



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

PROPUESTA TECNOLÓGICA

**“IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA SCADA PARA EL CONTROL,
MONITOREO Y ANÁLISIS DE INDICADORES DE OPERACIÓN DEL
INVERNADERO DEL CAMPUS SALACHE.”**

Propuesta tecnológica presentado previo a la obtención del Título de Ingeniero Eléctrico en
Sistemas Eléctricos de Potencia

AUTORES:

Álvarez Pastuña Jorge Enrique

Mosquera Masabanda Bryan Stalin

TUTOR:

PhD. Secundino Marrero Ramírez

LATACUNGA- ECUADOR

Febrero 2020

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Nosotros **ÁLVAREZ PASTUÑA JORGE ENRIQUE Y MOSQUERA MASABANDA BRYAN STALIN** declaramos ser autores de la presente Propuesta Tecnológica “IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA SCADA PARA EL CONTROL, MONITOREO Y ANÁLISIS DE INDICADORES DE OPERACIÓN DEL 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.



Álvarez Pastuña Jorge Enrique
C.I.: 0503917809



Mosquera Masabanda Bryan Stalin
C.I.: 0503565129

AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE TITULACIÓN

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

“IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA SCADA PARA EL CONTROL, MONITOREO Y ANÁLISIS DE INDICADORES DE OPERACIÓN DEL INVERNADERO DEL CAMPUS SALACHE.”, de **ÁLVAREZ PASTUÑA JORGE ENRIQUE Y MOSQUERA MASABANDA BRYAN STALIN**, de la carrera **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 Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, febrero 2020

El Tutor



PhD. Secundino Marrero Ramírez

C.C: 1757107907

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: **ÁLVAREZ PASTUÑA JORGE ENRIQUE Y MOSQUERA MASABANDA BRYAN STALIN** con el título de Proyecto de titulación **"IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA SCADA PARA EL CONTROL, MONITOREO Y ANÁLISIS DE INDICADORES DE OPERACIÓN DEL 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, 06 de febrero del 2020

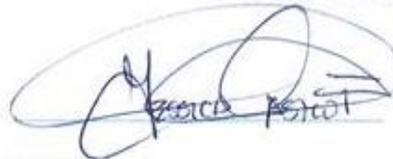
Para constancia firman:



Lector 1 (Presidente)
Nombre: MSc, Ing. Rommel Suárez
CC: 1804165353



Lector 2
Nombre: MSc, Ing. Carlos Pacheco
CC: 0503072902



Lector 3
Nombre: MSc. Ing. Jessica Castillo
CC: 0604590216

AVAL DE IMPLEMENTACIÓN

En calidad de responsable PhD. Secundino Marrero Ramírez certifico que mediante la propuesta tecnológica “IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA SCADA PARA EL CONTROL, MONITOREO Y ANÁLISIS DE INDICADORES DE OPERACIÓN DEL INVERNADERO DEL CAMPUS SALACHE”, los señores: ÁLVAREZ PASTUÑA JORGE ENRIQUE con número de cédula 0503917809 y MOSQUERA MASABANDA BRYAN STALIN con número de cédula 0503565129, realizan la entrega del proyecto de titulación en el Campus Salache De La Universidad Técnica De Cotopaxi en pleno funcionamiento.

Atentamente:


.....
Director de Carrera
PhD. Secundino Marrero
175710790-7



AGRADECIMIENTO

En primer lugar agradezco a Dios y a la Santísima Virgen del Cisne que por la fe que les tengo siempre me han bendecido y protegido todos los días de mi vida.

En segundo lugar agradezco a mi familia en especial a mis padres, Enrique Álvarez y Rocío Pastuña, por ser quienes me han guiado y apoyado en mis estudios, brindándome su cariño, afecto y respeto. A mi esposa Mónica Arévalo por estar junto a mi lado apoyándome desde el inicio hasta final de mi carrera con su amor, cariño y comprensión.

Finalmente quiero agradecer a mis docentes por impartir su conocimiento en el transcurso de la carrera y a la Universidad Técnica de Cotopaxi, por permitirme formar como profesional.

Jorge

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradezco a Dios por brindarme la vida, cuidarme y protegerme en todo momento de mi vida.

En segundo lugar, agradezco a mis padres Luis Mosquera y Martha Masabanda por brindarme la vida y ser el pilar fundamental para mi proceso de educación ya que sin su apoyo nada de esto hubiese sido posible. A mis hermanos Cristhian, Mireya y Paola que me apoyaron siempre desde el inicio hasta el final de mi carrera universitaria brindándome ánimos y fuerzas para seguir adelante. A mi esposa Belén Arias y mi hija Sofía que me brindan las fuerzas y la motivación más grande para salir adelante. A mi tío Marcelo Mosquera quien se convirtió en un gran apoyo en el transcurso de mis estudios con sus consejos y palabras de aliento que me sirvieron mucho en todo el proceso de formación universitaria.

Bryan

DEDICATORIA

Este proyecto les dedico a mis seres más queridos y amados.

A mí padre Enrique Álvarez por ser quien me han guiado y apoyado siempre en mi educación, lo que me ha permitido ser una persona de bien con buenos principios.

A mí querida madre Rocío Pastuña que siempre me ha guiado y apoyado en todo momento ya que toda la confianza y consejos que me brinda han servido para culminar esta meta.

A mí hermano Alexis Álvarez para que siga adelante en sus estudios y en un futuro verle también como profesional.

