad y confidencialidad se activó el sistema de usuarios, los cuales serán los únicos que puedan ingresar al PLC por el sitio web.

6. PRESUPUESTO Y ANÁLISIS DE IMPACTOS

6.1 Presupuesto

Con la finalidad de realizar la implementación de un sistema de monitoreo, registro y control de temperatura para cultivos de semillas de un invernadero ubicado en el campus salache se establecerá un costo de inversión acorde al desarrollo del presente proyecto que se ejecutara dentro de una área de 45m² aproximadamente.

6.1.1 Gastos directos (material y equipos eléctricos)

Cantidad	Descripción	Precio U.	Monto T.
2	Sensor de temperatura	\$ 5.50	\$ 11.00
2	Motores	\$ 125.00	\$ 250.00
2	Arduino mega UNO	\$25.00	\$50.00
1	PLC s7-1200 , CPU 1212C	Ya existente	Ya existente
2	Luz pilotos verdes	\$ 1.80	\$ 3.60

4	contacto para selector y pulsador NO verde	\$2.00	\$ 8.00
2	Rtc para arduino	\$2.50	\$5.00
1	Gabinete de control	Ya existente	Ya existente
1	Fuente de voltaje 24 v	\$15.00	\$15.00
1	Pantalla HMI ktp 400	Ya existente	Ya existente
1	Libreta casmco de marcadores mixto	\$ 8.97	\$8.97
3	relés	\$4.35	\$13.05
1	Cinta de etiquetadora tipo dimo	\$45.00	\$45.00
50m	Cable 4*14 AWG	\$1.45	\$72.50
1	Sensor de temperatura termocupla tipo K	\$15.00	\$15.00
1	Módulo de entradas analógicas para termopar	\$250.00	\$250.00
2	Finales de carrera	\$ 3.50	\$7.00
100	Terminales tipo pin	\$6.80	\$6.80
100	Terminales tipo u	\$ 6.20	\$6.20
1	Canaleta 25 * 25 ranurada	\$4.50	\$4.50
1	Rieldin	\$2.50	\$2.50
1	Módulo de salidas digitales	\$250.00	\$250.00
7.5m	Cable para termopar	\$ 3.80	\$ 28.80
Total			\$1.052,42

6.1.2 Gastos directos (materiales y equipos mecánicos)

Cantidad	Descripción	Precio U.	Monto T.
4	Tuberías galvanizado	\$ 6.00	\$24
2	Estructura para motores	\$85.00	\$170.00
6	Chumaceras	\$10.00	\$60.00
1/2	pintura	\$5.70	\$5.70
1	Base para motor	\$12.00	\$12.00
12	Pernos	\$0.83	\$10.00
1/2	tol	\$11.50	\$11.50
1	Sacabocados 1/2 para acero	\$40.00	\$40.00
Total			\$333.00

6.1.3 Gastos indirectos

Cantidad	Descripción	Precio U.	Monto T.
1	Lista de material eléctrico	\$1.052,42	\$1.052,42
1	Lista de material mecánico	\$333.00	\$333.00
1	Mano de obra (incluye transporte, alimentación, impresiones e imprevistos)	\$700.00	\$700.00
		Sub total	2.185,42
		I.V.A 12 %	250.250
		TOTAL	2.335,670

6.2 Análisis de impactos

6.2.1 Impactos prácticos

El sistema implementado optimiza el nivel de temperatura de acuerdo al rango establecido proporcionando un desarrollo adecuado de la germinación, permitiendo un excelente cultivo de semillas evitando las pérdidas por deterioro o descomposición debido a la variación que trae consigo una temperatura que puede encontrarse fuera de los parámetros evaluados por los estudiantes dentro del cultivo de semillas de granos andinos facilitando de esta manera un mejoramiento académico y práctico.

6.2.2 Impactos técnicos

La realización del estudio del impacto técnico surge sobre las afecciones que presenta el invernadero del campus Salache referente a la temperatura que influye dentro del proceso de germinación del proceso de granos andinos.

El invernadero destinado al cultivo de granos andinos inserta el uso de las tecnologías como un gran avance que refleja la carrera de Ingeniería eléctrica como vínculo del desarrollo social y colectivo con las diferentes carreras con las que cuenta la Universidad Técnica de Cotopaxi.

6.2.3 Impactos sociales

Dentro del impacto social la implementación del módulo de temperatura trae consigo el beneficio directo hacia los estudiantes y docentes encargados, que al tener un sistema automatizado de temperatura empleado con tecnología que satisfacen las necesidades requeridas, promoviendo la calidad y nivel de conocimiento académico siendo como un aporte muy significativo de la carrera de Ingeniería Eléctrica hacia la Ingeniería Agronómica dentro del ámbito de investigación.

6.2.4 Impacto ambiental

La implementación del sistema de monitoreo, registro y control de temperatura en el campus Salache de la Universidad Técnica de Cotopaxi tiene un impacto elevado dentro de la contribución con el medio ambiente debido a que este sistema automático controla la temperatura con lo cual establece un flujo óptimo mejorando el proceso de germinación y producción de las diferentes especies de semillas destinadas para el cultivo.

Se garantizar un ambiente adecuado, presto que al utilizar el sistema automático de temperatura la condición climática asciende o desciende proporcionalmente reduciendo notablemente su afectación.

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 Conclusiones

- Por medio de la información adquirida referente a la automatización y control de temperatura se puede concluir cuales son los elementos destinados para el desarrollo de un sistema de implementación que permita registrar y controlar la temperatura de acuerdo a las necesidades de requeridas.
- Mediante el sistema de control se podrá disminuir el nivel de temperatura de acuerdo a las activaciones los diferentes procesos del caso 3, mediante la apertura de las ventanas laterales se observó una reducción entre 6° C y eventualmente con la activación de la ventilación forzada se reducirá en un 11° C la temperatura con respecto la máxima medida de 41° C dentro del invernadero.
- Dentro del desarrollo de implementación establecido se efectuó mediante unos sistemas eléctricos, electrónicos y mecánicos que permite realizar el monitoreo de los niveles de temperatura controlando las variables físicas, permitiendo un sistema funcional y versátil operando de forma rápida y precisa de acuerdo al comportamiento que presente el invernadero.
- En base a la recopilación de datos simultáneos de los sensores de temperatura tanto internos como externos durante un periodo de tiempo determinado se constató los altos índices de temperatura que presenta el invernadero entre los 7° C a 41° C, mismo que son rangos perjudiciales para el correcto desarrollo de las semillas siendo este un punto importante para iniciar dentro del sistema del control de temperatura realizado.

7.2 Recomendaciones

- La utilización de microprocesadores, micros controladores, elementos actuadores, y sensores son elementos de suma importancia que garantizan el funcionamiento adecuado del sistema de temperatura incorporado dentro del invernadero destinado para el cultivo de granos andinos.
- La ubicación de las persianas del invernadero debe ser colocadas uniformemente debido que al abrir o cerrar estas tienden a enrollar de forma discontinua, en vista a

esto se procedió a medir y regular de formar parcial cada una las ventanas laterales evitando percances en su diseño.

- Para obtener un censo de temperatura adecuada se sugiere utilizar sensores de termocupla tipo k debido a su alta precisión y su sensibilidad obteniendo datos específicos permitiendo obtener un control de temperatura adecuado.
- Se recomienda la implementación de un sistema de comunicación (sistema scada) para que el monitoreo de las variables trabajadas se las pueda observar y manipular de forma remota.
- Se recomienda implementar un nuevo sistema de control de humedad independientemente del resto del sistema que controla la humedad de las hileras del invernadero, el cual se dedique a trabajar conjuntamente solo con el sistema de temperatura. Permitiendo a este tener un proceso autónomo sin la dependencia del usuario, debido a que el control de humedad de las plantas quedará a criterio del mismo en activarlo o no. Este nuevo sistema se puede realizar con la implementación de un sensor WATERMARK 200SS, el cual trabaja a un voltaje de 0 a 10V que es compatible con las entradas análogas del PLC S7 1200. Debido a que las entradas análogas internas del PLC están utilizadas se recomienda la compra de un nuevo módulo de entradas analógicas. SM1231 AI (6ES7231-4HD32-0XB0).

8. BIBLIOGRAFÍA

- [1] 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.
- [2] J. R. Patin Chimbo, "Diseño e implementación de un sistema de monitoreo y control de humedad y temperatura para invernaderos con administración snmp", Riobamba: UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO, 2016.
- [3] N. J. Melo Paredes y W. A. Valverde Macao, "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, 2017.
- [4] J. L. Sanchez Alvaro y M. L. Erazo Rodas, "Control y supervisión de variables en un sistema de anti heladas, regadío y ventilación para optimizar los cultivos bajo invernadero", Latacunga, 2011.

- [5] P. M. Cuasqui Sandoval y O. I. Arias Juares, "implementación de un sistema electrónico automatizado de riego para el cultivo de invernadero", Quito: ESCUELA POLITECNICA NACIONAL, 2013.
- [6] H. Pérez Rojas y M. P. Cortes, "Simulación y control de la temperatura dentro de un invernadero", Bogotá: UNIVERSIDAD DE LA SALLE, 2007.
- [7] M. Rodríguez, H. Chagolla y M. López, «"Diseño conceptual de sistema para la automatización del invernadero uno de la Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato",» de *Ciencias de la Ingeniería y Tecnología Handbook T-IV*, Valle de Santiago, Guanajuato, ECORFAN, 2014, pp. 299-318.
- [8] P. d. C. Mantilla Paredes, M. R. Muñoz Cueva y N. Sotomayor Orozco, "Monitoreo y control de temperatura ambiental y humedad del suelo en un invernadero de tomate riñón, utilizando comunicación inalámbrica", Quito: ESCUELA POLITECNICA NACIONAL, 2009.
- [9] C. G. Éibar Bejarano y V. L. Silva Escobar, "Diseño e implementación de un sistema automático de control de riego para la estación experimental - ESPOCH", Riobamba, 2012.
- [10] D. R. Garcés Hernández y S. W. Jiménez Acaro, "Sistema de control y monitoreo del invernadero del centro experimental de riego de la Espoch mediante tecnología Zigbee", Riobamba, 2012.
- [11] T. E. Castillo Sánchez, "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, 2010.
- [12] A. Acosta y A. Aguilar, "Automatización de bajo costo utilizada en la producción agrícola en invernaderos y huertos caseros", Republica Dominicana, 2015.
- [13] J. A. PÉREZ ZAVALA, L. E. LÓPEZ GUEVARA y R. D. ROMERO VÁSQUEZ, "Automatización de invernadero para cultivos hidropónicos en el salvador", El Salvador, 2016.
- [14] L. M. REYES CASTILLO, "Revisión de tecnología en invernaderos con énfasis en automatización y mecanización", México, 2005.
- [15] E. A. Villagrán Munar, "Diseño y evaluación climática de un invernadero para condiciones de clima intertropical de montaña", Bogotá, 2016.
- [16] M. Domínguez, C. García y J. M^a Arias, "Invernaderos con acumuladores de cambio de fase", España, 2010.
- [17] O. L. Guadarrama, "Automatización de clima para un invernadero", México, 2014.
- [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 anti heladas", Latacunga, 2010.

- [19] A. U. Chávez Martínez, "Control Bioclimático de un Invernadero", Colima, 2009.
- [20] J. Baltazar Aguilar, D. Enciso Hernández y M. A. Vargas Domínguez, "Diseño e implementación de un dispositivo digital para el control de la temperatura en un invernadero de tomate", México: Esime, 2014.
- [21] S. Olguín, «Innatia,» [En línea]. Available: <http://www.innatia.com/s/c-huerta-organica/a-que-es-un-invernadero.html>.
- [22] H. Pérez Rojas y M. d. P. Cortes, "Simulación y control de la temperatura dentro de un invernadero", BOGOTA, 2007.
- [23] F. Gassó Busquets y S. Solomando Valderrabano, "Estructura e Instalación de un Invernadero", Barcelona, 2011.
- [24] Y. López Molina, «Interempresas,» 26 08 2015. [En línea]. Available: <http://www.interempresas.net/Horticola/Articulos/77307-Control-climatico-en-invernaderos.html>. [Último acceso: 20 11 2018].
- [25] M. C. Marín, "Instalación de riego localizado en invernaderos", MARÍN PONS & ASOCIADOS, S.R.L, 2013.
- [26] L. Chávez Ramírez, V. H. García Ramírez y E. V. Ortiz Ramírez, "Automatización en el sistema de riego de un invernadero de jitomate ubicado en san francisco lachigolo, tlacolula de matamoros, oaxaca", oaxaca de Juárez, oaxaca, 2011.
- [27] «AMBIENTUM,» [En línea]. Available: https://www.ambientum.com/enciclopedia_medioambiental/. [Último acceso: 20 Noviembre 2018].
- [28] N. Castilla Prados, "Invernaderos de plástico", Madrid: Mundi-Prensa, 2007.
- [29] E. J. Baeza Romero, J. I. Montero y J. Pérez Parra, "Avances en el estudio de la ventilación natural", Cajamar, 2014.
- [30] G. Dionisio Tenorio, «La ventilación natural y su mecanización en invernaderos,» DeGier, [En línea]. Available: <http://www.horticom.com/pd/imagenes/66/047/66047.pdf>. [Último acceso: 26 11 2018].
- [31] E. G. Gómez Pizarro y R. D. Paneluisa Guanochanga, "Diseño, construcción e implementación de un módulo didáctico para la evaluación de comportamiento de sensores de temperatura, controlado mediante PLC y monitoreado mediante intouch", Quito, 2015.
- [32] J. L. Calapiña Sánchez, " SISTEMA ELECTRONICO PORTABLE PARA LA MEDICION DEL INDICE DE CONTAMINACION DE SUELOS", Ambato: Universidad Técnica de Ambato, 2018.

- [33] S. C. Cevallos Carabajo, "Diseño de un módulo basado en micro controladores para el control de variables en el cultivo de vegetales en un invernadero experimental", Guayaquil: Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, 2017.
- [34] S. C. Cevallos Carabajo, "Diseño de un módulo basado en micro controladores para el control de variables en el cultivo de vegetales en un invernadero experimental", Guayaquil: Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, 2017.
- [35] L. Llamas, «Ingeniería, informática y diseño,» 16 Octubre 2016. [En línea]. Available: <https://www.luisllamas.es/tarjeta-micro-sd-arduino/>. [Último acceso: 21 Mayo 2019].
- [36] «Electrónica Store. Net,» 2018. [En línea]. Available: <https://electronicastore.net/producto/modulo-lector-de-tarjetas-sd-para-arduino/>. [Último acceso: 21 Mayo 2019].
- [37] J. R. Santa Anna Zamudio, «Geek Factory,» 20 Marzo 2015. [En línea]. Available: <https://www.geekfactory.mx/tutoriales/tutoriales-arduino/ds1307-en-tinyrtc-con-arduino/>. [Último acceso: 21 Mayo 2019].
- [38] «TUELECTRONICA.es,» 14 Noviembre 2012. [En línea]. Available: <https://tuelectronica.es/modulo-rtc-ds1307-arduino/>. [Último acceso: 21 Mayo 2019].
- [39] «Electrónica Plug and Play,» [En línea]. Available: <http://www.electronicaplugandplay.com/nosotros/ayuda>. [Último acceso: 25 Mayo 2019].
- [40] M. Rodríguez, H. Chagora y M. López, «"Diseño conceptual de sistema para la automatización del invernadero uno de la Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato",» de *Ciencias de la Ingeniería y Tecnología Handbook T-IV*, Valle de Santiago, Guanajuato, ECORFAN, 2014, pp. 299-318.
- [41] N. M. Ramos Castro, "Diseño e implementación de un prototipo de sistema de alerta temprana para la prevención de incendios y tala de árboles en una zona boscosa de la UNACH", Riobamba: UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO, 2016.
- [42] J. L. Calapiña Sánchez, "Sistema electrónico portable para la medición del índice de contaminación de suelos", Ambato: Universidad Técnica de Ambato, 2018.
- [43] N. M. Ramos Castro, "Diseño e implementación de un prototipo de sistema de alerta temprana para la prevención de incendios y tala de árboles en una zona boscosa de la UNACH", Riobamba: Universidad Nacional de Chimborazo, 2016.
- [44] . D. R. TILINCHANA SIMBAÑA, "Implementación de un robot móvil para medir parámetros de calidad del aire", Quito: ESCUELA POLITECNICA NACIONAL, 2019.