A mí querida esposa Mónica Arévalo por confiar y estar junto a mi lado en cada momento, ya que con su apoyo y comprensión he logrado culminar esta meta importante.

A mí querido hijo Benjamincito por ser el motivo más importante y por quién nunca debo rendirme en las adversidades de la vida, por él siempre estaré triunfando en lo que me proponga

Jorge

DEDICATORIA

El presente proyecto va dedicado:

A mis padres Luis Mosquera y Martha Masabanda quienes me han apoyado incondicionalmente en todo momento, quienes con su ejemplo de superación y muestra de valores me han enseñado que con constancia y dedicación todo es posible, que las cosas que se empiezan se deben terminar y es por eso que gracias a ellos hoy termino una etapa más de mi vida y cumplo con mis metas.

A mis hermanos: Cristhian, Mireya y Paola que estuvieron presentes en todo momento que los necesite.

A mi esposa Belén Arias y A mi hija Sofía que me han brindado todo su apoyo en las buenas y en las malas y por eso son el motivo fundamental para esforzarme cada día más por ser una mejor persona y velar por su bienestar.

Bryan

ÍNDICE 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 alcance	3
2.3 Área del conocimiento.....	3
2.4 Sinopsis de la propuesta tecnológica.....	3
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 problémica y problema	4
2.6.1 Situación problémica.....	4
2.6.2 Problema	5
2.7 Hipótesis	6
2.8 Objetivos.....	6
2.8.1 Objetivo general	6
2.8.2 Objetivos específicos.....	6
2.9 Descripción de las actividades y tareas propuestas con los objetivos establecidos	6
3. MARCO TEÓRICO.....	7
3.1 Marco Referencial.....	7
3.1.1 Tipos de Sistema SCADA	10
3.1.2 Funciones principales del sistema SCADA	10
3.2 Marco teórico	11
3.2.1 Definición de Invernadero	11
3.2.2 Tipos de invernaderos	11
3.2.3 Invernadero tipo asimétrico	11

3.2.4 Variables de operación a controlar en un invernadero	12
3.2.5 Temperatura de un invernadero	12
3.2.6 Humedad relativa	12
3.2.7 Sistema de riego para invernaderos.....	12
3.2.7.1 Sistema de riego aéreo	13
3.2.7.2 Sistema de riego localizado	13
3.2.8 Voltaje o tensión eléctrica	13
3.2.9 Corriente eléctrica	13
3.2.10 Energía eléctrica.....	14
3.2.11 Sistema de comunicación	14
3.2.12 Topologías	14
3.2.13 Canal de datos	15
3.2.14 CMD (comando)	15
3.2.15 Comando ping.....	15
3.2.16 PLC (controlador lógico programable)	15
3.2.17 Analizador de energía.....	15
3.2.18 Sistema SCADA.....	16
3.2.19 HMI (interfaz hombre máquina)	16
3.2.20 NI OPC Server	16
3.2.21 Software LabView.....	16
4. MARCO METODOLÓGICO	17
4.1 Tipo de investigación	17
4.1.1 Investigación exploratoria	17
4.1.2 Investigación descriptiva	17
4.1.3 Investigación de campo	17
4.1.4 Investigación experimental.....	17

4.2 Métodos de investigación	17
4.2.1 Método analítico	17
4.2.2 Método de la medición	17
4.3 Técnicas e instrumentación	17
4.3.1 Comunicación punto a punto	18
4.3.2 Software LabView.....	18
4.3.3 Interfaz gráfica (HMI)	18
4.3.4 Equipos de medición:	18
4.3.5 Multímetro Unit-t.....	18
4.3.6 Sensores de humedad y temperatura	18
4.3.7 Medidor Sentron PAC 3200	18
5. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	18
5.1 Ubicación del invernadero del campus Salache	18
5.2 Verificación de los sistemas de control implantados	19
5.2.1 Sistema de control de humedad	19
5.2.2 Sistema de control temperatura.....	19
5.2.3 Diseño de la placa para sensores de humedad	19
5.2.4 Cambio de placas, sensores, conductores y finales de carrera.....	20
5.3 Instalación del analizador de energía Sentron PAC 3200	20
5.3 Diseño de la comunicación.....	21
5.3.1 Diseño de la comunicación con el PLC S7 1200 Siemens	21
5.3.2 Diseño de la comunicación para la pantalla HMI KTP-400 Simatic Siemens	21
5.3.3 Diseño de la comunicación del analizador de energía Sentron PAC 3200	22
5.5 Direccionamiento de los tags en el servidor opc de las variables del PLC	22
5.6 Direccionamiento de tags en el servidor opc para el Sentron PAC 3200.....	25
5.7 Verificación de comunicación y adquisición de datos en el opc server.....	28

5.8 Diagrama de flujos	29
5.9 Diagrama de flujo del sistema SCADA	29
5.10 Diagrama de flujos del control de humedad del sistema SCADA.....	29
5.11 Diagrama de flujos del control de temperatura del sistema SCADA.....	30
5.12 Diagrama de flujos del indicador energético de operación del Sistema SCADA.....	31
5.13 Toma de datos del registro de la humedad de las hileras	31
5.14 Toma de datos del registro de la temperatura	32
5.15 Relación de la temperatura y la humedad.....	33
5.16 Comparación de la relación temperatura y humedad antes de implementar el sistema SCADA	33
5.17 Toma de datos de la energía y potencia.....	34
5.21.1 Consumo de energía	34
5.21.2 Consumo de Potencia	35
5.22 Funcionamiento del sistema SCADA	35
6. PRESUPUESTO Y ANÁLISIS DE IMPACTOS	43
6.1 Presupuesto.....	43
6.1.1 Rentabilidad de la inversión de la propuesta tecnológica	44
6.1.2 Valor actual neto	44
6.1.3 Tasa interna de retorno	45
6.1.4 Ingresos.....	45
6.1.5 Egresos	45
6.1.6 Resultados.....	45
6.2 Análisis de impactos	45
6.2.1 Impactos prácticos.....	45
6.2.2 Impactos tecnológicos	46
6.2.3 Impactos sociales	46