ANEXOS

ANEXO I



Figura I.1. Excavación para estructuras



Figura I.2. Montado de estructura



Figura I.3. Colocación de las chumaceras



Figura I.4. Ubicación estructura- eje-chumacera

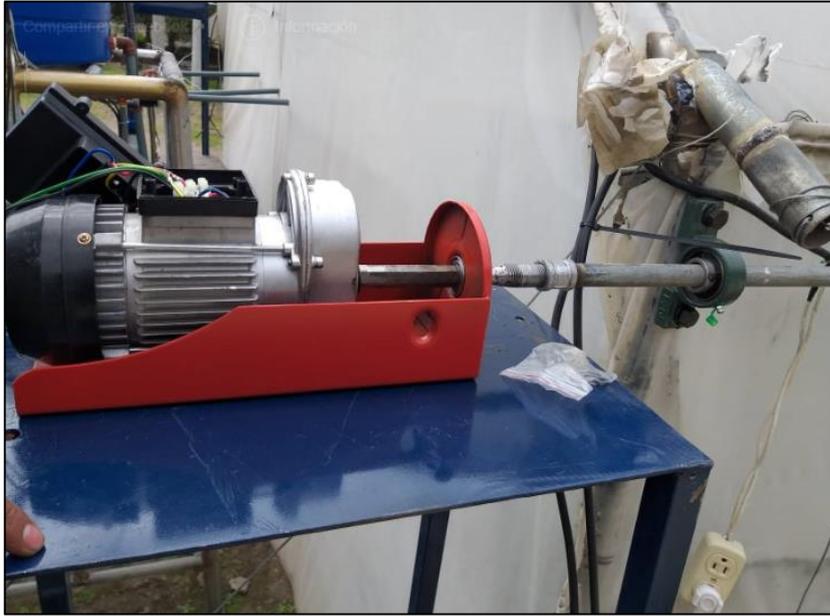


Figura I.5. Acoples motor-estructura



Figura I.6. Cableado

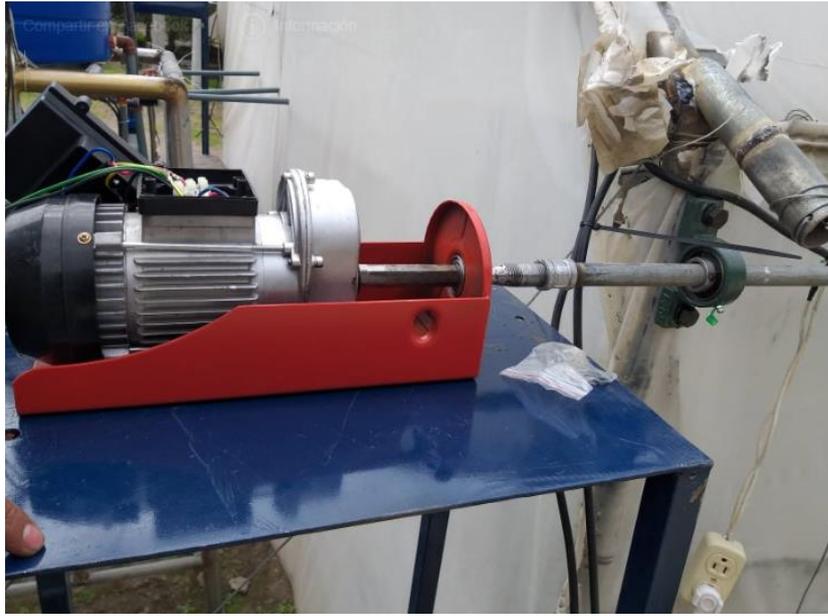


Figura I.7. Acople motor-estructura



Figura I.8. Cableado



Figura I.9. Ubicación de final de carrera



Figura I.10. Implementación del termocupla tipo k con extractor en funcionamiento

ANEXO II



Figura II.1. Cambio de plástico del invernadero



Figura II.2. Diseño de las ventanas laterales

ANEXO III

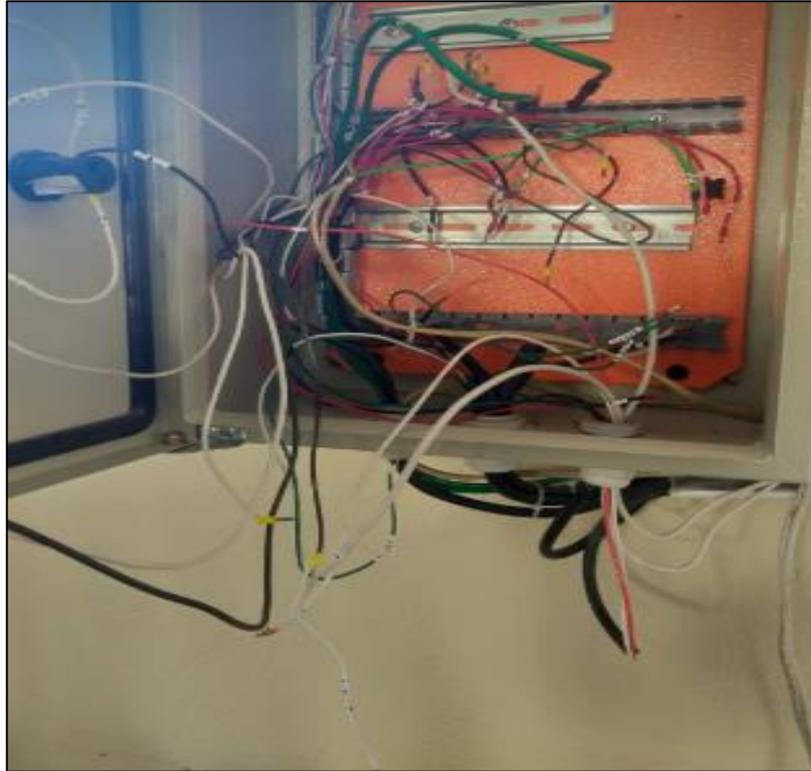


Figura III.1. Instalación del tablero de control

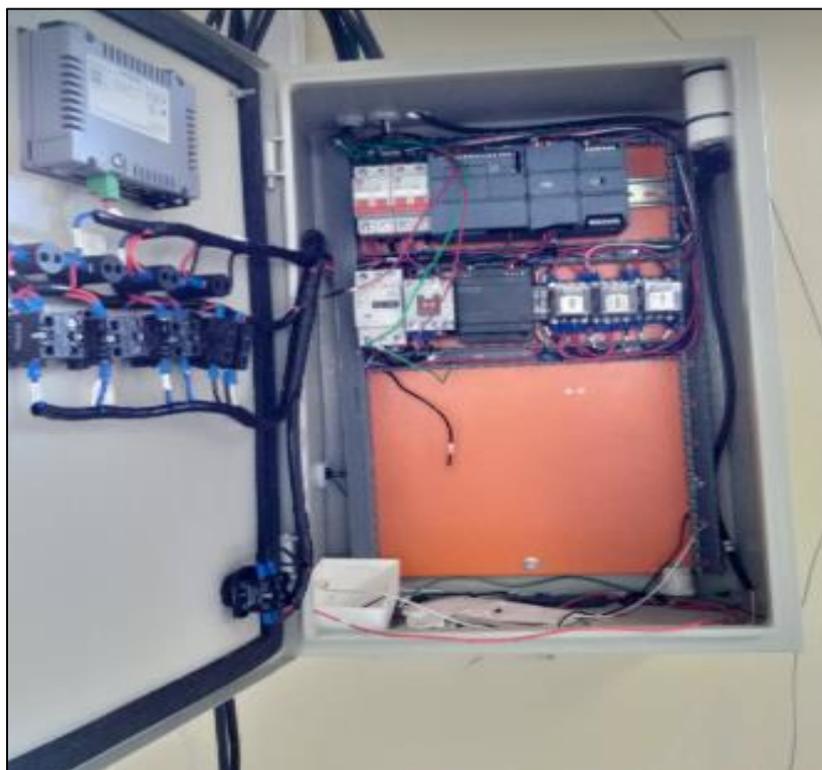


Figura III.2. Cableado del tablero de control



Figura III.3. Tablero de control implementado



Fig. III. 4. Sistema de control de temperatura para el usuario

Anexo IV

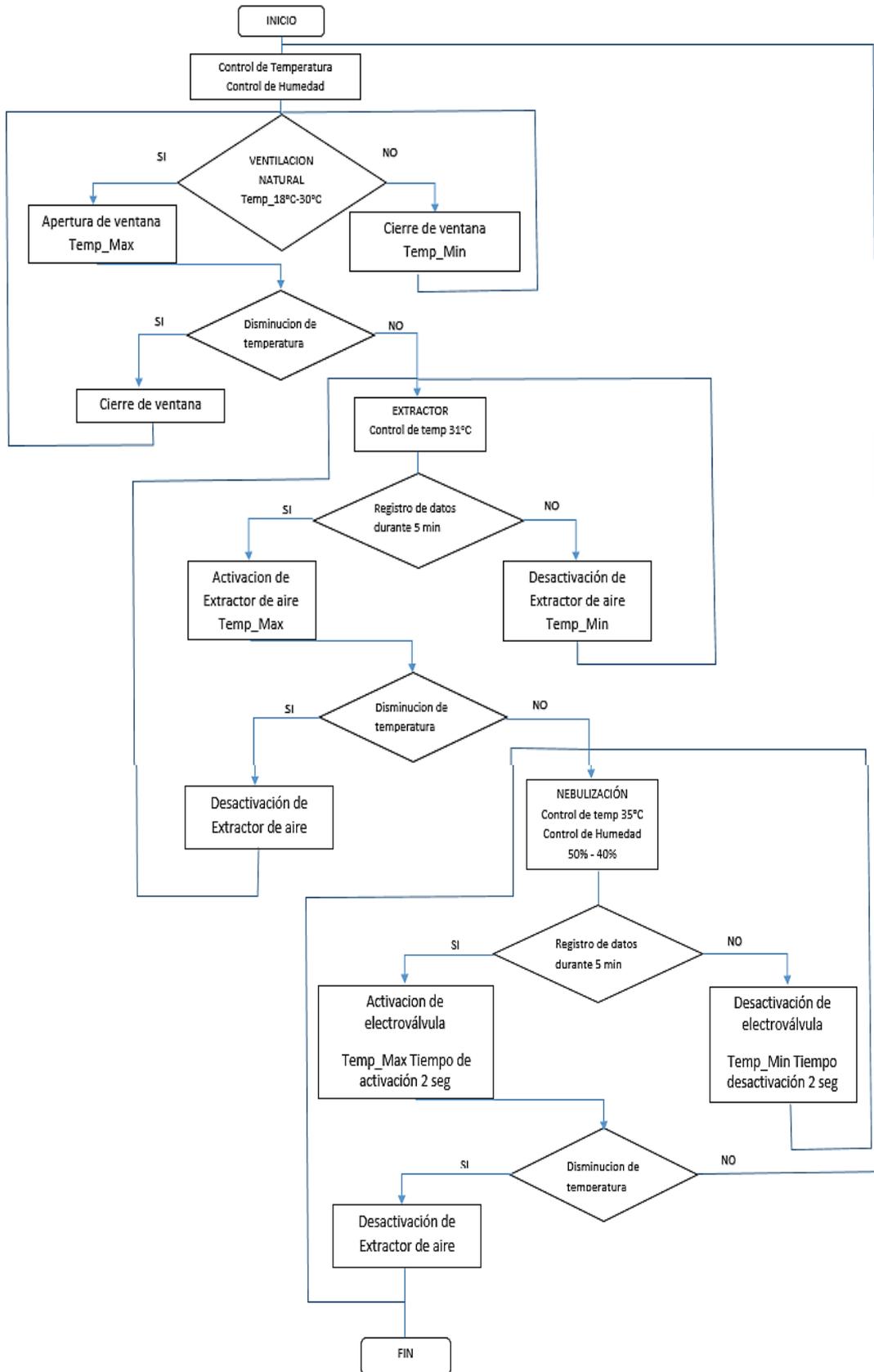


Figura IV.1. Diagrama de bloques del control de temperatura.

Anexo V



Figura V.1. Temperatura cortinas abajo

DATOS EXT.		DATOS INTER.	
HORA	° C	HORA	° C
0:01:19	12	0:01:19	12.7
0:16:18	12	0:16:18	12.9
0:31:17	12	0:31:17	12.9
0:46:16	12.5	0:46:16	12.9
1:01:15	12.5	1:01:15	12.9
1:16:14	12.5	1:16:14	12.9
1:31:13	12	1:31:13	12.9
1:46:12	12	1:46:12	13.0
2:01:11	12	2:01:11	12.9
2:16:10	12.5	2:16:10	12.9
2:31:09	12.5	2:31:09	13.0
2:46:08	13	2:46:08	12.9
3:01:07	12	3:01:07	12.8
3:16:06	12	3:16:06	12.9
3:31:05	12	3:31:05	12.7
3:46:04	12	3:46:04	12.8
4:01:03	12	4:01:03	12.8
4:16:02	12	4:16:02	12.7
4:31:01	12	4:31:01	12.7
4:46:00	11.5	4:46:00	12.8
5:00:59	11.5	5:00:59	12.7
5:15:58	12.5	5:15:58	12.7
5:30:57	13	5:30:57	12.6
5:45:56	12.5	5:45:56	12.3
6:00:55	11.5	6:00:55	12.3
6:15:54	11	6:15:54	12.4
6:30:53	11	6:30:53	12.3
6:45:52	11.5	6:45:52	12.5
7:00:51	12	7:00:51	12.8
7:15:50	12	7:15:50	13.3
7:30:48	12.5	7:30:48	13.8
7:45:47	13	7:45:47	16.1
8:00:46	13	8:00:46	16.3
8:15:45	14	8:15:45	18.0
8:30:44	14	8:30:44	19.4
8:45:43	15.5	8:45:43	21.4
9:00:42	16	9:00:42	22.8
9:15:41	15.5	9:15:41	22.3
9:30:40	16.5	9:30:40	24.8

9:45:39	17	9:45:39	26.2
10:00:39	18	10:00:39	26.9
10:15:38	19	10:15:38	32.0
10:30:37	18.5	10:30:37	26.7
10:45:36	19	10:45:36	31.0
11:00:35	20	11:00:35	28.5
11:15:34	19	11:15:34	29.1
11:30:33	24	11:30:33	40.9
11:45:32	20	11:45:32	32.9
12:00:31	22	12:00:31	31.0
12:15:30	20	12:15:30	29.7
12:47:04	23	12:47:04	26.9
13:02:03	22	13:02:03	34.4
13:17:02	22	13:17:02	29.4
13:32:01	24	13:32:01	30.3
13:47:00	22	13:47:00	38.2
14:01:59	23	14:01:59	39.3
14:16:58	23	14:16:58	31.1
14:31:57	24	14:31:57	39.3
14:46:56	24	14:46:56	39.2
15:01:55	23	15:01:55	37.8
15:16:55	25	15:16:55	39.3
15:31:54	24	15:31:54	37.8
15:46:53	22	15:46:53	37.4
16:01:52	24	16:01:52	39.3
16:16:51	21	16:16:51	30.3
16:31:50	20	16:31:50	22.7
16:46:49	20	16:46:49	22.2
17:01:48	19	17:01:48	22.3
17:16:47	19	17:16:47	21.6
17:31:46	18	17:31:46	20.3
17:46:45	17	17:46:45	19.2
18:01:44	17	18:01:44	17.7
18:16:43	16	18:16:43	17.2
18:31:42	15	18:31:42	16.3
18:46:41	15	18:46:41	15.8
19:01:40	15	19:01:40	15.7
19:16:39	15	19:16:39	15.0
19:31:38	14	19:31:38	15.3
19:46:37	14	19:46:37	15.0
20:01:36	14	20:01:36	15.0
20:16:35	13	20:16:35	14.7
20:31:34	13	20:31:34	14.5

20:46:33	13	20:46:33	14.5
21:01:32	13	21:01:32	14.3
21:16:31	13	21:16:31	13.9
21:31:30	13	21:31:30	14.1
21:46:29	13	21:46:29	14.0
22:01:28	13	22:01:28	13.7
22:16:27	13	22:16:27	13.3
22:31:26	12	22:31:26	13.5
22:46:25	12	22:46:25	13.7
23:01:24	13	23:01:24	13.5
23:16:23	12	23:16:23	13.4
23:31:22	13	23:31:22	13.1
23:46:20	12	23:46:20	13.3
23:59:59	13	23:59:59	13.5