6.2.4 Impactos ambientales	46
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	46
7.2 Conclusiones	46
7.2 Recomendaciones.....	47
8. REFERENCIAS.....	47
INTRODUCCIÓN	4
1. CONFIGURACIÓN DEL NI OPC SERVER PARA EL PLC	4
2. CONFIGURACIÓN DEL NI OPC SERVER PARA EL SENTRON PAC 3200.....	5
3. COMPROBACIÓN DEL CANAL DE DATOS.	7
4. PANTALLA PRINCIPAL DEL SISTEMA SCADA.....	8
5.- CONTROL MANUAL HUMEDAD.....	9
6. CONTROL AUTOMÁTICO DE HUMEDAD.....	11
7. CONTROL AUTOMÁTICO DE TEMPERATURA.	12
8. CONTROL MANUAL DE TEMPERATURA	14
9. VARIABLES DE PROCESO.....	15
10. ANALIZADOR DE ENERGÍA.	17
11. REPORTE DE CULTIVOS	18

INDICE DE FIGURAS

Figura 3. 1 Invernadero tipo asimétrico.....	11
Figura 5. 1 Invernadero del campus Salache de la U.T.C.....	19
Figura 5. 2 Diseño esquemático en el software proteus.....	20
Figura 5. 3 Conexión de Sentron PAC3200 y TC a red eléctrica.....	20
Figura 5. 4 Esquema del canal de datos.....	21
Figura 5. 5 Comprobación de comunicación en el cmd.....	22
Figura 5. 6 Verificación del PLC S7-1200 en red.....	28
Figura 5. 7 Verificación del Sentron PAC 3200 en red.....	28
Figura 5. 8 Curva de la humedad.....	31
Figura 5. 9 Curva de la temperatura.....	32
Figura 5. 10 Curva de humedad promedio vs temperatura.....	33
Figura 5. 11 Relación temperatura y humedad antes de implementar el sistema SCADA.....	34
Figura 5. 12 Visualización de la energía consumida.....	34
Figura 5. 13 Visualización de la potencia consumida.....	35
Figura 5. 14 Pantalla principal del Sistema SCADA.....	36
Figura 5. 15 Sub pantalla de control manual de humedad.....	36
Figura 5. 16 Sub pantalla de control automático de humedad.....	37
Figura 5. 17 Sub pantalla del control manual de temperatura.....	38
Figura 5. 18 Sub pantalla del control automático de temperatura.....	39
Figura 5. 19 Sub pantalla de las variables climatológicas.....	39
Figura 5. 20 Sub pantalla del analizador de energía.....	40
Figura 5. 21 Pantalla principal para activar y cerrar el sistema SCADA.....	40
Figura 5. 22 Visualización del reporte de consumos.....	41

INDICE DE TABLAS

Tabla 2. 1 Descripción de las actividades y tareas planteadas con los objetivos	6
Tabla 5. 1: Tabla de variables del PLC, para direccionamiento de los tags	23
Tabla 5. 2: Tabla de direccionamiento Modbus para Sentron PAC 3200.....	25
Tabla 5. 3 Tabla del reporte del cultivo	42
Tabla 6. 1 Gastos directos materiales.....	43
Tabla 6. 2 Gastos indirectos	44
Tabla 6. 3 Total de gastos.....	44
Tabla 6. 4 Cálculo del VAN y TIR	45

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA Y APLICADAS

TITULO: “IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA SCADA PARA EL CONTROL, MONITOREO Y ANÁLISIS DE INDICADORES DE OPERACIÓN DEL INVERNADERO DEL CAMPUS SALACHE.”

Autores:

Álvarez Pastuña Jorge Enrique

Mosquera Masabanda Bryan Stalin

RESUMEN

La implementación del sistema SCADA para el control, monitoreo y análisis de indicadores energéticos de operación se realizó por la falta de un sistema de automatización en el invernadero de la Universidad Técnica de Cotopaxi del Campus Salache, necesario para el desarrollo óptimo del crecimiento de las semillas y granos andinos. El sistema se encuentra conformado por equipos eléctricos y electrónicos tales como PLC S7 1200, analizador de energía Sentron PAC 3200, sensores de humedad FC 28 y un sensor termocupla tipo k, los cuales permitieron realizar el control de manera manual y automática. Para la operación de forma remota se realizó mediante una interfaz gráfica (HMI) para el personal encargado del cultivo, que de acuerdo al comportamiento de las variables climatológicas que se presenten en el invernadero puedan realizar las diferentes acciones de control y monitoreo, obteniendo como resultado rangos adecuados para la germinación de las semillas que son: temperatura de 18 a 30 °C y de humedad relativa (HR) valores superior a 30, medio 50 y menor al 70 %, además se realizó la evaluación de costos por consumo de energía 1 kW/h, agua 65 litros diarios y fertilizante a través del manejo de los indicadores de operación, con la implementación del sistema mejoró la calidad y cantidad de las semillas y granos andinos durante su desarrollo porque se obtuvo el 90 % de la producción total.

Palabras clave: temperatura, humedad, indicadores de operación energéticos, remota, sensores, HMI.

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI

FACULTY OF ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES

TITLE: “IMPLEMENTATION OF THE SCADA SYSTEM FOR THE CONTROL, MONITORING AND ANALYSIS OF OPERATING INDICATORS OF THE GREENHOUSE OF SALACHE CAMPUS.”

Authors:

Álvarez Pastuña Jorge Enrique

Mosquera Masabanda Bryan Stalin

ABSTRACT

The implementation of the SCADA system for the control, monitoring and analysis of operational energy indicators was carried out due to the lack of an automation system in the greenhouse of the Technical University of Cotopaxi of Salache Campus, necessary for the optimal growth of seed and Andean grains. The system is made up of electrical and electronic equipment such as S7 1200 PLC, Sentron PAC 3200 energy analyzer, FC 28 humidity sensors and a type k thermocouple sensor, which allowed the control to be carried out manually and automatically. For the operation remotely, it was carried out through a graphical interface (HMI) for the personnel in charge of the crop. They can perform the different control and monitoring actions according to the behavior of the climatic variables that are presented in the greenhouse, obtaining as a result suitable ranges for the germination of the seeds that are: temperature of 18 to 30 ° C and relative humidity (RH) higher values than 30, average 50 and less than 70%. In addition, it was carried out the evaluation of costs for energy consumption 1 kW / h, water 65 liters per day and fertilizer through the operation indicators management. With the implementation of this system, It was improved the quality and quantity of the Andean seeds and grains during its development because 90% of the total production was obtained.

Keywords: temperature, humidity, energy operation indicators, remote, sensors, HMI.



Universidad
Técnica de
Cotopaxi

CENTRO DE IDIOMAS

AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Idioma Inglés de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que: La traducción del resumen del proyecto de la propuesta tecnológica al Idioma Inglés presentado por los señores egresados de la Carrera de **INGENIERÍA ELÉCTRICA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS: ÁLVAREZ PASTUÑA JORGE ENRIQUE Y MOSQUERA MASABANDA BRYAN STALIN**, cuyo título versa **“IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA SCADA PARA EL CONTROL, MONITOREO Y ANÁLISIS DE INDICADORES DE OPERACIÓN DEL 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, febrero del 2020

Atentamente,

Msc. Fabiola Cando.
DOCENTE DE INGLÉS
C.C. 0502884604



CENTRO
DE IDIOMAS

1. INFORMACIÓN BÁSICA

PROPUESTO POR:

Álvarez Pastuña Jorge Enrique

Mosquera Masabanda Bryan Stalin

TEMA APROBADO:

Implementación del sistema SCADA para el control, monitoreo y análisis de indicadores de operación del invernadero del Campus Salache.

CARRERA.

Ingeniería Eléctrica mención Sistemas Eléctricos de Potencia.

DIRECTOR DEL PROYECTO DE TITULACIÓN:

PhD. Secundino Marrero.

EQUIPO DE TRABAJO:

Tutor

Nombres:	Secundino
Apellidos:	Marrero Ramírez
Nacionalidad:	Cubana
Fecha de nacimiento:	3 de Marzo de 1957
Estado Civil:	Casado
Número de Cédula:	1757107907
Dirección:	Latacunga, Conjunto habitacional “Los Arupos ”
E-mail:	secundino.marrero@utc.edu.ec
Teléfono Celular:	0987647713

Estudiante 1:

Nombres:	Jorge Enrique
Apellidos:	Álvarez Pastuña
Nacionalidad:	Ecuatoriana

Fecha de nacimiento: 20 de Enero de 1995
Estado Civil: Soltero
Número de Cédula: 0503917809
Dirección: Cotopaxi, Saquisilí, Barrio Mollepamba
E-mail: alvarezpjr19@gmail.com
Teléfono Celular: 0983266708
Estudios realizados
Primaria: Escuela “Naciones Unidas”
Secundaria: Colegio Tecnológico “Ramón Barba Naranjo”

Estudiante 2:

Nombres: Bryan Stalin
Apellidos: Mosquera Masabanda
Nacionalidad: Ecuatoriana
Fecha de nacimiento: 06 de Enero de 1997
Estado Civil: Casado
Número de Cédula: 0503565129
Dirección: Cotopaxi, Pujilí, Cdla Sinchaguasin
E-mail: bryan.mosquera9@utc.edu.ec
Teléfono Celular: 0992996422
Estudios realizados
Primaria: Escuela “Celiano Monge”
Secundaria: Colegio Nacional “Primero De Abril”

LUGAR DE EJECUCIÓN:

Región Sierra, Provincia de Cotopaxi, Cantón Latacunga, Parroquia Eloy Alfaro, Barrio Salache Bajo, Universidad Técnica de Cotopaxi, Campus Salache.

TIEMPO DE DURACIÓN DEL PROYECTO:

Octubre 2019 – Marzo 2020.

FECHA DE ENTREGA:

Febrero 2020.

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Energías Alternativas y Renovables, Eficiencia Energética y Protección Ambiental.

SUBLINEAS DE INVESTIGACIÓN

Control y Optimización en el uso la Energía del sector Industrial, Comercial y Residencial.

TIPO DE PROPUESTA TECNOLÓGICA:

En el proyecto se pretende desarrollar una propuesta tecnológica en el cual mediante un sistema SCADA, realice el control, monitoreo y análisis de los indicadores de operación del invernadero.