Tabla V.1. Tabla diaria de temperatura con hora y fecha cortinas abajo

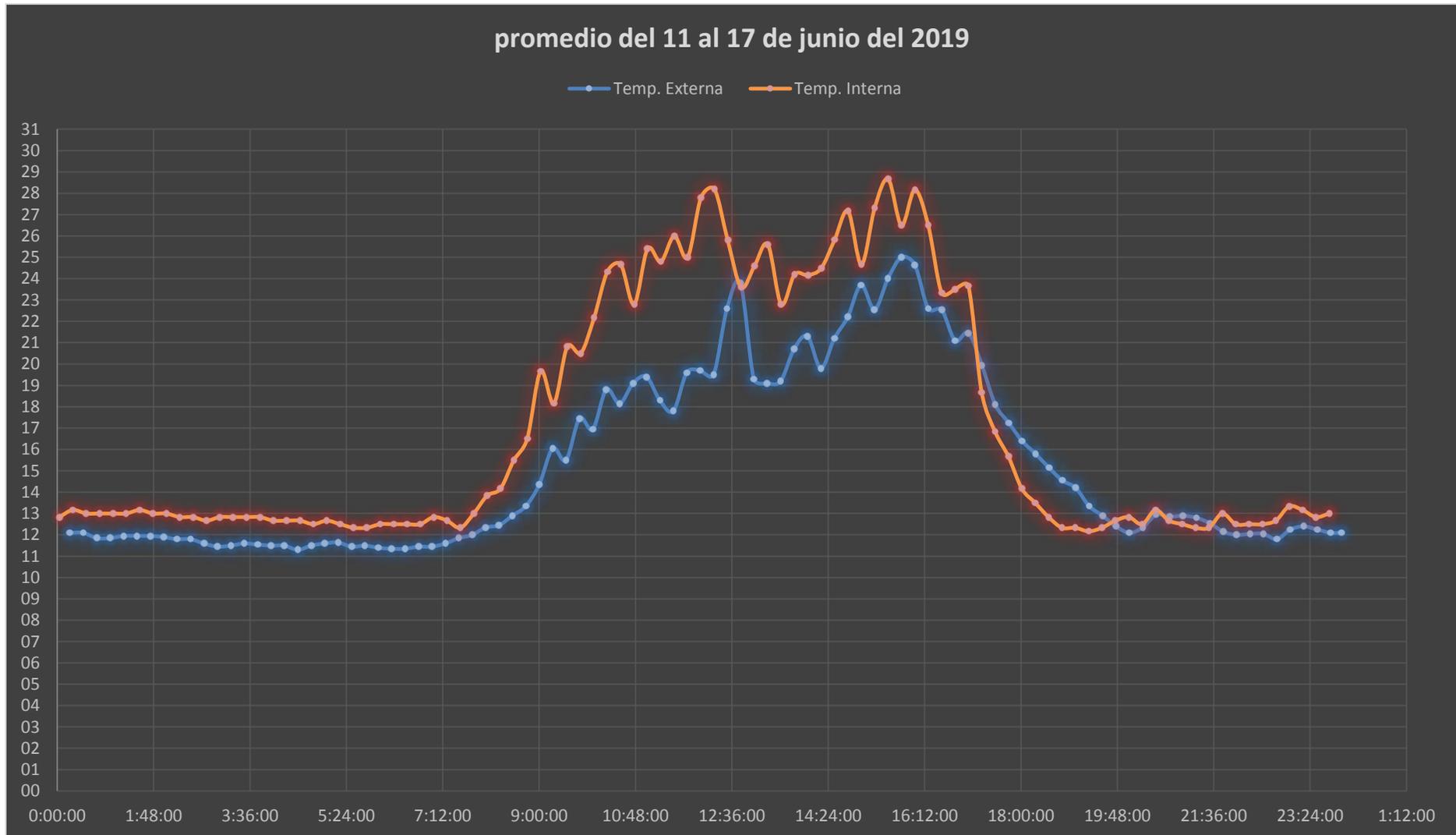


Figura V.3. Temperatura cortinas arriba

DATOS EXT.		DATOS INTER.	
HORA	° C	HORA	° C
0:14:10	12.1	0:02:26	12.8
0:29:12	12.1	0:17:25	13.2
0:44:13	11.9	0:32:24	13.0
0:59:15	11.9	0:47:22	13.0
1:14:17	12.0	1:02:21	13.0
1:29:19	12.0	1:17:20	13.0
1:44:20	12.0	1:32:19	13.2
1:59:22	11.9	1:47:18	13.0
2:14:24	11.8	2:02:16	13.0
2:29:25	11.8	2:17:15	12.8
2:44:27	11.6	2:32:14	12.8
2:59:29	11.5	2:47:13	12.7
3:14:30	11.5	3:02:11	12.8
3:29:32	11.6	3:17:10	12.8
3:44:34	11.6	3:32:09	12.8
3:59:36	11.5	3:47:08	12.8
4:14:37	11.5	4:02:07	12.7
4:29:39	11.3	4:17:05	12.7
4:44:41	11.5	4:32:04	12.7
4:59:43	11.6	4:47:03	12.5
5:14:44	11.7	5:02:02	12.7
5:29:46	11.5	5:17:00	12.5
5:44:48	11.5	5:31:59	12.3
5:59:49	11.4	5:46:58	12.3
6:14:51	11.4	6:01:57	12.5
6:29:53	11.4	6:16:56	12.5
6:44:54	11.5	6:31:54	12.5
6:59:56	11.5	6:46:53	12.5
7:14:58	11.6	7:01:52	12.8
7:30:00	11.9	7:16:51	12.7
7:45:01	12.0	7:31:49	12.3
8:00:03	12.4	7:46:48	13.0
8:15:05	12.5	8:01:47	13.8
8:30:06	12.9	8:16:46	14.2
8:45:08	13.4	8:31:45	15.5
9:00:10	14.4	8:46:43	16.5
9:15:12	16.1	9:01:42	19.7
9:30:13	15.5	9:16:41	18.2
9:45:15	17.5	9:31:40	20.8
10:00:17	17.0	9:46:39	20.5
10:15:19	18.8	10:01:37	22.2
10:30:21	18.2	10:16:36	24.3

10:45:22	19.1	10:31:35	24.7
11:00:24	19.4	10:46:34	22.8
11:15:26	18.3	11:01:33	25.4
11:30:28	17.8	11:16:32	24.8
11:45:30	19.6	11:31:30	26.0
12:00:32	19.7	11:46:29	25.0
12:15:33	19.5	12:01:28	27.8
12:30:35	22.6	12:16:27	28.2
12:45:37	23.8	12:31:26	25.8
13:00:39	19.3	12:46:25	23.6
13:15:41	19.1	13:01:24	24.6
13:30:43	19.2	13:16:23	25.6
13:45:44	20.7	13:31:21	22.8
14:00:46	21.3	13:46:20	24.2
14:15:48	19.8	14:01:19	24.2
14:30:50	21.2	14:16:18	24.5
14:45:52	22.2	14:31:17	25.8
15:00:54	23.7	14:46:16	27.2
15:15:55	22.6	15:01:15	24.7
15:30:57	24.0	15:16:13	27.3
15:45:59	25.0	15:31:12	28.7
16:01:01	24.7	15:46:11	26.5
16:16:03	22.6	16:01:10	28.2
16:31:05	22.6	16:16:09	26.5
16:46:07	21.1	16:31:08	23.3
17:01:08	21.5	16:46:06	23.5
17:16:10	20.0	17:01:05	23.7
17:31:12	18.1	17:16:04	18.7
17:46:14	17.3	17:31:03	16.8
18:01:16	16.4	17:46:02	15.7
18:16:17	15.8	18:01:01	14.2
18:31:19	15.2	18:15:59	13.5
18:46:21	14.6	18:30:58	12.8
19:01:23	14.2	18:45:57	12.3
19:16:24	13.4	19:00:56	12.3
19:31:26	12.9	19:15:54	12.2
19:46:28	12.4	19:30:53	12.3
20:01:29	12.1	19:45:52	12.7
20:16:31	12.4	20:00:51	12.8
20:31:33	13.0	20:15:50	12.5
20:46:35	12.9	20:30:48	13.2
21:01:36	12.9	20:45:47	12.7
21:16:38	12.8	21:00:46	12.5
21:31:40	12.6	21:15:45	12.3

21:46:41	12.2	21:30:43	12.3
22:01:43	12.0	21:45:42	13.0
22:16:45	12.1	22:00:41	12.5
22:31:46	12.1	22:15:40	12.5
22:46:48	11.8	22:30:39	12.5
23:01:50	12.3	22:45:37	12.7
23:16:52	12.4	23:00:36	13.3
23:31:53	12.3	23:15:35	13.2
23:46:55	12.1	23:30:34	12.8
23:59:08	12.1	23:45:32	13.0

Tabla V.2. Tabla diaria de temperatura con hora y fecha cortinas arriba

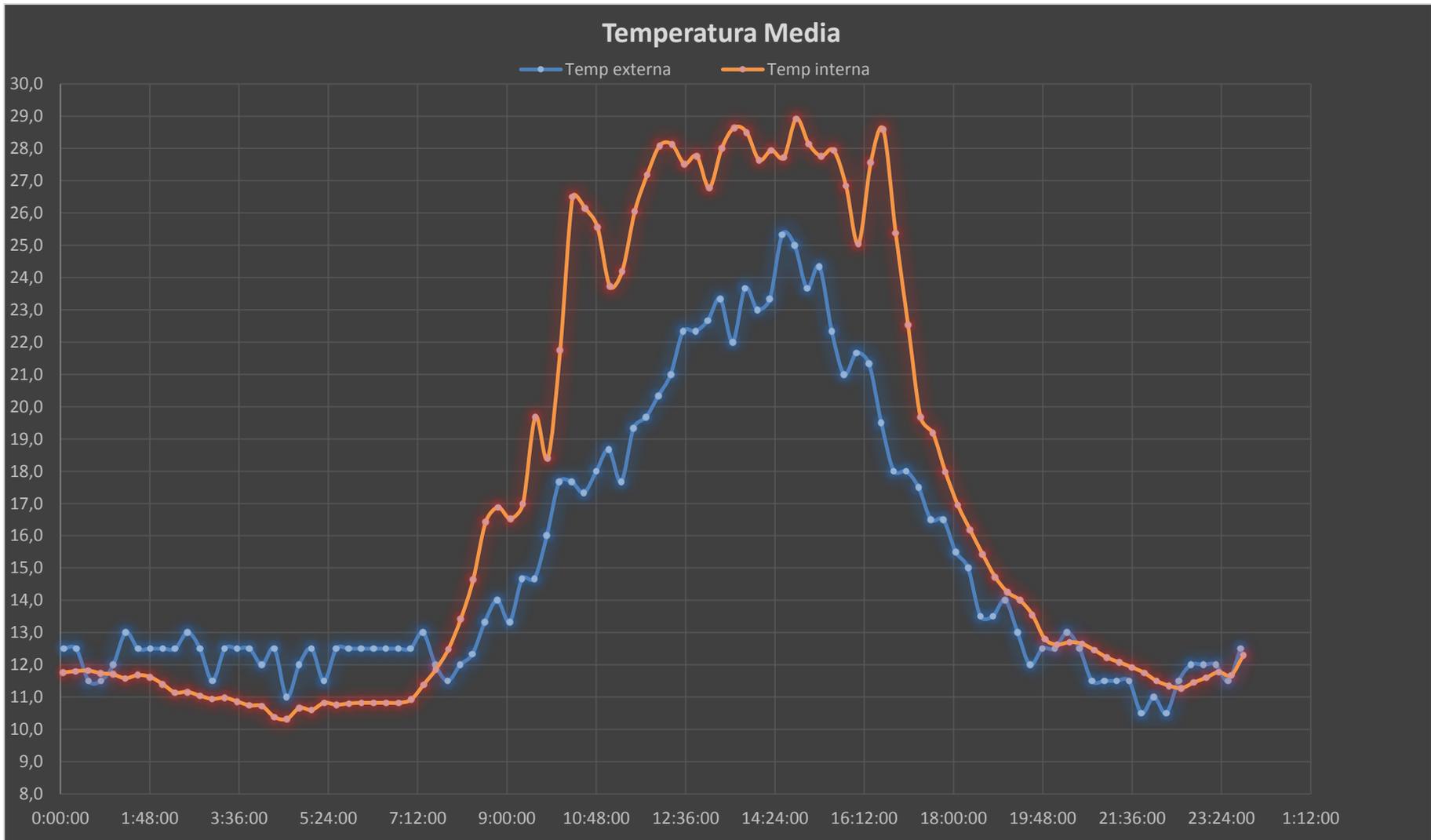


Figura V.5. Temperatura cortinas arriba más extractor de aire

DATOS EXT.		DATOS INTER.	
HORA	° C	HORA	° C
0:03:51	12.5	0:03:16	11.8
0:18:50	12.5	0:18:18	11.8
0:33:49	11.5	0:33:20	11.8
0:48:48	11.5	0:48:21	11.7
1:03:47	12.0	1:03:23	11.7
1:18:45	13.0	1:18:24	11.6
1:33:44	12.5	1:33:26	11.7
1:48:43	12.5	1:48:27	11.6
2:03:42	12.5	2:03:29	11.4
2:18:41	12.5	2:18:30	11.1
2:33:40	13.0	2:33:32	11.2
2:48:39	12.5	2:48:33	11.0
3:03:38	11.5	3:03:35	10.9
3:18:37	12.5	3:18:36	11.0
3:33:36	12.5	3:33:38	10.9
3:48:35	12.5	3:48:39	10.7
4:03:34	12.0	4:03:41	10.7
4:18:33	12.5	4:18:42	10.4
4:33:32	11.0	4:33:44	10.3
4:48:31	12.0	4:48:45	10.7
5:03:30	12.5	5:03:47	10.6
5:18:29	11.5	5:18:48	10.8
5:33:28	12.5	5:33:50	10.8
5:48:27	12.5	5:48:51	10.8
6:03:26	12.5	6:03:53	10.8
6:18:25	12.5	6:18:54	10.8
6:33:24	12.5	6:33:56	10.8
6:48:23	12.5	6:48:57	10.8
7:03:22	12.5	7:03:59	10.9
7:18:21	13.0	7:19:00	11.4
7:33:20	12.0	7:34:02	11.9
7:48:18	11.5	7:49:03	12.5
8:03:17	12.0	8:04:05	13.4
8:18:16	12.3	8:19:06	14.6
8:33:15	13.3	8:34:08	16.4
8:48:14	14.0	8:49:09	16.9
9:03:13	13.3	9:04:11	16.5
9:18:12	14.7	9:19:13	17.0
9:33:11	14.7	9:34:14	19.7
9:48:10	16.0	9:49:16	18.4
10:03:09	17.7	10:04:17	21.7
10:18:08	17.7	10:19:19	26.5

10:33:07	17.3	10:34:20	26.1
10:48:06	18.0	10:49:22	25.6
11:03:05	18.7	11:04:23	23.7
11:18:04	17.7	11:19:25	24.2
11:33:03	19.3	11:34:27	26.0
11:48:02	19.7	11:49:28	27.2
12:03:01	20.3	12:04:30	28.1
12:18:00	21.0	12:19:31	28.1
12:32:59	22.3	12:34:33	27.5
12:47:58	22.3	12:49:35	27.8
13:02:57	22.7	13:04:36	26.8
13:17:56	23.3	13:19:38	28.0
13:32:56	22.0	13:34:40	28.6
13:47:55	23.7	13:49:41	28.5
14:02:54	23.0	14:04:43	27.6
14:17:53	23.3	14:19:45	27.9
14:32:52	25.3	14:34:46	27.7
14:47:51	25.0	14:49:48	28.9
15:02:50	23.7	15:04:50	28.1
15:17:49	24.3	15:19:52	27.8
15:32:48	22.3	15:34:53	27.9
15:47:47	21.0	15:49:55	26.8
16:02:46	21.7	16:04:57	25.0
16:17:45	21.3	16:19:58	27.6
16:32:44	19.5	16:35:00	28.6
16:47:43	18.0	16:50:01	25.4
17:02:42	18.0	17:05:03	22.5
17:17:41	17.5	17:20:05	19.7
17:32:40	16.5	17:35:06	19.2
17:47:39	16.5	17:50:08	18.0
18:02:38	15.5	18:05:09	17.0
18:17:37	15.0	18:20:11	16.2
18:32:36	13.5	18:35:12	15.4
18:47:35	13.5	18:50:14	14.7
19:02:34	14.0	19:05:15	14.3
19:17:33	13.0	19:20:17	14.0
19:32:32	12.0	19:35:18	13.6
19:47:31	12.5	19:50:20	12.8
20:02:30	12.5	20:05:21	12.6
20:17:29	13.0	20:20:23	12.7
20:32:28	12.5	20:35:24	12.7
20:47:27	11.5	20:50:26	12.5
21:02:26	11.5	21:05:27	12.2
21:17:25	11.5	21:20:29	12.1

21:32:24	11.5	21:35:30	11.9
21:47:23	10.5	21:50:32	11.8
22:02:22	11.0	22:05:33	11.5
22:17:21	10.5	22:20:35	11.4
22:32:20	11.5	22:35:36	11.3
22:47:18	12.0	22:50:38	11.5
23:02:17	12.0	23:05:39	11.6
23:17:16	12.0	23:20:41	11.8
23:32:15	11.5	23:35:42	11.7
23:47:14	12.5	23:50:44	12.3

TablaV.3. Tabla diaria de temperatura con hora y fecha cortinas arriba más extractor de aire