2. DISEÑO INVESTIGATIVO DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA

2.1 Título de la propuesta tecnológica

Implementación del sistema SCADA para el control, monitoreo y análisis de indicadores de operación del invernadero del Campus Salache.

2.2 Tipo de 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 Profesionales Afines	0713 Electricidad y Energía
---	---------------------------------------	-----------------------------

2.4 Sinopsis de la propuesta tecnológica

La siguiente propuesta tecnológica está focalizada en la necesidad que presentan los estudiantes y docentes de la carrera de ingeniería agronómica, en tener un sistema de control, monitoreo de

forma remota y un registro de las diferentes variables climatológicas y de los indicadores energéticos de operación que son útiles para el desarrollo de las diferentes semillas y granos andinos.

Por lo cual se propone la implementación del sistema SCADA, que es una alternativa para mejorar los diferentes cultivos, de manera que el operador o encargado de los mismos puedan tener un registro de la temperatura, humedad y de indicadores de consumo de energía del invernadero, como también mediante la interfaz gráfica del software LabView puedan realizar el control y monitoreo del invernadero.

Este proyecto pretende beneficiar a los estudiantes y docentes encargados de los diferentes cultivos de semillas y granos andinos para que mejoren en gran parte su producción y así elevar el índice de calidad y cantidad.

2.5 Objeto de estudio y campo de acción

2.5.1 Objeto de estudio

La implementación del sistema SCADA.

2.5.2 Campo de acción

Automatización, control y monitoreo.

2.6 Situación problémica y problema

2.6.1 Situación problémica

La automatización de invernaderos se encamina en la compra de tecnología cuyo costo es elevado para los agricultores, por lo que la mayoría de estas personas optan por invertir en infraestructura propia del mismo, pero dejan a un lado el uso de la tecnología para controlar y monitorear, adquirir datos de las variables del clima dentro del invernadero, esto genera como resultado una menor cantidad y calidad de la producción a la esperada. La tecnología para control, monitoreo, adquisición de datos y análisis de indicadores de operación de un invernadero se basa en el uso de sensores, controladores programables en algunos casos es necesario la utilización de un software especializado para interpretar y almacenar las señales de diferentes sensores.

El incremento de la demanda de producción agrícola en el Ecuador se ha aumentado en los últimos años, donde no basta tener una producción con métodos ambiguos que limiten la competitividad y economía del agricultor a nivel de regional, sino que impida el desarrollo a

nivel de calidad y cantidad del producto, por lo tanto el proyecto descrito a continuación otorga una solución.

Uno de los inconvenientes más notorios se encuentra ubicado en el invernadero del Campus Salache de la Universidad Técnica de Cotopaxi son las diferentes variables del clima no controladas y monitoreadas de forma remota y no cuenta con un almacenamiento de datos para posteriormente realizar un análisis de los indicadores energéticos de operación y también conocer el comportamiento de la variables climatológicas en el periodo de germinación de las semillas y granos andinos.

Es por eso que para solucionar este problema se ha visto necesario realizar el control, monitoreo y análisis de indicadores de operación mediante el sistema SCADA con interfaz gráfica que facilite la ejecución de manera remota a los estudiantes o personal que se encuentre a cargo de los diferentes cultivos del invernadero del Campus Salache.

2.6.2 Problema

La falta de un sistema de control, monitoreo y análisis de indicadores de operación mediante el sistema SCADA en el invernadero de la Universidad Técnica de Cotopaxi del Campus Salache, necesario para el desarrollo óptimo del crecimiento de las semillas y granos andinos.

El Campus Salache de la Universidad Técnica de Cotopaxi, cuenta con un invernadero dedicados al cultivo de semillas y granos andinos los cuales que para su correcta producción y desarrollo es indispensable contar con un sistema de control, monitoreo y almacenamiento de datos (SCADA) de los indicadores de operación del invernadero.

La automatización en invernaderos mediante el sistema SCADA, es una alternativa para mejorar el desarrollo de los diferentes cultivos, así también ayudando a incrementar la calidad y cantidad, permitiendo que los estándares de error y deterioro de semillas y granos andinos sea cada vez menor.

En base a los diferentes parámetros mencionados se propone realizar la implementación de un sistema SCADA para el control, monitoreo y análisis de indicadores de operación del invernadero, el cual podrá ser ejecutado por el personal o estudiantes encargados de los diferentes cultivos de semillas y granos andinos, los mismos que serán beneficiarios de este sistema.

2.7 Hipótesis

La implementación de un sistema SCADA en el invernadero del Campus Salache ayudará al control, monitoreo de forma remota y al análisis de indicadores de operación los mismos que servirán para verificar el desarrollo de la producción de semillas y granos andinos del invernadero.

2.8 Objetivos

2.8.1 Objetivo general

Implementar un sistema SCADA para el control, monitoreo y análisis de indicadores energéticos de operación del invernadero del Campus Salache.

2.8.2 Objetivos específicos

- Revisar el estado del arte sobre un sistema SCADA y el monitoreo de variables de operación del invernadero.
- Diseñar el sistema SCADA, en el cual de manera automática se pueda realizar el control y monitoreo de los sistemas de temperatura y de humedad, para operar de forma remota.
- Realizar un análisis de las variables climatológicas (temperatura, humedad) y de los indicadores energéticos de operación para conocer el comportamiento al cual estuvo expuesta la semilla.
- Realizar un análisis económico de la implementación del sistema SCADA.