ANEXO V. graficas de comparaciones

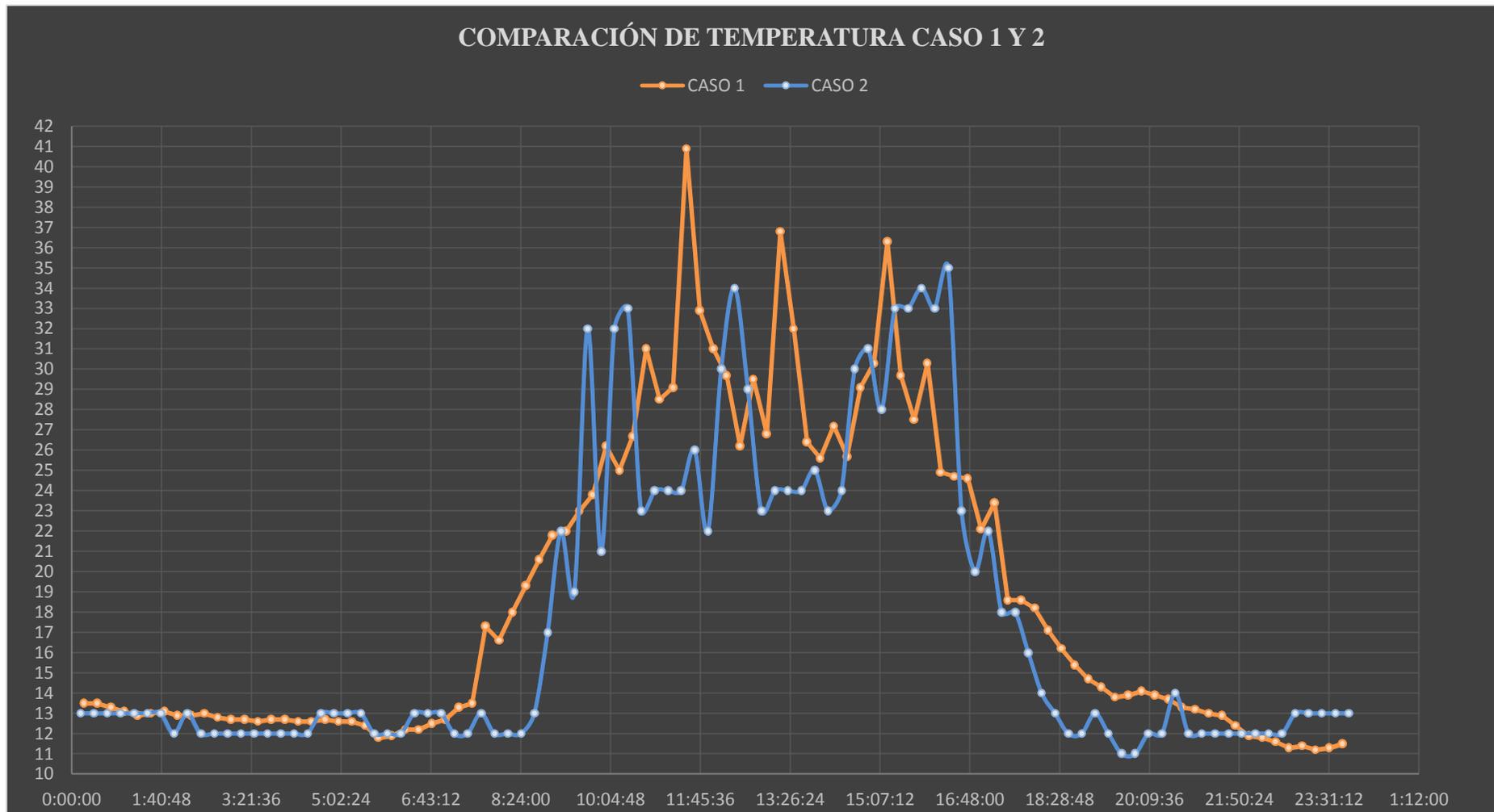


Figura V. 6. Comparación de temperatura caso 1 y 2

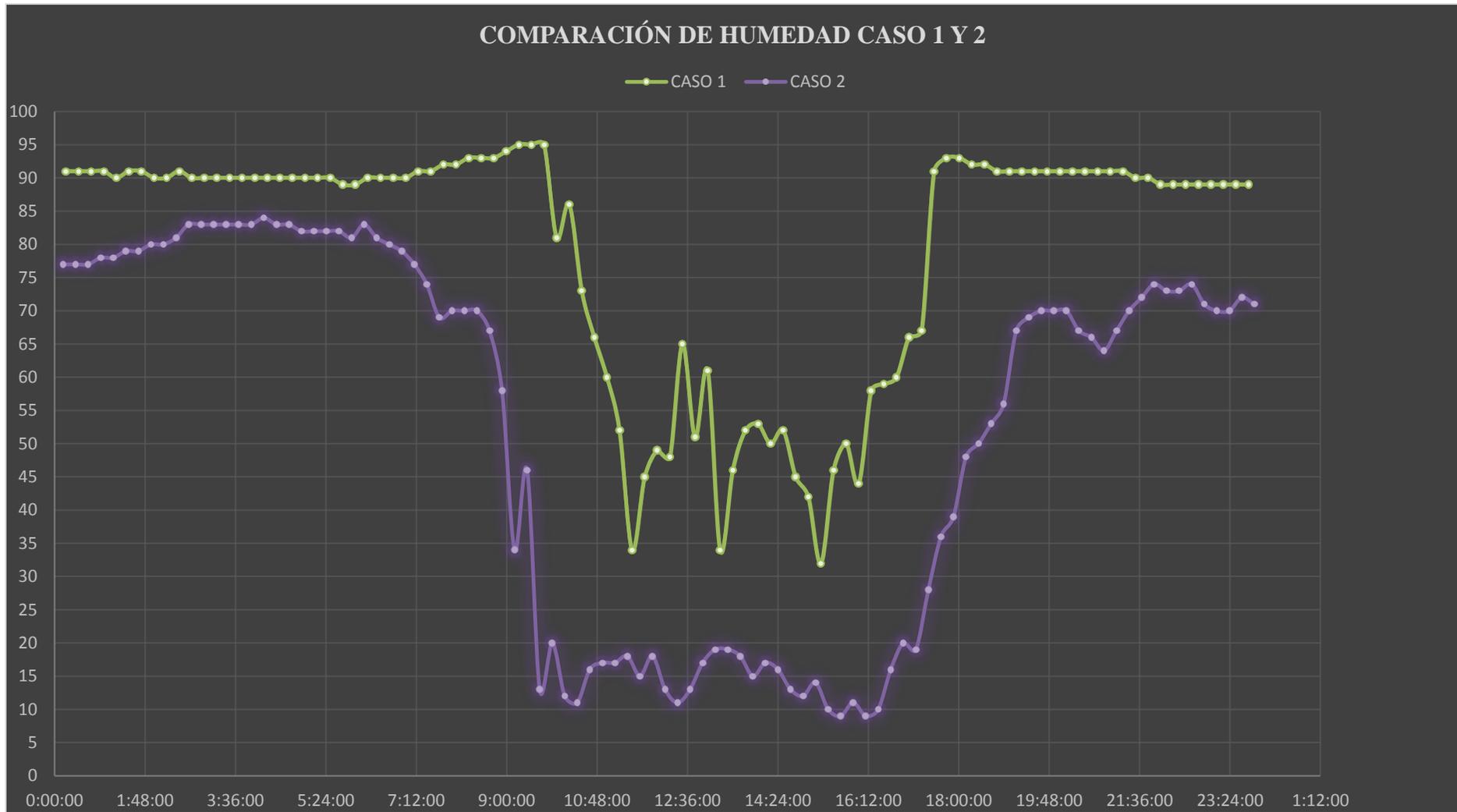


Figura V. 7 Comparación de humedad caso 1 y 2

COMPARACIÓN DE TEMPERATURA CASO 2 Y 3

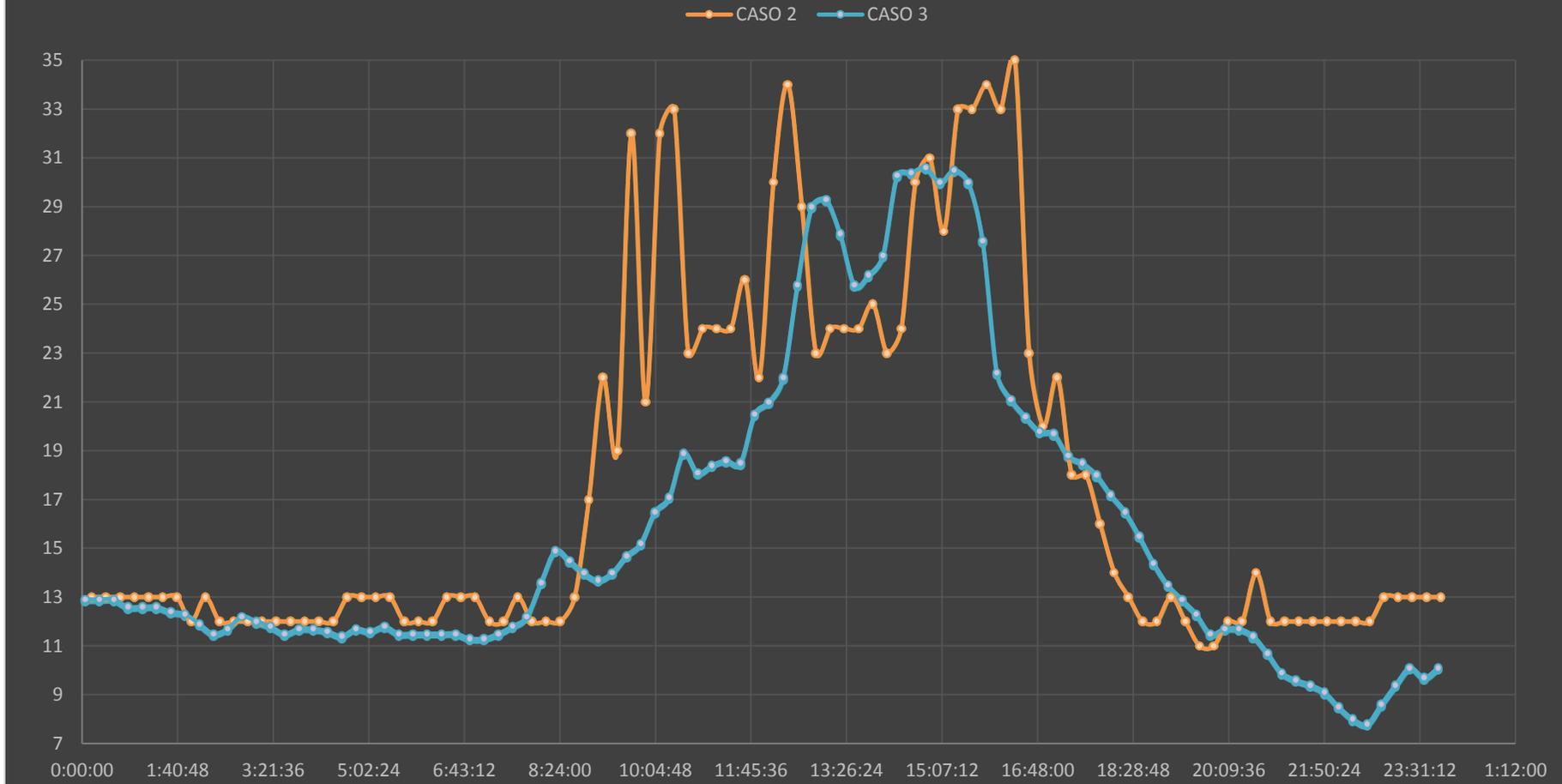


Figura V. 8 Comparación de temperatura caso 2 y 3

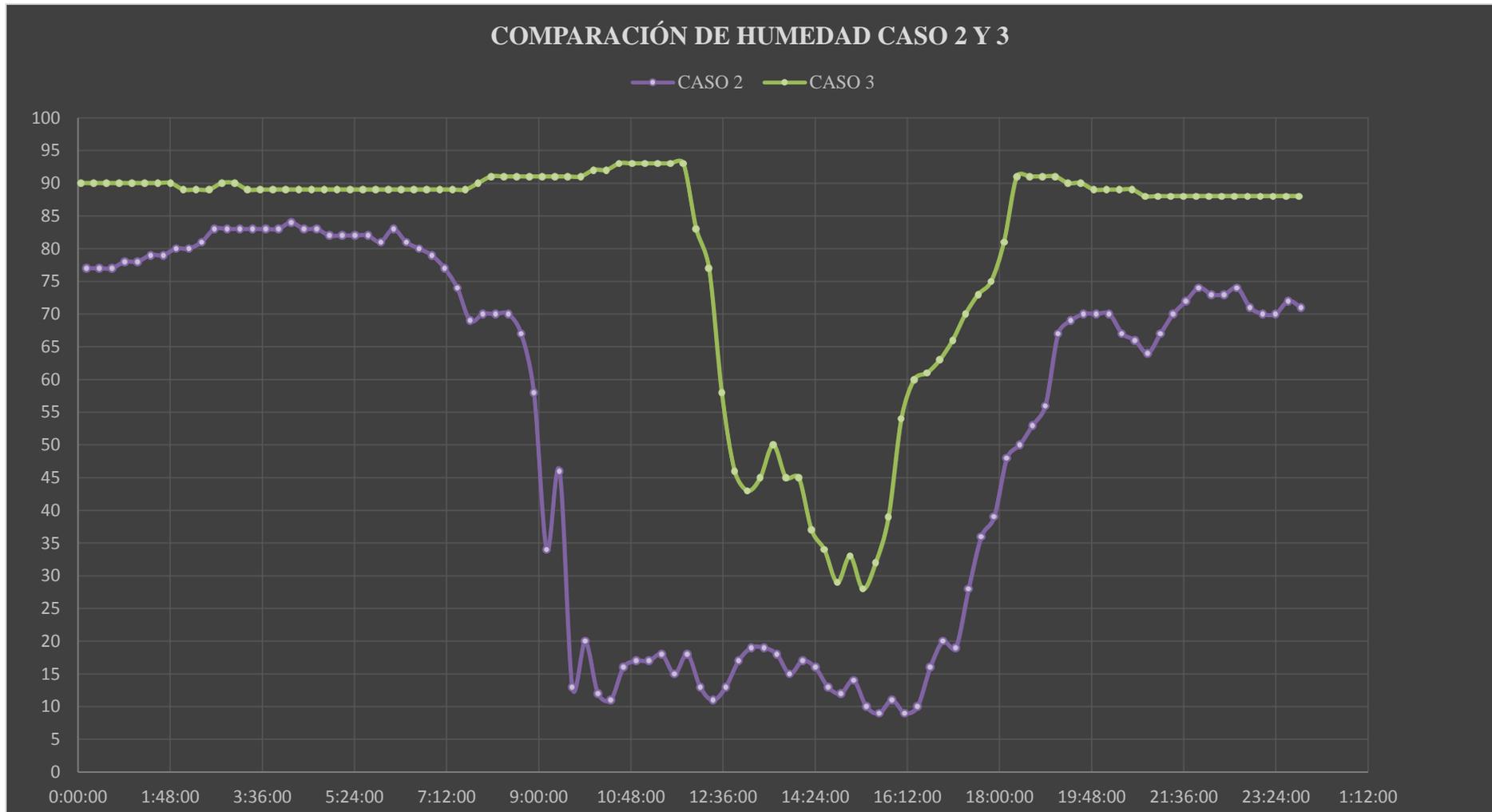


Figura V. 9 Comparación de humedad caso 2 y 3

COMPARACIÓN DE TEMPERATURA CASO 1 Y 3

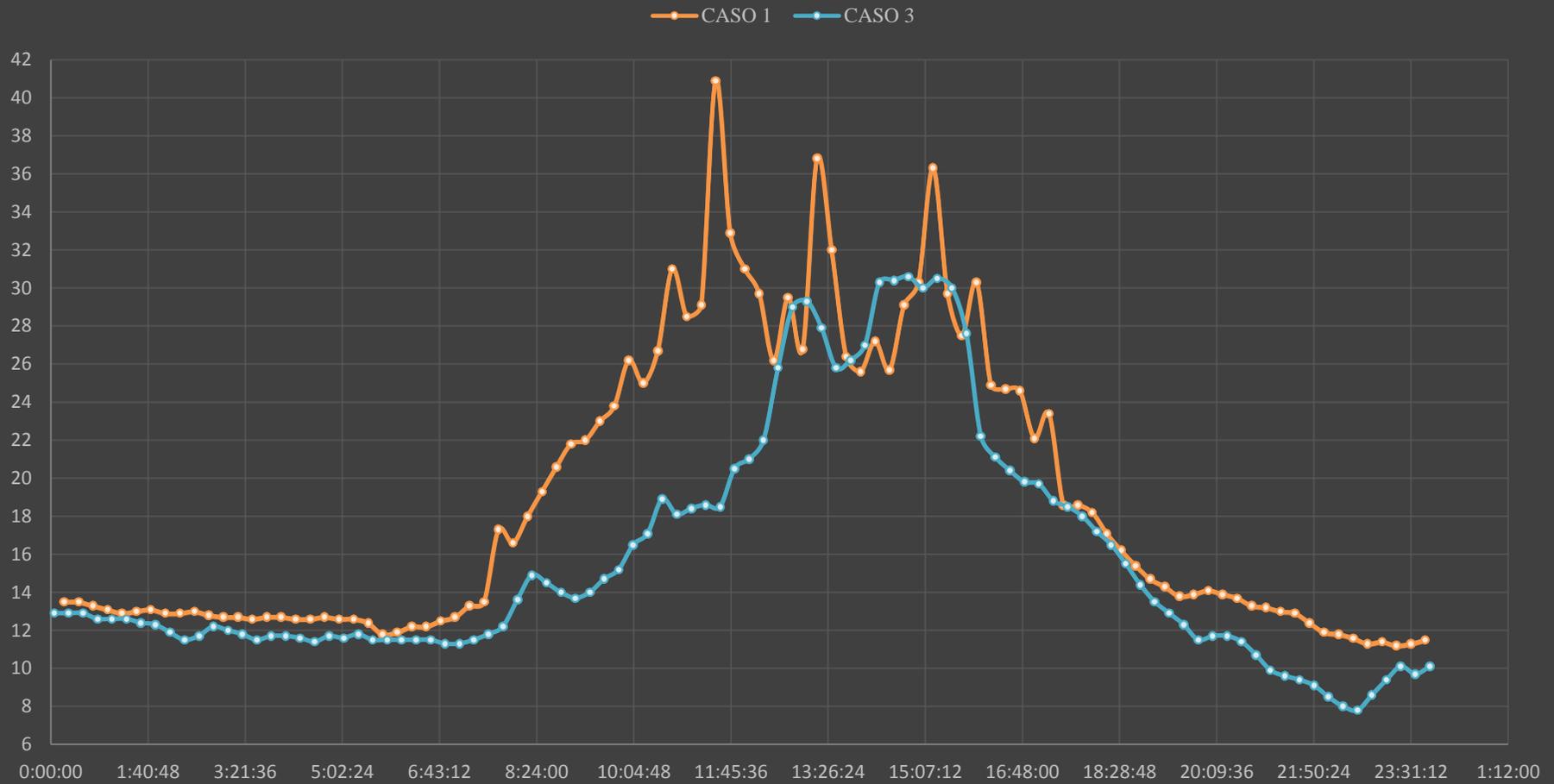


Figura V. 10 Comparación de temperatura caso 1 y 3

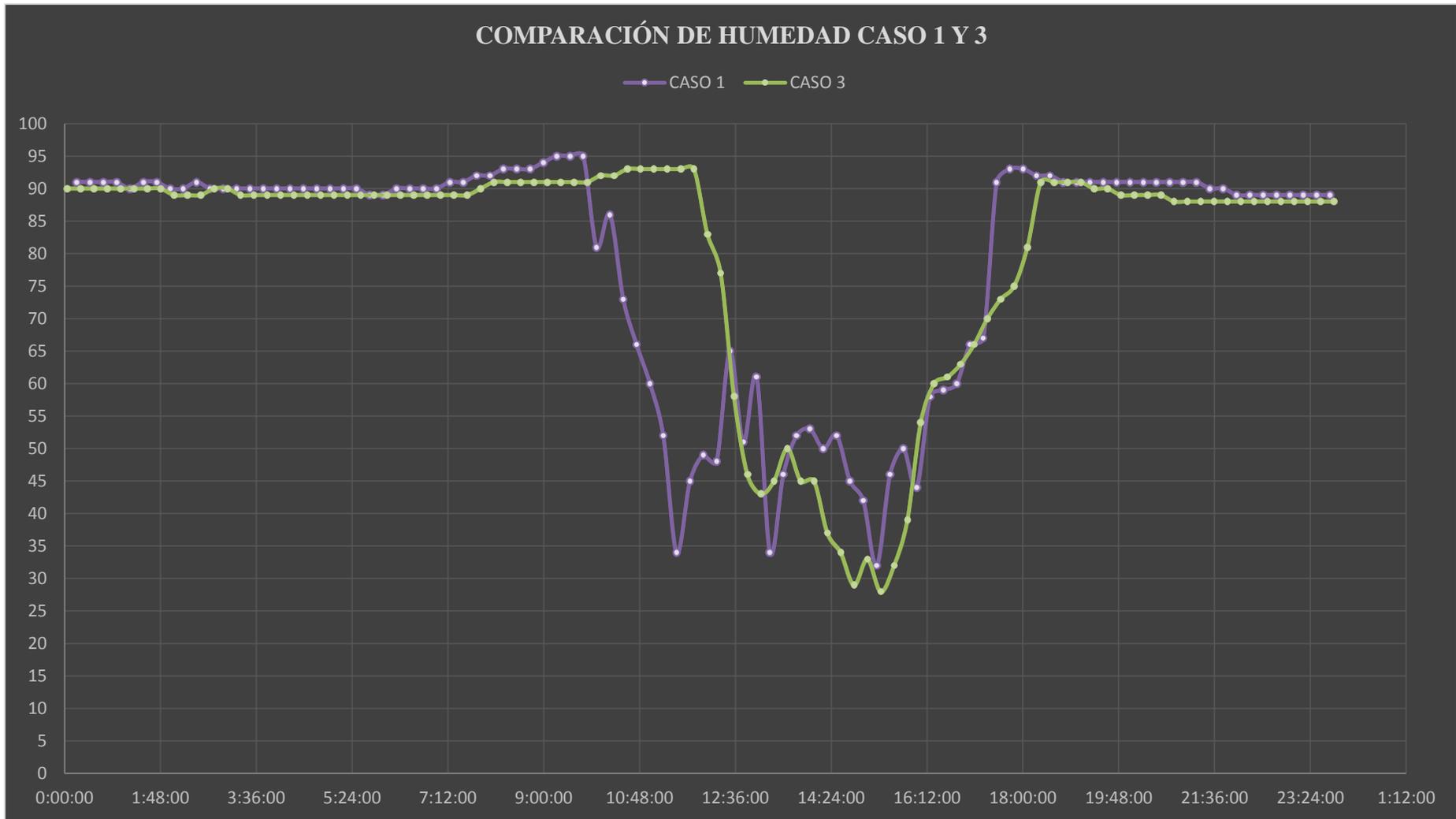


Figura V.11 Comparación de humedad caso 1 y 3

Anexo VI

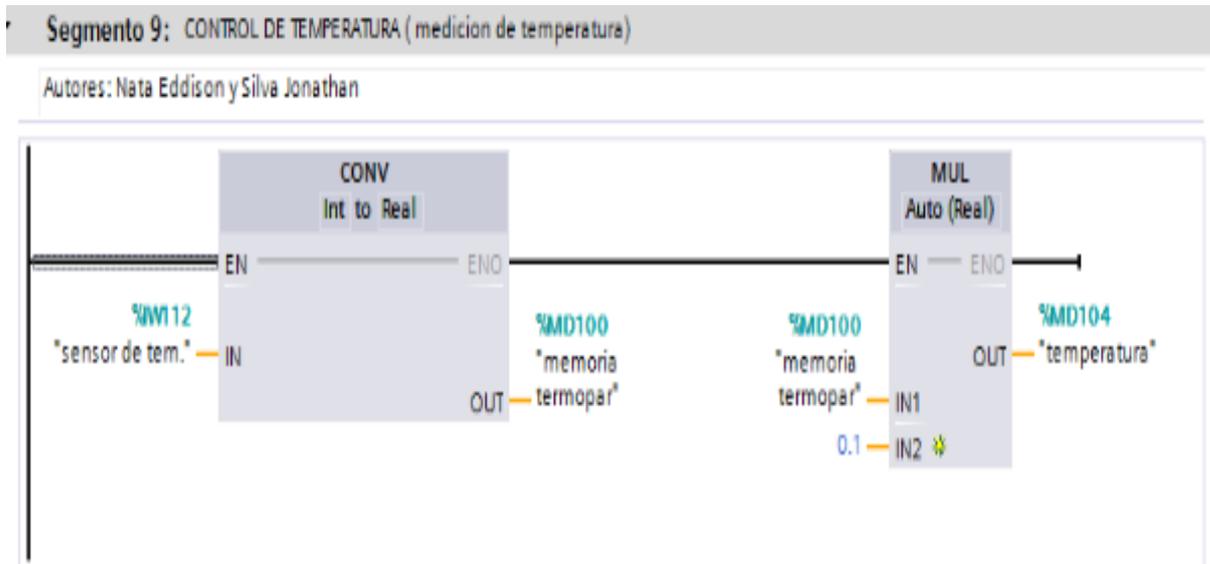


Figura VI.1. Control de temperatura Segmento 9

En el segmento 9 de la programación en tía portal, está dedicado a la medición de temperatura, para esto se utiliza el sistema de conversión debido a que la señal que envía el termopar tipo k, es una señal analógica por lo cual se la debe transformar a una magnitud real.

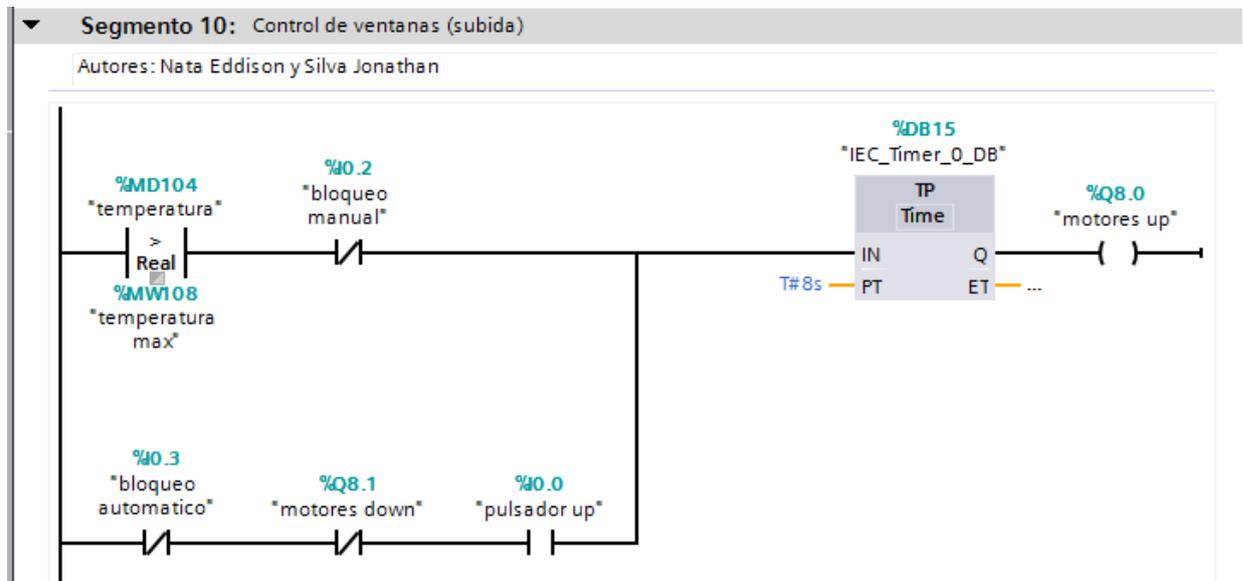


Figura VI.2. Control de temperatura Segmento 10 (control de ventanas, subir)

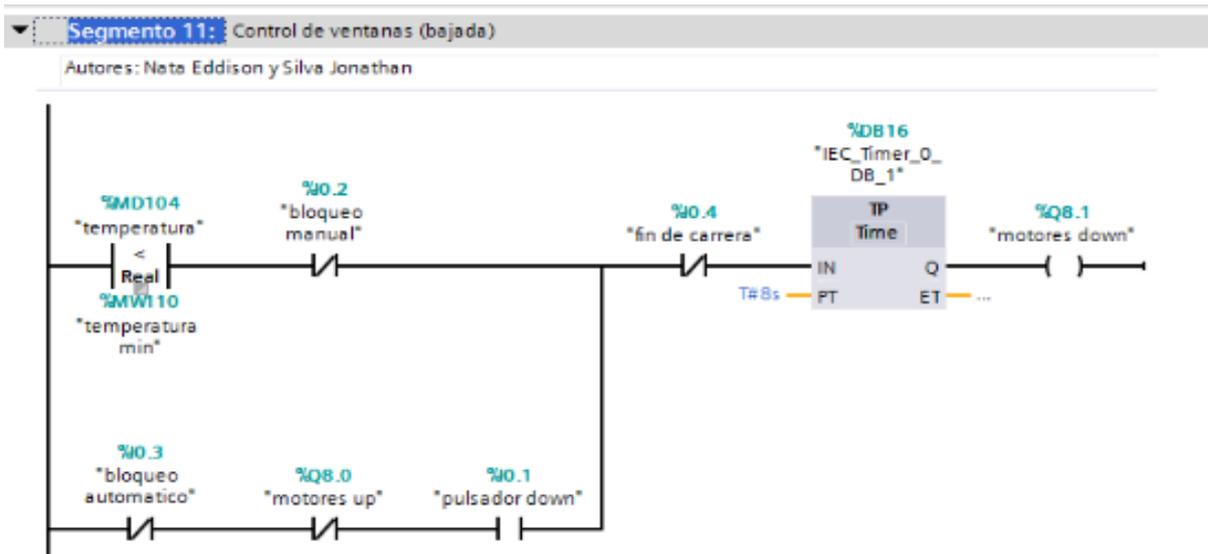


Figura VI.3. Control de temperatura Segmento 10 (control de ventanas, bajar)

En el segmento 10 y 11, se encuentra la programación para el levantamiento y bajada de las ventanas, cada uno de estas cuentan con el sistema de comparación dependiendo el caso, debido a que, si la temperatura excede el límite establecido, este levantara las ventanas e igualmente las bajara si esta defiende. A su vez cada programación cuenta con el sistema de bloques necesarios para que no exista ningún corto circuito entre los componentes eléctricos que conforman el sistema de control y automatización.

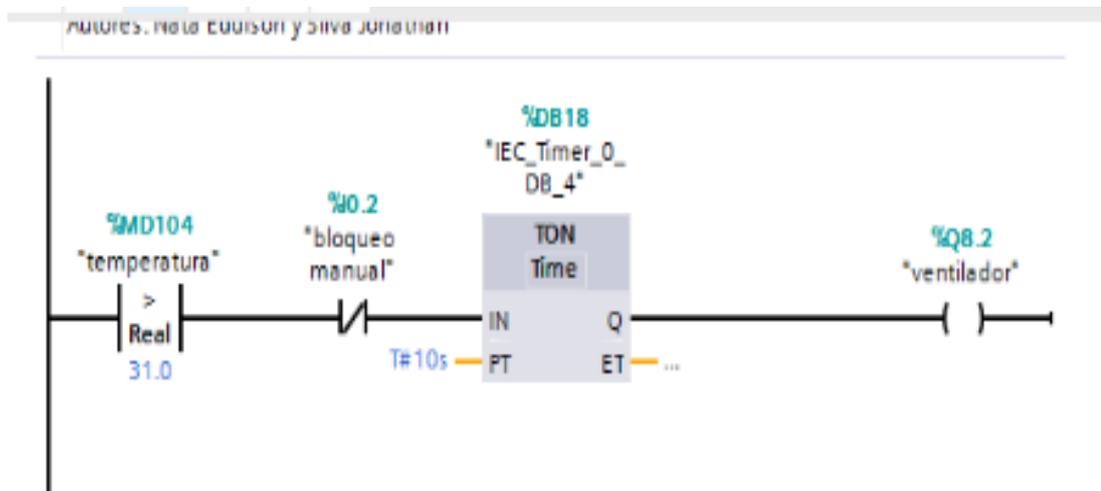