2.9 Descripción de las actividades y tareas propuestas con los objetivos establecidos

Tabla 2. 1 Descripción de las actividades y tareas planteadas con los objetivos

Objetivos Específicos	Actividad	Resultados de la Actividad	Verificación
Revisar el estado del arte sobre un sistema SCADA y el monitoreo de variables de operación del invernadero.	Investigación de diferentes fuentes bibliográficas. Recopilación y selección de información necesaria.	Establecimiento de los fundamentos teóricos y técnicos que se necesitan para el desarrollo del proyecto.	Información adquirida.

<p>Diseñar el sistema SCADA, en el cual de manera automática se pueda realizar el control y monitoreo de los sistemas de temperatura y de humedad para operar de forma remota.</p>	<p>Habilitación de un canal de datos.</p> <p>Configuración de las direcciones IP de los equipos.</p> <p>Elección del software en el cual se realizará la programación.</p>	<p>Comunicación punto a punto.</p> <p>PLC y Sentron PAC 3200 en red.</p> <p>Instalación del software LabView</p> <p>Programación gráfica.</p>	<p>Comprobación de equipos en red.</p> <p>Adquisición de datos en el servidor Opc.</p> <p>Control remoto de los sistemas de control de temperatura y humedad.</p>
<p>Realizar un análisis de las variables climatológicas (temperatura, humedad) y de los indicadores energéticos de operación para conocer el comportamiento al cual estuvo expuesta la semilla.</p>	<p>Toma de datos de las variables climatológicas.</p> <p>Toma de datos de los indicadores energéticos de operación.</p>	<p>Representación gráfica del comportamiento de la temperatura y humedad.</p> <p>Representación gráfica del comportamiento de la potencia y energía</p>	<p>Análisis del comportamiento de las variables climatológicas.</p> <p>Análisis de los indicadores energéticos de operación.</p>
<p>Realizar un análisis económico de la implementación del sistema SCADA.</p>	<p>Análisis de costo de inversión del proyecto mediante el VAN y el TIR.</p>	<p>Factibilidad y viabilidad del proyecto.</p>	<p>Implementación del sistema SCADA.</p>

3. MARCO TEÓRICO

3.1 Marco Referencial

En el año 2 013 se realizó el diseño de un sistema SCADA de control automático de temperatura

y humedad para los lechos de producción de humus de lombriz, este sistema es netamente de supervisión, control y adquisición de variables físicas como son la temperatura y humedad en cada uno de los hechos de compostaje de humus de lombriz con el fin de tecnificar su producción [1].

En la ciudad de Loja en el año 2 012 se realizó el desarrollo e implementación de un sistema SCADA para invernaderos, utilizando un sistema de control (PLC) y un sistema de comunicación basado en red GPRS, la funcionalidad del sistema SCADA es la automatización del riego de los cultivos mediante el control de ciertos parámetros como son la humedad y la temperatura. Básicamente en base a factores mínimos y máximos de temperatura y humedad configurados en un dispositivo (PLC) el riego de las plantaciones será automático, es decir los sensores serán encargados de medir la humedad de la tierra y la temperatura [2].

En el año 2 015 se realizó el diseño de implementación de un sistema de monitoreo y control distribuido a través de la nube de micro unidades de regulación de humedad y temperatura para invernaderos, se ha hecho uso de técnicas de control basadas en sistema de conjuntos difusos, infiriendo a partir de ellos reglas de control que regulan las condiciones climáticas al interior del vivero [3].

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

Diferentes métodos y modelos de control son aplicados para controlar el comportamiento de las variables climáticas que afectan el entorno del invernadero. Se usan desde sistemas de control usando lógica clásica hasta sistemas de control inteligente, que usan lógica difusa [4].

Uno de los artículos indagados es el control de temperatura y humedad para cultivo de hongos comestibles, en donde utilizan sensores de temperatura y humedad, de manera inalámbrica en donde se enrutan a un micro controlador para que esté por vía USB, se conecte con el computador y se visualicen los datos en pantalla a través de una interfaz de usuario, desde donde se monitorean las condiciones de temperatura y humedad ideales para el proceso reproductivo [5].

En la Revista Avances en Sistemas e Informática de la (UNAL), se encuentra el proyecto manejo e integración de bases de datos en redes de sensores inalámbricas, con ayuda de microcontroladores, sensores y radio incorporados, con capacidades limitadas. Lo cual permite

el monitoreo de variables físicas y ambientales tales como temperatura, luz, humedad, etc. requeridas para una aplicación específica [6].

En la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, realizaron el proyecto automatización en la industria de bolígrafos, el control lo realizan por medio de un PLC SIEMENS y una HMI interfaz humano máquina SIEMENS TP177, se adiciona el control de la temperatura utilizando un módulo de termocuplas en el PLC [7], proyecto que no dispone un sistema SCADA necesario para realizar la adquisición y almacenamiento de datos.

En el año 2010 en la provincia de Tungurahua realizaron la implementación de un sistema SCADA para integrar a varios dispositivos de automatización en el monitoreo y control de un prototipo de invernadero de rosas, sistema que para continuar impulsando este sector productivo en Ecuador es necesario seguir modernizando nuestras explotaciones de invernaderos, lo que hace factible con la implementación de Sistemas SCADA utilizando los equipos que se encuentran operando los invernaderos actualmente [8].