Figura VI.4. Control de ventana bajada

En el segmento 12, está el sistema de ventilación forzada, el cual funciona tras un tiempo de 5 minutos de haber superada la temperatura máxima establecida y continuara así hasta que la temperatura disminuya, la programación también cuenta con un bloque el cual funcionara solo en el estado automático

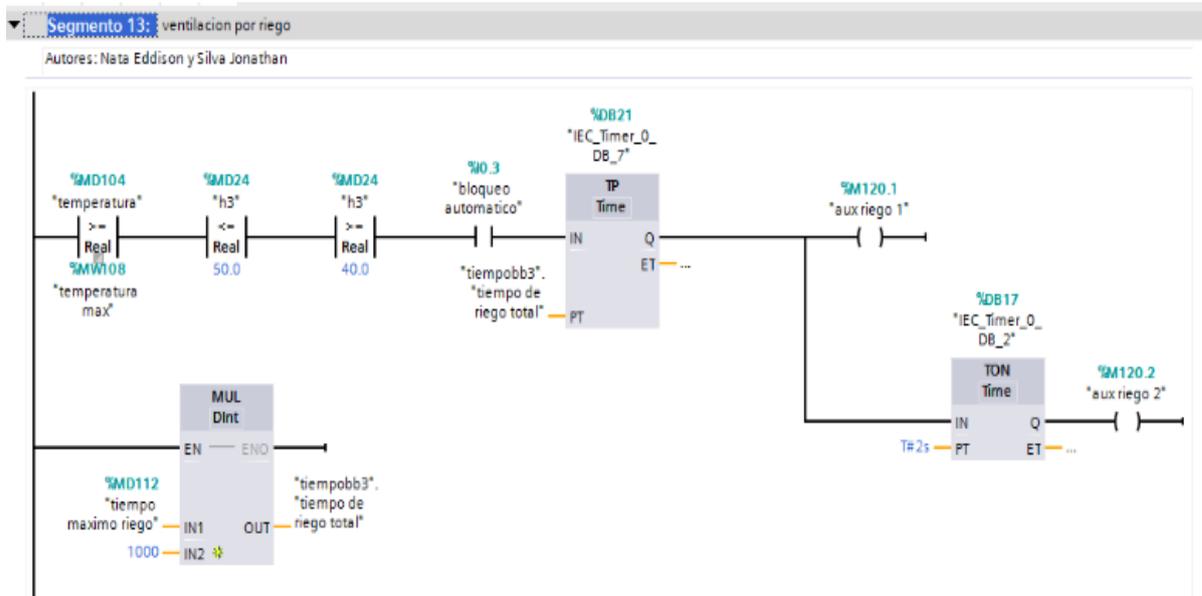


Figura VI.5. Ventilación por riego

El segmento 13, contiene la programación en caso de emergencia el cual dispone de varias condiciones para poder funcionar, la primera es que, si la temperatura del invernadero supera con 5° C la temperatura máxima, la segunda es si la humedad del invernadero está por debajo del 50% y mayor al 40%. Si estas condiciones están activas el sistema de riego accionará la electroválvula y al paso de 2 segundos después se acciona la bomba que activará el sistema de nebulización por un tiempo que el usuario definirá mediante la pantalla HMI, este sistema también tiene el bloque de funcionar solo en el sistema automático

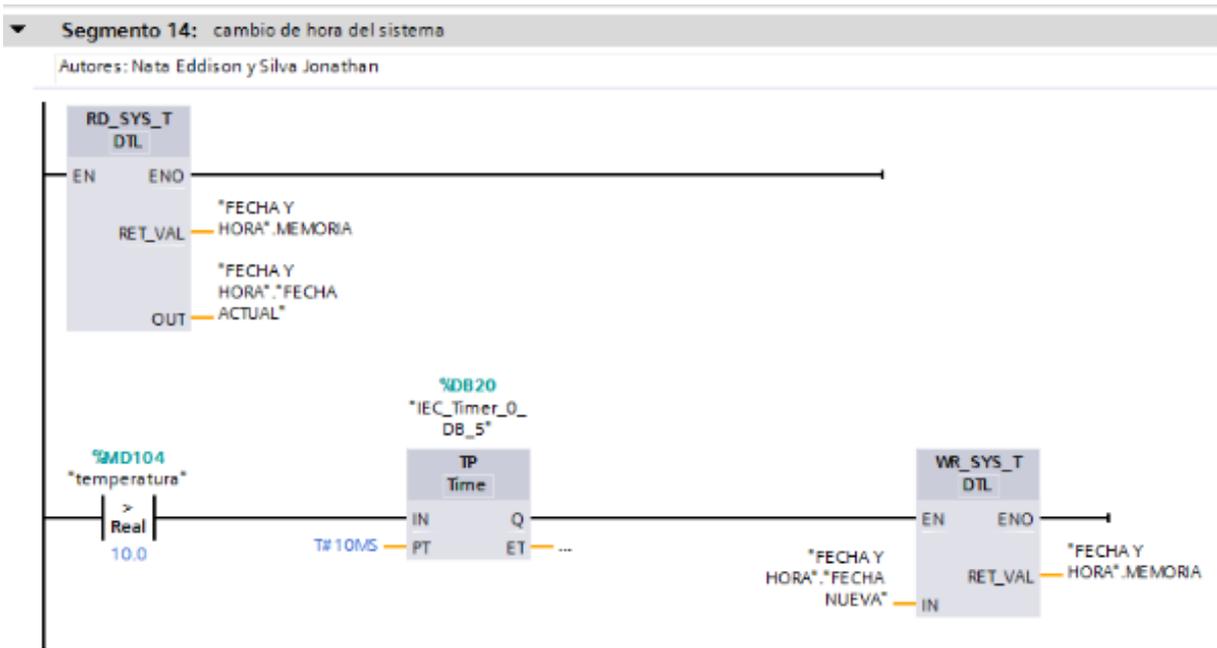


Figura VI.6. Cambio de hora del sistema

En el segmento 14, está la programación de cambio de hora del sistema interna del PLC, esto cambio se debe, que para el sistema de registro de datos se necesita la hora del sistema la cual esta con la zona horario de Alemania, por lo cual se la debe cambiar, este proceso se debe realizar siempre que vayamos a cargar un programa nuevo con la hora actual a la que se encuentren dicho momento, para este proceso se debe dirigir a la sección hora y fecha(DB19) ubicada a la derecha de la pantalla, una vez ahí se debe cambiar la hora que se encuentra en la opción “Fecha nueva”, Como se observa en la siguiente figura. Esta fecha es la que se guardara en el sistema y con la cual se ara el registro de datos.

Dispositivos		FECHA Y HORA							
Programación PLC		Nombre	Tipo de datos	Valor de arranq...	Remanen...	Accesible d...	Visible en ...	Valor de a...	G
SALACHE CASI TODO OK 99%		1	Static						
Agregar dispositivo		2	FECHA ACTUAL	DTL	DTL#1970-01-01-1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Dispositivos y redes		3	FECHA NUEVA	DTL	9-07-03-13:47:00	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
PLC_1 [CPU 1212C AC/DC/Rly]		4	MEMORIA	Word	16#0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Configuración de dispositi...									
Online y diagnóstico									
Bloques de programa									
Agregar nuevo bloque									
Main [OB1]									
DATACREATE [DB23]									
FECHA Y HORA [DB19]									
tiempobb3 [DB5]									

Figura VI.7. Cambio de fecha del sistema

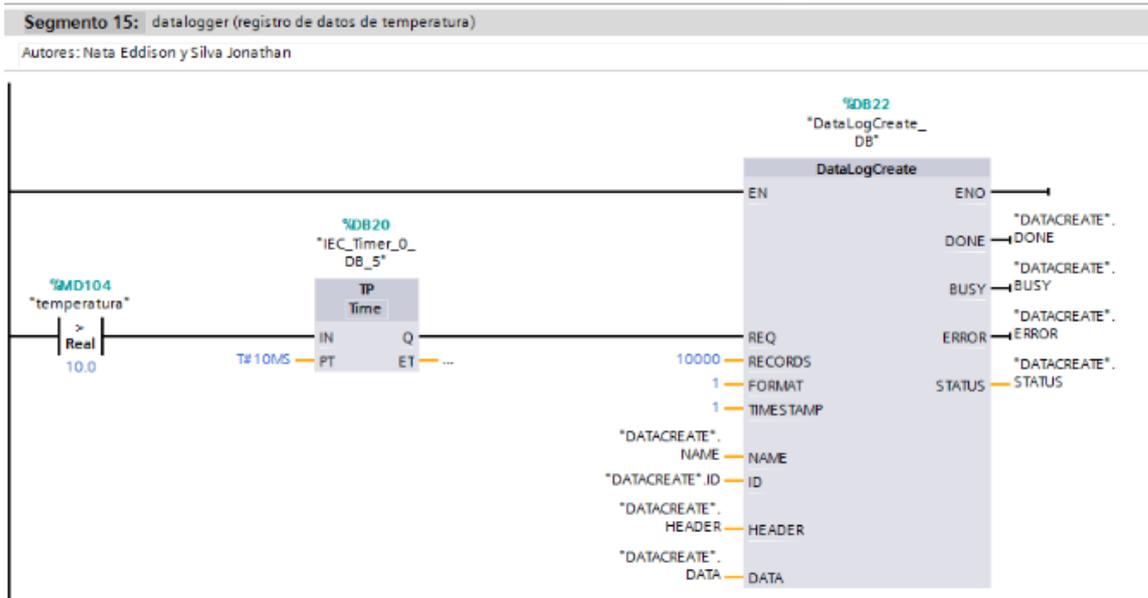


Figura VI.8. Datalogger

En el segmento 15 se encuentra la programación para el registro de datos Datalogger, en este segmento se realiza la creación del archivo en el cual se irán guardando los datos de temperatura junto a la fecha y hora del sistema, esta programación tiene una condición de que solo si el sensor de temperatura funciona correctamente se creara el archivo en un formato CSV (Excel), para la creación de variables que se necesitan para la creación del archivo se las declara en bloques de programa en la opción DATACREATE (DB23) como se muestra en la siguiente figura.

Nombre	Tipo de datos	Valor de arranq...	Remanen...	Accesible d...	Visible en ...	Valor de a...	Comentario
1	Static		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
2	NAME	String	'RegistroTempe...	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
3	ID	DWord	16#0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
4	HEADER	String	'TEMPERATURA'	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
5	DATA	Struct		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
6	TEMPERATURA	Real	0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
7	DONE	Bool	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
8	BUSY	Bool	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
9	ERROR	Bool	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
10	STATUS	Word	16#0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	

Figura VI.9. Variables del Datalogger

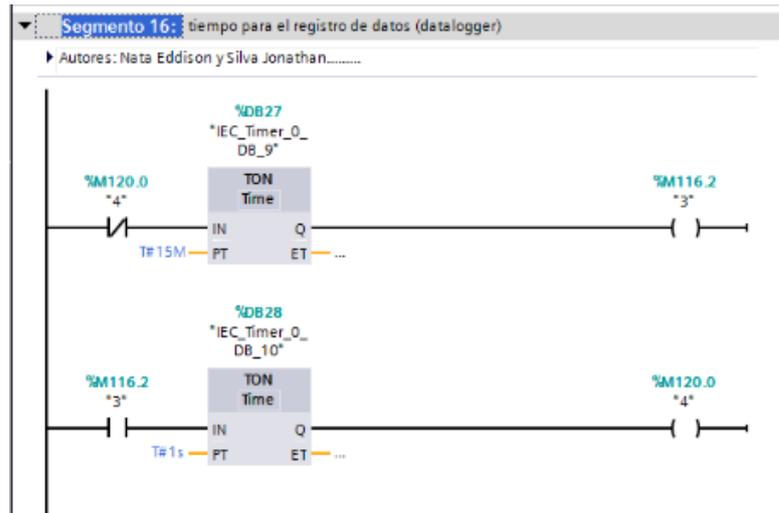


Figura VI.10. Tiempo de registro de datos

En el segmento 16, contiene la programación del tiempo de registro, este tiempo será el que determine cada escritura en el registro de datos, este dato será modificado solamente por medio del programador, debido al espacio de memoria limitada que dispone el PLC. El tiempo que de registro se lo dejo cada 15 minutos para su escritura.

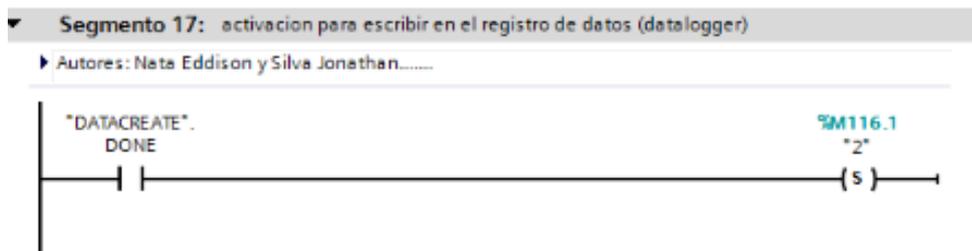


Figura VI.11 Activación para escribir en el registro de datos

En el segmento 17 se encuentra una condición de creación, es decir, solo si el datalogcreate del segmento 15 fue creado correctamente se activará la bobina %M116.1, este segmento se usa para el siguiente segmento que es el de escritura en el registro de datos.

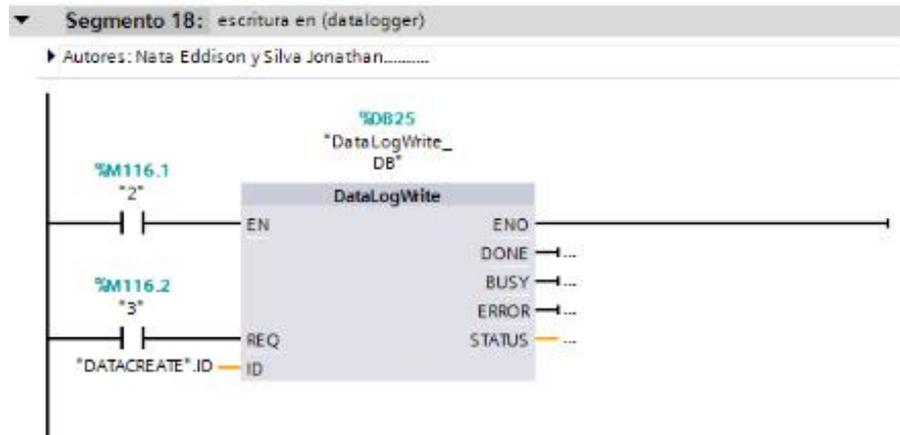


Figura VI.12. Escritura en Datalogger

En el segmento 18 se encuentra la programación de escritura del datalogger, este segmento solo funcionara si el segmento 17 se encuentra activado, ya que será el que indica que el archivo de registro de datos fue creado correctamente, este segmento es el que permitirá que se guarden los datos de temperatura o más datos a guardar en el archivo CSV.

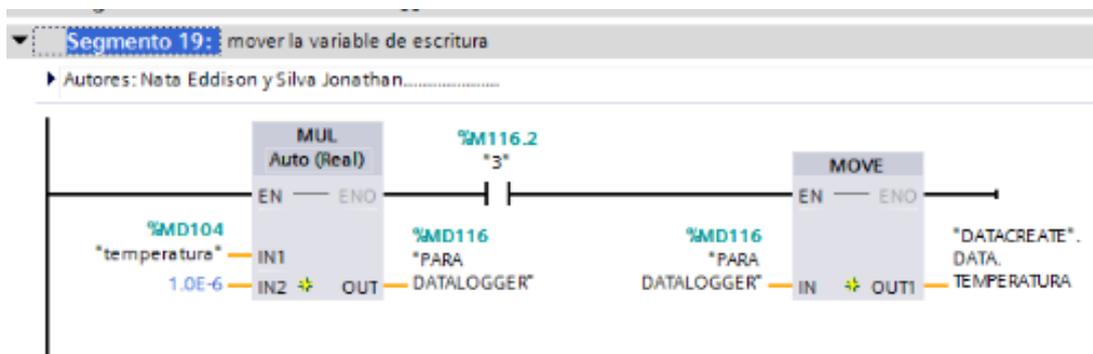


Figura VI.13. Mover variable de escritura

En el segmento 19 es el encargado de mover el dato medido (temperatura), calculado o el que deseemos almacenar, a la celda correspondiente dentro del registro de datos como se muestra en la siguiente figura, en la cual representa el archivo CSV creado con el número de dato, la fecha, la hora del sistema, y la temperatura.

The image shows a screenshot of the Microsoft Excel interface. The ribbon is set to 'Inicio' (Home). The spreadsheet contains data imported from a CSV file. The columns are labeled 'Record', 'Date', 'UTC Time', and 'Temperatura'. The data is as follows:

	A	B	C	D	E	F
1	Record	Date	UTC Time	Temperatura		
2	1	7/02/2019	18:06:46	22.9		
3	2	7/02/2019	18:06:51	23.0		
4	3	7/02/2019	18:06:56	23.0		
5	4	7/02/2019	18:07:01	23.0		
6	5	7/02/2019	18:07:06	0.0		
7	6	7/02/2019	18:07:11	0.0		
8						
9						
10						
11						

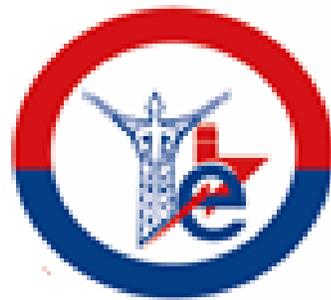
Figura VI.14. Almacenamiento de datos archivo CSV.



Universidad
Técnica de
Cotopaxi



Ingeniería
Eléctrica



Ingeniería
Eléctrica

jonathan_jhony129504@hotmail.com



CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	4
IDENTIFICACIÓN DEL TABLERO DE CONTROL	4
PROCESO	5
A. PASOS PARA EL CONTROL AUTOMÁTICO.....	6
B. PASOS PARA EL CONTROL MANUAL.....	9
C. PASOS PARA EL USO DEL TABLERO DE CONTROL.....	12
D. ACCESO AL REGISTRO DE DATOS.....	13
E. PASOS PARA REALIZAR CAMBIOS EN REGISTRO DE DATOS.....	16
Imagen 1 Pantalla HMI KTP400 BASIC	5
Imagen 2 PLC S7 12001214C AC/DC/RLY	5
Imagen 3 Pantalla principal del HMI	6
Imagen 4 Pantalla de INICIO del HMI	7
Imagen 5 Pantalla de control automático de temperatura, detalles.	8
Imagen 6 Pantalla del control automático de temperatura, funcional.	9
Imagen 7 Pantalla de INICIO selección de control manual de temperatura	10
Imagen 8 Pantalla de control manual de temperatura, detalles.	11
Imagen 9 Pantalla de control manual de temperatura, funcional.	12
Imagen 10 Tablero de control.	13
Imagen 11 Ingreso de IP del PLC en el navegador.	14
Imagen 12 PLC WEB.....	14
Imagen 13 Opciones a manipular por medio de PLC WEB.....	15
Imagen 14 Ubicación del archivo de registro de datos.	15
Imagen 15 Ejemplo del registro de datos de temperatura.	16

INTRODUCCIÓN

El presente manual se enfoca en el procedimiento para la correcta operación del sistema de control de temperatura del invernadero ubicado en el área de granos andinos en el campus de Salache de la Universidad Técnica de Cotopaxi. En este se verá cómo utilizar las diferentes pantallas de HMI que dispone el sistema, así como el ingreso de las de los rangos de temperatura y tiempo de accionamiento del sistema de nebulización.

El sistema posee de dos tipos de control uno manual y otro automático en los cuales se podrá optar por cualquier de estas según el usuario lo vea conveniente.

IDENTIFICACIÓN DEL TABLERO DE CONTROL

El sistema dispone de una pantalla HMI KTP400 BASIC en la cual se desarrolló las distintas ventanas de control de procesos de humedad “ya existente” y el de temperatura.

Esta pantalla está conectado a un PLC S7 1200 1214c ac/dc/rly. Estos equipos se encuentran en un tablero de control junto a los demás elementos y equipos eléctricos que conforman los actuadores para la automatización de los equipos implementados en el invernadero.

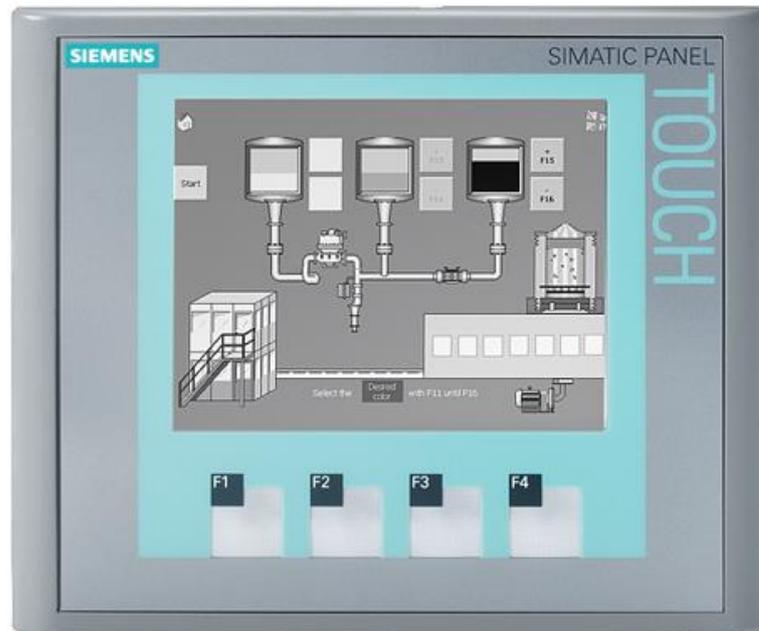


Imagen 1 Pantalla HMI KTP400 BASIC



Imagen 2 PLC S7 12001214C AC/DC/RLY

PROCESO

Para el correcto funcionamiento del sistema el operario debe seguir diversos pasos dependiendo de la modalidad que elija ya sea este automático o manual.

A. PASOS PARA EL CONTROL AUTOMÁTICO.

1. Al iniciar el sistema nos aparecerá una imagen en el HMI con 3 opciones “transfer, start, setting. De las cuales seleccionaremos la segunda que es start.