En la ciudad de Guayaquil se realizó el diseño e implementación de un sistema de monitoreo y control distribuido a través de la nube, de micro unidades de regulación de humedad y temperatura para invernaderos, que comprende la implementación de un sistema de control de parámetros de humedad y temperatura en un microclima al interior de un modelo a escala de un invernadero, para ello se utiliza técnicas de control basadas en sistemas de conjuntos difusos, infiriendo a partir de ellos reglas de control que regularán las condiciones climáticas al interior del vivero [9].

La implementación de un sistema SCADA en el año 2015 se basa en el monitoreo de flujo y temperatura del sistema de rellenado aséptico de jugo de maracuyá en la agroindustria frutas.

En estos años ha aparecido una nueva generación de autómatas con capacidades de un mayor nivel de control en la cantidad de entradas y salidas. A medida que la electrónica se fue desarrollando permitió tener elementos más robustos y de menor tamaño para cumplir con las necesidades en los ambientes hostiles que se encuentran en las industrias [10].

En la ciudad de Latacunga se realizó control y supervisión de variables en un sistema de antiheladas, regadío y ventilación para optimizar los cultivos bajo invernadero. En un inicio, cuando los sistemas automatizados para industrias fueron creciendo y se hicieron cada vez más complejos se fue teniendo una mayor necesidad de poder visualizar lo que sucedía en este.

Con lo que se desarrollaron software capaz de comunicarse con los sistemas de control existentes, se da el nombre de SCADA a cualquier software da el acceso a datos remotos de un

proceso y facilite el control del mismo [11].

En el año 2006 implementaron un sistema de supervisión, control y adquisición de datos a través de la telefonía móvil para invernaderos de rosas, en este tipo de sistemas usualmente existe un ordenador que realiza diferentes funciones como supervisar y gestionar alarmas, tales como el tratamiento de datos y la revisión de procesos para ello, se utilizan sensores o transductores que transforman las entradas de forma física en valores proporcionales a una salida eléctrica [12].

En el año 2013 se realizó el modelo de implementación de SCADA, en el cual desarrollan el programa en lenguaje ladder, conjuntamente con un servidor OPC para su comunicación con la interfaz que se realizará en el software LabView, mismos que son necesarios para poder monitorear y controlar al PLC, que está llevando a cabo el proceso de control [13].

3.1.1 Tipos de Sistema SCADA

Existen diferentes tipos de sistemas SCADA y pueden dividirse en diferentes categorías:

Sistemas abiertos, son aquellos desarrollados para poder ser aplicados a cualquier tipo de tecnología o dispositivo de control.

Los sistemas propietarios, son aquellos desarrollados por los propios fabricantes de equipos, los cuáles se comunican entre sí con sus propios drives y su desventaja principal es la gran dependencia que tiene del proveedor del sistema.

Los sistemas comerciales, son los que generalmente están a cargo de su compañía, la cual se encarga de crear todas las interfaces necesarias para comunicar los distintos dispositivos y una vez finalizado entregar al usuario un producto de fácil uso.

Un sistema SCADA gratuito por lo general fue creado como el sistema comercial, con el transcurso del tiempo se vio que había mayores ventajas en poner estos sistemas con su código de programación en forma abierta, a disposición de distintos desarrolladores alrededor del mundo [14].

3.1.2 Funciones principales del sistema SCADA

Los sistemas SCADA constan de diferentes partes en un proceso de automatización.

- Proceso objeto de control, es el proceso que se desea supervisar, es el origen de datos que se requiere coleccionar y distribuir

- Adquisición de datos, son el conjunto de instrumentos de medición dotados de alguna interfaz de comunicación que permite su interconexión
- SCADA, combinación de hardware y software que permita la colección y visualización de los datos proporcionados por los instrumentos.
- Clientes, conjunto de aplicaciones que utilizan los datos obtenidos por el sistema [15].

3.2 Marco teórico

3.2.1 Definición de Invernadero

Un invernadero es una construcción cerrada, estática y compuesta por una estructura que suelen ser metálica, de madera u hormigón armado, también mixta que sirve de soporte a una cubierta, generalmente translúcida [16].

Un invernadero inteligente se pueden mantener constantes la temperatura, humedad y otros factores ambientales para favorecer el cultivo por tanto su finalidad es proporcionar unas condiciones ambientales que se aproximen a las óptimas para un cultivo en las distintas fases de su desarrollo vegetativo e incluso la obtención de producción en estaciones diferentes a las normales [17].

3.2.2 Tipos de invernaderos

Para la producción de cultivos intensivos bajo cubierta, existen varios tipos de invernaderos, los más comunes son de tipo: túnel, capilla, cercha, diente de sierra, asimétrico o tropical, el invernadero ubicado en la Universidad Técnica de Cotopaxi del Campus Salache, es de tipo asimétrico motivo por el cual detallaremos sus características a profundidad [18].

3.2.3 Invernadero tipo asimétrico

Estos invernaderos siempre orientados en la exposición este-oeste, en la cubierta del techo, presenta una mayor superficie de exposición solar y menos pendiente en la cara sur que en la norte, respecto a las alturas de estos invernaderos, oscilan entre 2.5 a 3 metros para las paredes laterales y 3.5 a 5 metros para la cumbre [19].

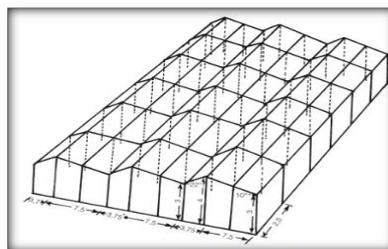


Figura 3. 1. Invernadero tipo asimétrico

Fuente: [19]

3.2.4 Variables de operación a controlar en un invernadero

En la actualidad existe un gran interés en la introducción de tecnología no solo en las fases del proceso productivo, sino también en la cadena de comercialización agrícola desde la germinación de las semillas hasta la venta al consumidor. Debido a que el crecimiento de un cultivo se encuentra fundamentalmente determinado por las variables climáticas del entorno en el que se encuentra como son: riego temperatura, humedad, concentración de CO_2 , viento y lluvia [20].