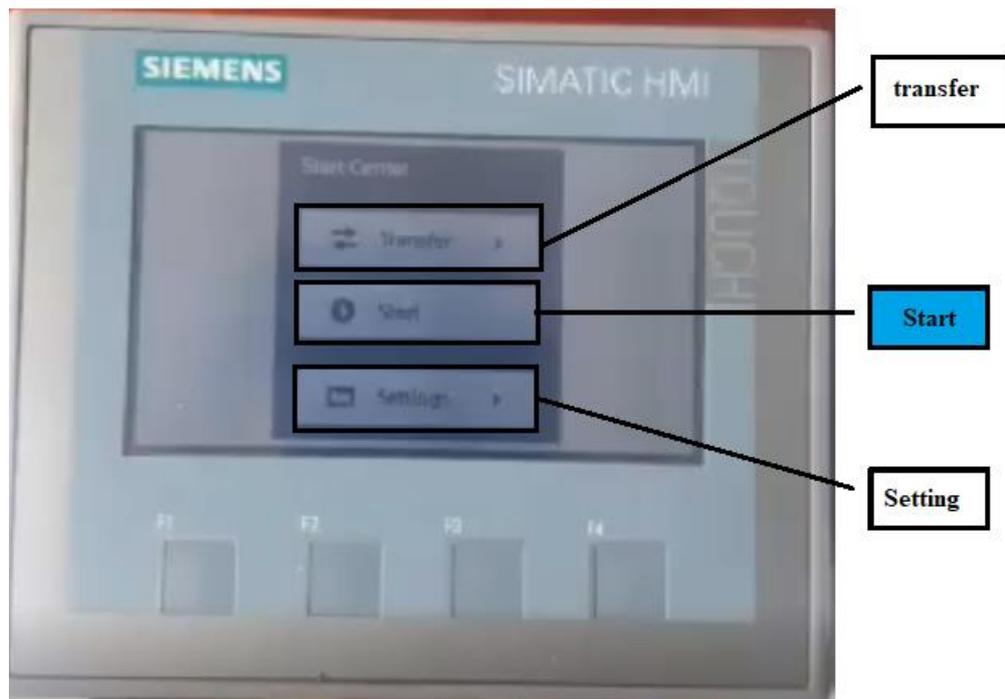


Imagen 3 Pantalla principal del HMI

2. Una vez seleccionado start, de nos desplegara la pantalla de **INICIO** en la cual nos da varias opciones de control que son:

- a) **CONTROL MANUAL**.- Se encargada del control manual del sistema de humedad del invernadero. (ya existente)
- b) **CONTROL AUTOMÁTICO**.- Se encarga del sistema automático de humedad del invernadero. (ya existente)
- c) **HISTÓRICOS**.- Se encarga de almacenar los datos de Humedad Relativa

(HR) que se fueron obteniendo en el invernadero.

- d) **C. AUTOM. DE TEMPERATURA.**- Se encarga del sistema automático de temperatura, el de ventilación forzada y en el caso de emergencia de la misma.
- e) **C. MANUAL DE TEMPERATURA.** - Se encarga del sistema manual que controla las ventanas del invernadero independientemente de la temperatura actual.

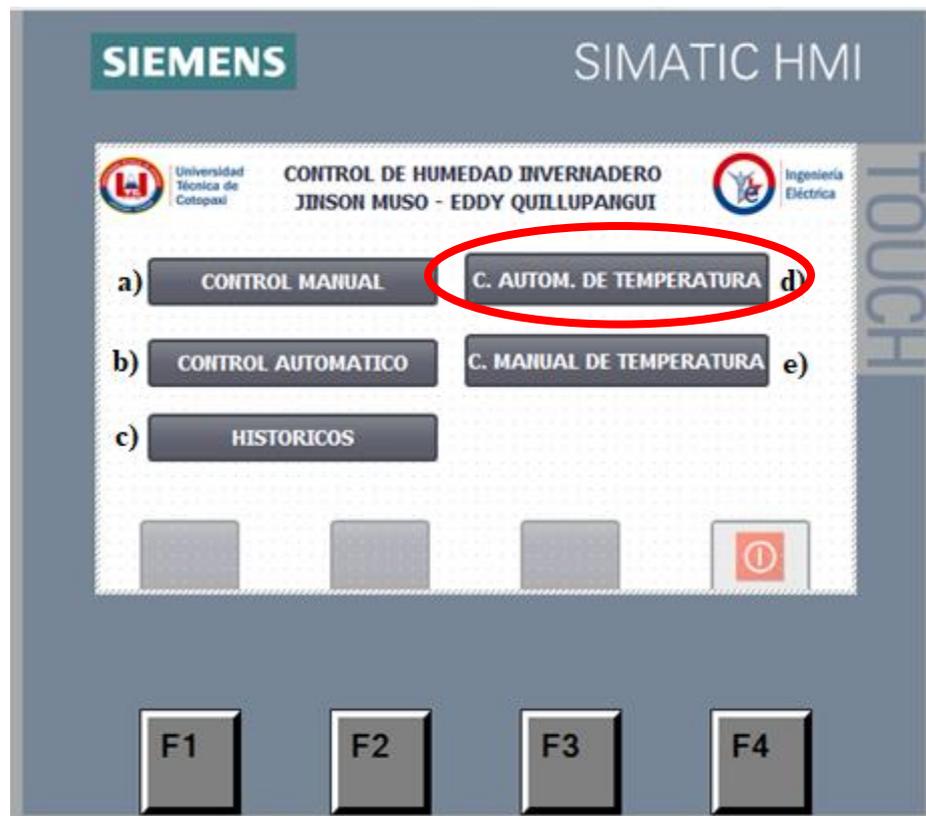


Imagen 4 Pantalla de INICIO del HMI

En esta pantalla elegiremos la opción **d)** la cual nos dirigirá a la ventana de control automático de control de temperatura.

3. Una vez seleccionado la opción **d)** se nos desplegará la pantalla de control automático, en esta pantalla encontraremos varias opciones que son:

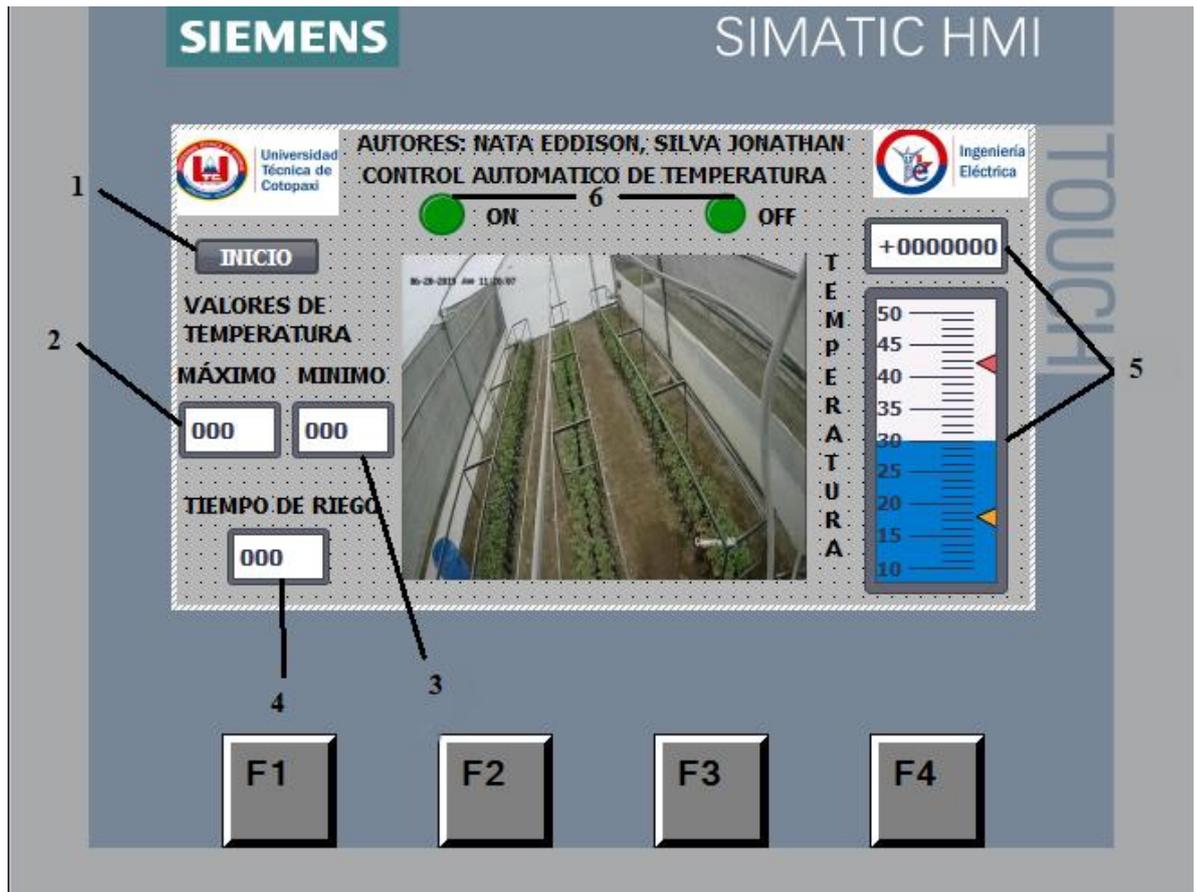


Imagen 5 Pantalla de control automático de temperatura, detalles.

- 1) Esta opción nos llevara de nuevo a la pantalla de **INICIO** donde seleccionaremos las opciones de control de humedad o temperatura.
- 2) En este recuadro se determina el valor máximo que se desea mantener en el invernadero, este valor varía dependiendo la semilla que se vaya a cultivar.
- 3) En este recuadro se determinará el valor mínimo que se desea mantener en el invernadero, este valor varía dependiendo la semilla que se vaya a cultivar.
- 4) En este recuadro de ingresar el tiempo que va a funcionar el sistema de riego (nebulización) en el caso de emergencia, este valor se ingresa en segundos.
- 5) Estos recuadros indican la temperatura a la que se encuentra el invernadero.
- 6) Los círculos de color verde oscuro nos indicarán si el sistema de control automático se encuentra activado (ON) o desactivado (OFF).

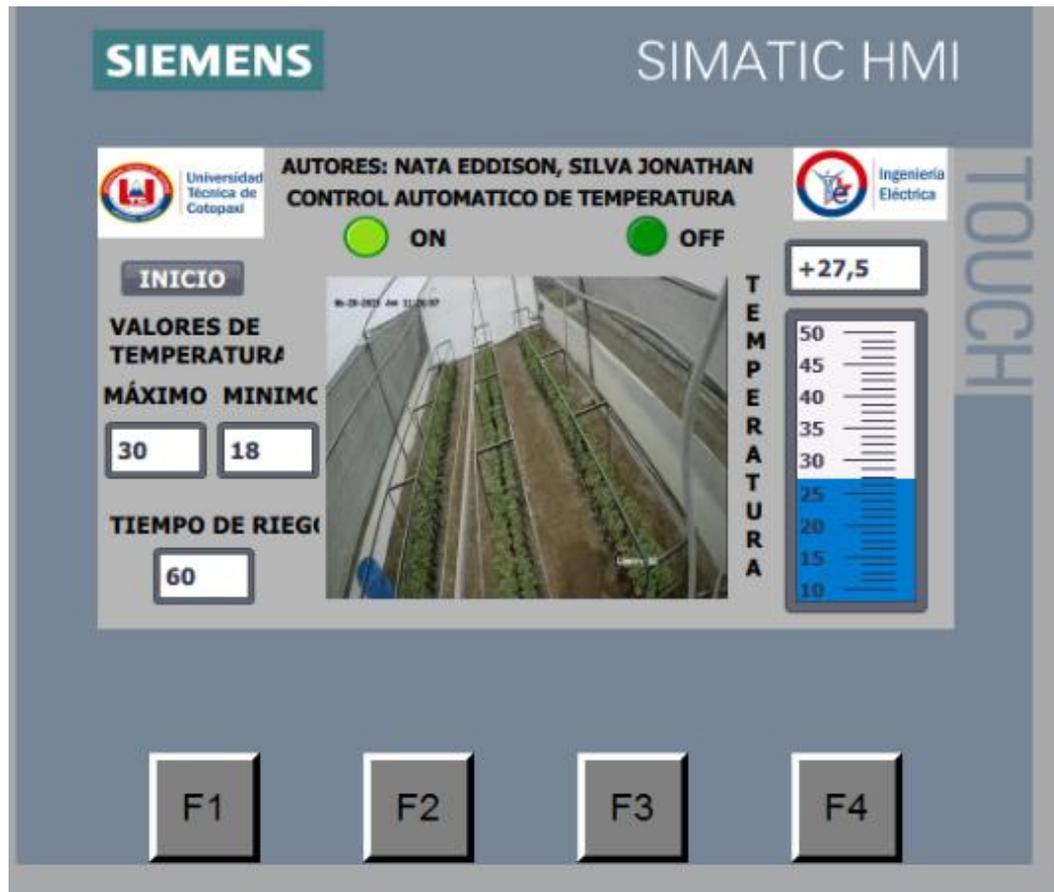


Imagen 6 Pantalla del control automático de temperatura, funcional.

B. PASOS PARA EL CONTROL MANUAL.

1. Para acceder al control manual del sistema de temperatura se debe colocar en la pantalla de **INICIO** y seleccionar la opción e), como se muestra en la siguiente figura.



Imagen 7 Pantalla de INICIO selección de control manual de temperatura

Esta opción hará que se abra la pantalla del control manual de temperatura, con el cual se accionara las ventanas sin tomar en cuenta la temperatura del invernadero.

2. Una vez seleccionado la opción e) obtendremos la siguiente pantalla



Imagen 8 Pantalla de control manual de temperatura, detalles.

- 1) Con pulsador se accionará el sistema de apertura de las ventanas laterales del invernadero.
- 2) Con pulsador se accionará el sistema de cierre de las ventanas laterales del invernadero.
- 3) Estos recuadros indican la temperatura a la que se encuentra el invernadero.
- 4) Estos círculos de color verde oscuro nos indicaran si el sistema de control automático se encuentra activado (ON) o desactivado (OFF).



Imagen 9 Pantalla de control manual de temperatura, funcional.

C. PASOS PARA EL USO DEL TABLERO DE CONTROL.

En el tablero de control, encontraremos varias luces piloto como seleccionadores y pulsadores los cuales tienen una función específica dentro del control manual, ya que estos funcionaran solo en este modo, el accionamiento de los mismos se detallará a continuación:

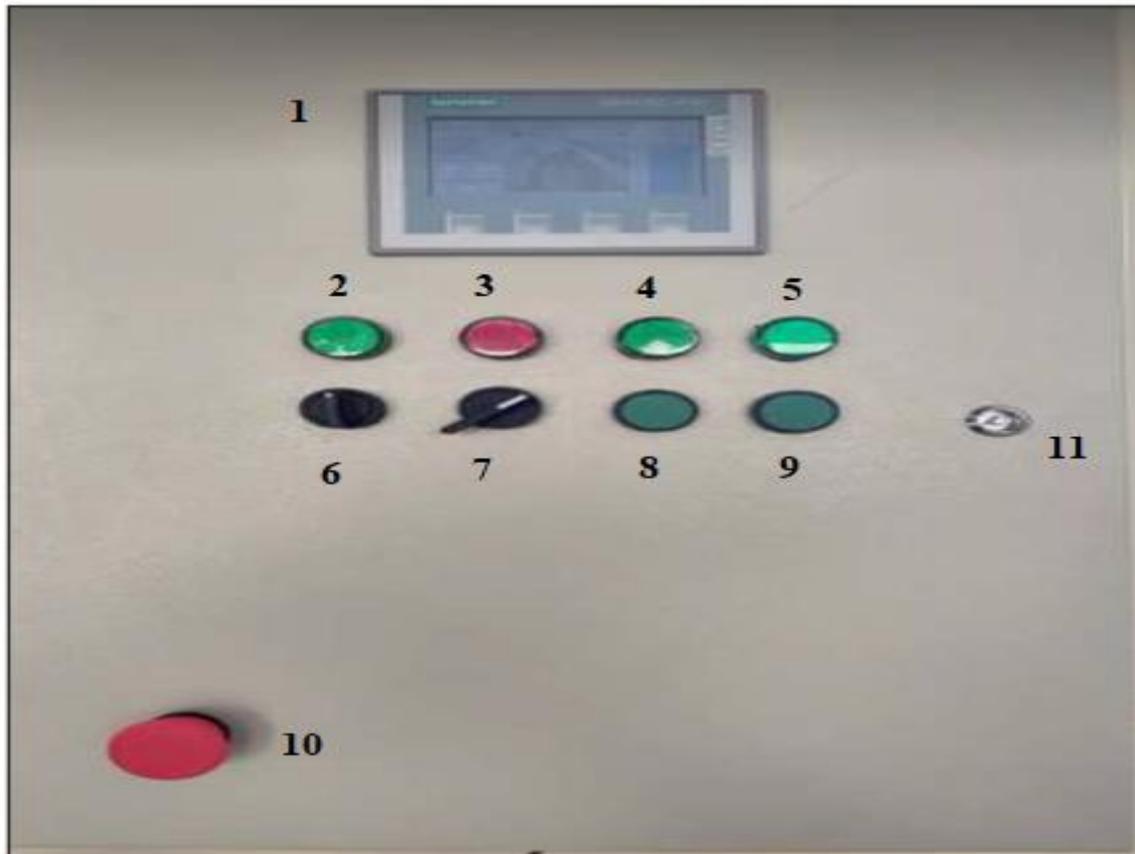


Imagen 10 Tablero de control.

- 1) Lo primero que se observa es la pantalla HMI, en donde su funcionamiento y operación se encuentra detallada en los literales anteriores A y B.
- 2) Esta luz piloto indicará que el sistema de humedad esta encendido (ON)
- 3) Esta luz piloto indicará que el sistema de humedad está apagado (OFF)
- 4) Esta luz piloto indicará que las ventanas laterales del invernadero están subiendo (ON)
- 5) Esta luz piloto indicará que las ventanas laterales del invernadero están bajando (ON)
- 6) Este es el seleccionador de encendido o apagado del control de humedad.
- 7) Este es el seleccionador del control automático o manual del sistema de temperatura.
- 8) Pulsador designado para el levantamiento de las ventanas laterales del invernadero.
- 9) Pulsador designado para el descenso de las ventanas laterales del invernadero.
- 10) Paro de emergencia para los sistemas de humedad y temperatura.
- 11) Bloqueo de seguridad del tablero de control.

D. ACCESO AL REGISTRO DE DATOS.

Para acceder al servicio de datalogger del PLC S7 1200, debemos abrir el navegador de su preferencia e ingresar el número de IP designado a su PLC, en este caso la IP es (10.10.11.133)

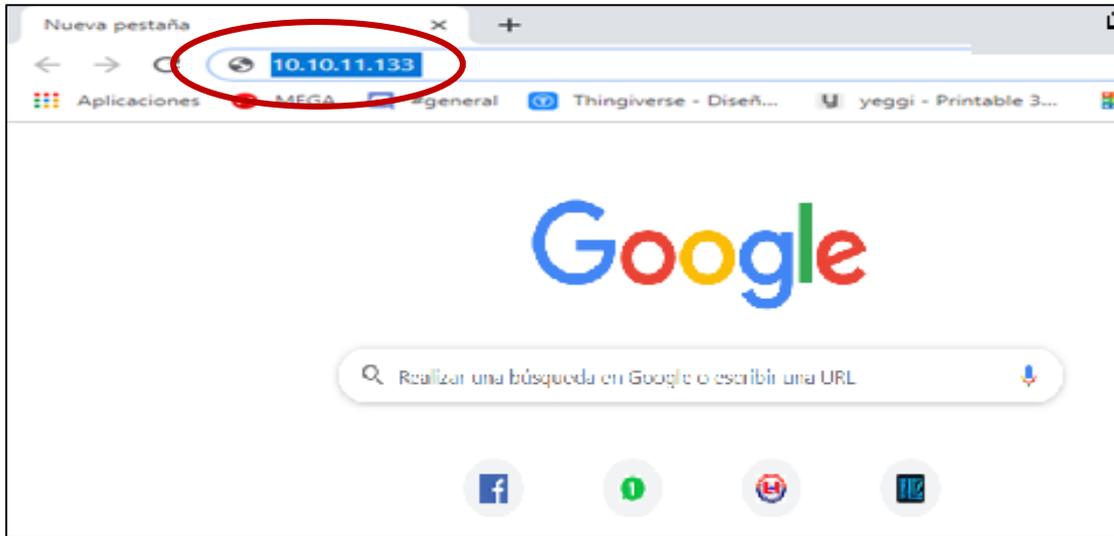


Imagen 11 Ingreso de IP del PLC en el navegador.

Una vez ingresada la IP, este nos llevará al sitio de PLC WEB donde podremos acceder a la información del PLC

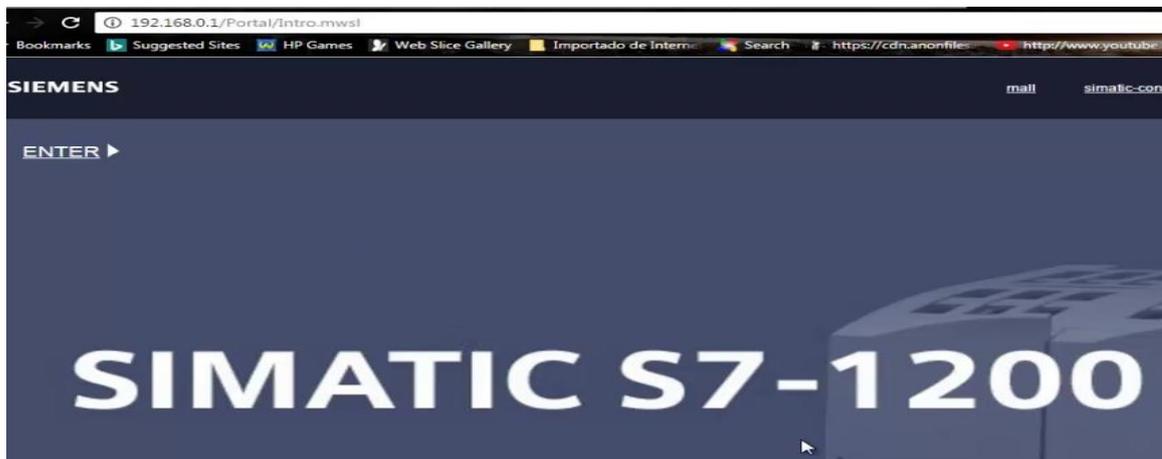


Imagen 12 PLC WEB

Una vez aquí se ingresa con el usuario y la contraseña y se desplegará las opciones a manejar en el PLC. La clave establecida para este caso se tiene como usuario. **UTC2019** y clave. **SALACHE**. Todo en letras mayúsculas.



Imagen 13 Opciones a manipular por medio de PLC WEB

En esta pantalla nos dirigimos a la opción Data Logs en la cual se nos despliega la siguiente pantalla:

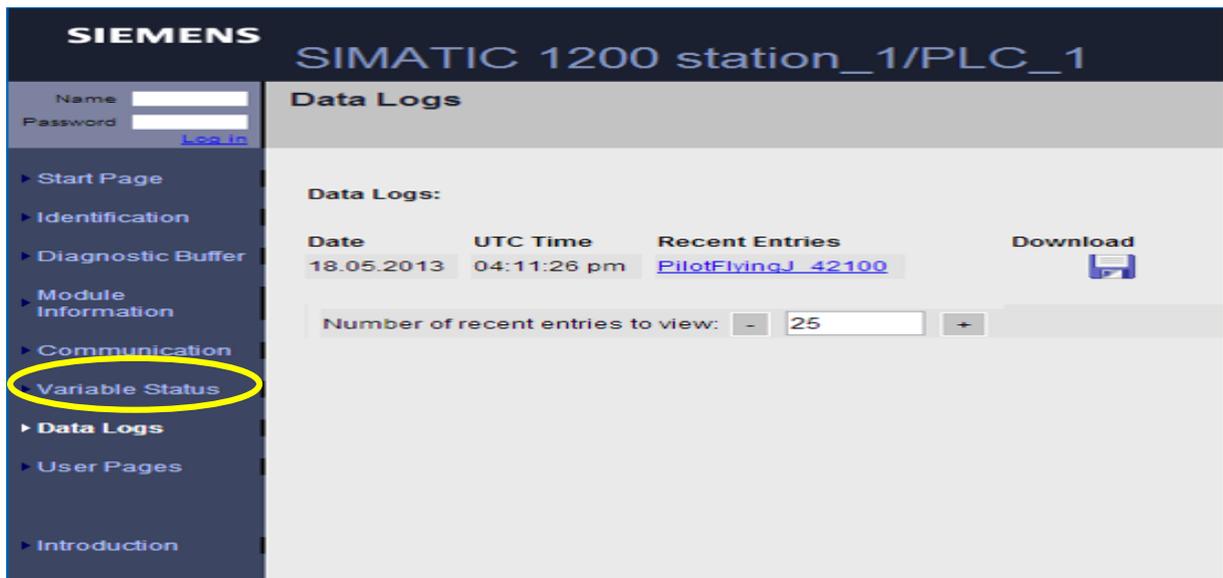
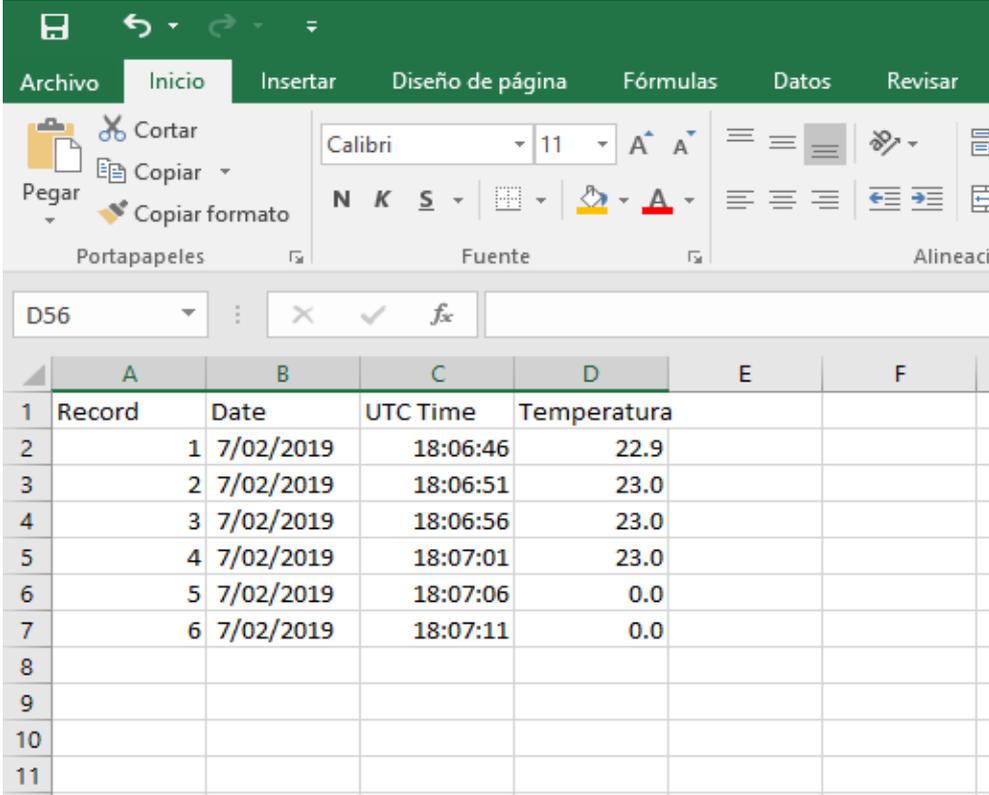


Imagen 14 Ubicación del archivo de registro de datos.

En esta pantalla observaremos el número de archivos existentes, una vez aquí ya descargaremos el archivo que deseemos el cual se descargará en un formato CSV el cual se lo puede abrir con el programa Excel y tendrá el siguiente formato.



	A	B	C	D	E	F
1	Record	Date	UTC Time	Temperatura		
2	1	7/02/2019	18:06:46	22.9		
3	2	7/02/2019	18:06:51	23.0		
4	3	7/02/2019	18:06:56	23.0		
5	4	7/02/2019	18:07:01	23.0		
6	5	7/02/2019	18:07:06	0.0		
7	6	7/02/2019	18:07:11	0.0		
8						
9						
10						
11						

Imagen 15 Ejemplo del registro de datos de temperatura.

Donde las hileras son:

- A. El número de registro
- B. La fecha de registro
- C. La hora de registro
- D. El dato del registro en este caso temperatura.

Es registro de datos esta predeterminado para almacenar los datos cada 15min con un límite de 10.000 datos a registrar.

E. PASOS PARA REALIZAR CAMBIOS EN REGISTRO DE DATOS.

En la creación de registro de datos se utilizaron diversos bloques de programación que se irán detallando a continuación:

- a) Para la creación del datalogger se utilizó un nuevo bloque de datos el cual llevará el nombre de **DATACREATE (DB23)**.

Programación PLC		DATACREATE			
		Nombre	Tipo de datos	Valor de arranq...	Remaner
	PLC_1 [CPU 1212C AC/DC/...				
	Configuración de dispo...				
	Online y diagnóstico				
	Bloques de programa				
	Agregar nuevo bloq...				
	Main [OB1]				
	DATACREATE [DB23]				
	FECHA Y HORA [DB...				
	tiempobb3 [DB5]				
	Bloques de sistema				
	Objetos tecnológicos				
	Fuentes externas				
1	Static				
2	NAME	String		'REGistrotemp'	
3	ID	DWord		16#0	
4	HEADER	String		'TEMPERATURA'	
5	DATA	Struct			
6	TEMPERATURA	Real		0.0	
7	DONE	Bool		false	
8	BUSY	Bool		false	
9	ERROR	Bool		false	
10	STATUS	Word		16#0	

En este apartado encontraremos las variables necesarias para la creación del archivo CSV. A continuación solo definirá las variables que entran en acción al momento de crear ya que las demás son valores por default.

- 1) **NAME.**- en esta variable se ingresa el nombre con el que se desea que se guarde el archivo CSV, en este caso será “**Registrotemp**”.
- 2) **HEADER.**- en esta variable se ingresarán los tipos de datos que serán guardados en el archivo creado, en este caso se registra el dato de temperatura, sin embargo, puede ser generado con cualquier nombre ya sea voltaje, humedad, etc., de acuerdo a la necesidad del usuario.
- 3) **DATA.**- en este parámetro se vuelve a definir las variables detallando el tipo de unidad que puede ser: valor real, Word, tiempo, Dword, etc.
 - **TEMPERATURA.** Es la variable en donde se deberá definir el valor medido.

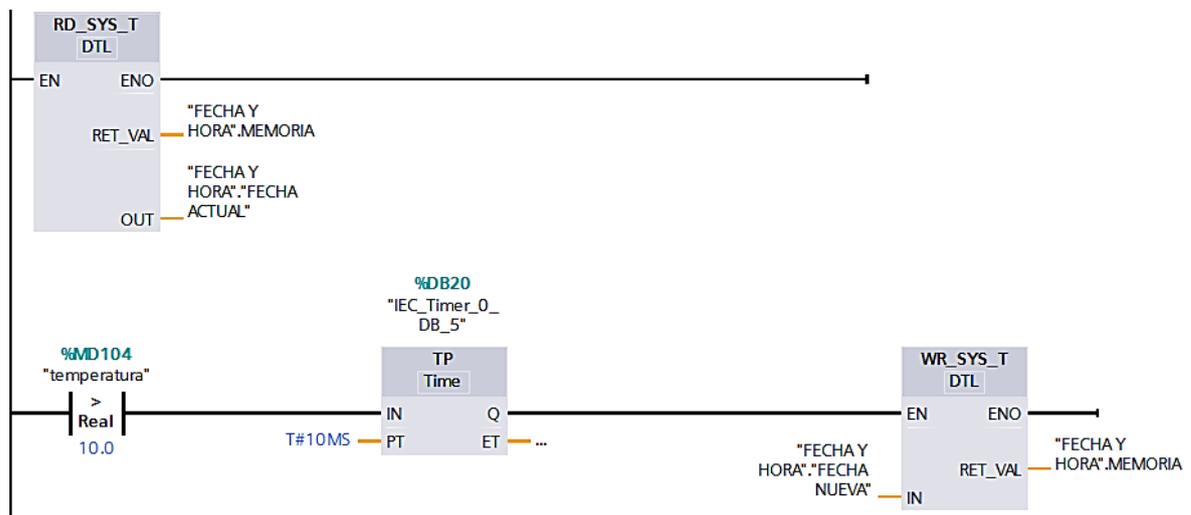
	A	B	C	D	E	F
1	Record	Date	UTC Time	Temperatura	VARIABLE HEADER	
2	1	7/02/2019	18:06:46	22.9		
3	2	7/02/2019	18:06:51	23.0	VARIABLE DATA	
4	3	7/02/2019	18:06:56	23.0		
5	4	7/02/2019	18:07:01	23.0		
6	5	7/02/2019	18:07:06	0.0		

- b) Otra de las funciones utilizadas en la creación del registro de datos es la función de cambio de hora en el sistema interno en el PLC, esta configuración se la crea en otro bloque de datos llamado **FECHA Y HORA (DB19)** la cual se detallara a continuación:

FECHA Y HORA				
	Nombre	Tipo de datos	Valor de arranque	Reman...
1	Static			
2	FECHA ACTUAL	DTL	DTL#1970-01-01-00:00:00	
3	FECHA NUEVA	DTL	DTL#2019-07-03-13:47:00	
4	MEMORIA	Word	16#0	

En este apartado se encontrara las variables de fecha actual, y fecha nueva las cuales se utilizan en el segmento 14 de la programación.

*Para realizar este cambio el PLC debe estar en modo **STOP**.



- a) **FECHA ACTUAL.**- esta variable está enfocada a leer la hora en la que se encuentra el sistema en el momento de encendido o arranque del PLC, esto lo hace mediante la instrucción **RD_SYS_T**.

- b) **FECHA NUEVA.**- esta variable está diseñada para cambiar la hora del sistema mediante la instrucción **WR_SYS_T**, para esto se debe introducir la fecha deseada en el valor de arranque de esta variable como se muestra a continuación:



FECHA Y HORA				
	Nombre	Tipo de datos	Valor de arranque	Rem
1	Static			
2	FECHA ACTUAL	DTL	DTL#1970-01-01-00:00:00	
3	FECHA NUEVA	DTL	DTL#2019-07-03-13:47:00	
4	MEMORIA	Word	16#0	

Una vez introducida la fecha deseada solo se debe poner el PLC en modo **RUN** para que ésta se actualice, pudiéndose visualizar instantáneamente corregida en la variable de **FECHA ACTUAL**.