3.2.5 Temperatura de un invernadero

La temperatura del aire dentro del invernadero es el resultado del balance energético, el efecto invernadero tiene generalmente dos consecuencias primero en la noche, debido a la limitación de pérdidas por radiación infrarroja las temperaturas mínimas son similares o ligeramente superiores, de 1 a 3 °C más altas dependiendo del material de cubierta, no obstante en las noches despejadas sin viento pueden producirse inversiones térmicas y en el día debido al calor y a la reducción de intercambios convectivos. La temperatura del aire es mayor que el aire libre, pudiendo ser excesiva con alta radiación si no se ventila eficientemente [21].

3.2.6 Humedad relativa

En el transcurso de un día es habitual pasar desde el punto de rocío a una humedad relativa de 30 %, en esta situación el déficit de presión de vapor entre la hoja y el aire suele ser muy elevado por lo que en días de alta insolación, cuando se eleva la temperatura y desciende la humedad relativa se puede presentar desequilibrio hídrico en las plantas, pues la demanda hídrica del ambiente supera la absorción de agua por el sistema radicular que es incapaz de abastecer totalmente las exigencias ambientales.

La humedad del ambiente de un invernadero depende fundamentalmente del agua que tenga el suelo y de la humedad del ambiente exterior y así como la temperatura [22].

3.2.7 Sistema de riego para invernaderos

Aunque son varios los sistemas de riego utilizados en los viveros, todos tienen en común que reutilizan el agua, incidiendo en el control estricto del riego y la fertilización e intentando generar el menor impacto ambiental.

Los sistemas de riego más utilizados se pueden clasificar atendiendo al propio diseño del emisor, al alcance y al tamaño de la gota, según estos criterios podemos hacer la siguiente clasificación de tipos de riego.

3.2.7.1 Sistema de riego aéreo

Son sistemas de riego en los que el agua se aplica a los cultivos en forma de la lluvia, mojando la totalidad de la planta, así como la del sustrato o superficie cultivada.

- Aspersión
- Miniaspersión
- Nebulización
- Pulverización
- Tren de riego

3.2.7.2 Sistema de riego localizado

Son un sistema de riego en lo que solo se humedece una parte del suelo sustrato, de donde la planta podrá obtener el agua y los nutrientes que necesita e implica una alta frecuencia de aplicación.

- Goteo
- Cintas de exudación
- Microaspersión [23].

3.2.8 Voltaje o tensión eléctrica

Se define voltaje como la capacidad o trabajo que se necesita para mover una carga eléctrica de un medio a otro, este se mide en voltios y también es conceptualizado como la fuerza que se aplica a los electrones que circulan por un conductor y su forma de medir es en paralelo en cualquier punto de una instalación eléctrica [24].

Se denomina tensión eléctrica a la diferencia de nivel eléctrico que existe entre dos puntos de un circuito eléctrico, esta diferencia de potencial entre dos puntos del circuito es necesaria para que la corriente circule entre ellos [25].

3.2.9 Corriente eléctrica

Se denomina corriente eléctrica al desplazamiento continuo y ordenado de electrones a lo largo de un conductor, tenemos diferentes tipos de corriente.

Corriente Continua: Voltaje, intensidad y resistencia no varía, ejemplo; batería.

Corriente Alterna: Corriente y voltaje varían en forma periódica a lo largo del tiempo [26].

3.2.10 Energía eléctrica

La energía se puede entender como la capacidad que tiene un cuerpo o un sistema para realizar un trabajo o producir algún cambio y transformación, la unidad de medida de la energía eléctrica consumida es kW/h [27].

3.2.11 Sistema de comunicación

Es el medio o conjunto de medios que permiten el intercambio de información entre la red de gestión, la de automatización y la de campo. Existen multitud de variables de buses de comunicación, en función del SCADA. En el nivel de gestión, se tiende a utilizar tecnologías Ethernet industrial, como es el caso del bus PROFINET. A nivel de automatización y campo, se encuentra otras tantas soluciones, como el caso de PROFIBUS y también es frecuente encontrar interfaces que permiten ampliar prestaciones, como son las interfaces GPRS [28].

El intercambio de una información entre servidores y clientes se basa en la relación de productor consumidor, los servidores de datos interrogan de manera cíclica a los elementos de campo recopilando los datos generados por registradores, autómatas, reguladores de proceso, etc.

Un servidor de datos puede gestionar varios protocolos de forma simultánea, estando limitado por su capacidad física de soportar las interfaces de hardware las popularmente conocidas tarjetas de comunicación. Estas permiten el intercambio de datos bidireccional entre la unidad central y las unidades remotas mediante un protocolo de comunicación determinado y un sistema de transporte de la información para mantener el enlace entre los diferentes elementos de la red:

- Línea telefónica.
- Cable coaxial.
- Fibra óptica.
- Telefonía celular (GPRS, UMTS).
- Radio (enlaces de radio VHF, UHF, microondas) [29].

3.2.12 Topologías

Las diversas combinaciones de los elementos que se comunican dan lugar a unas topologías determinadas:

Punto a punto: La relación es del tipo Maestro-Esclavo, un solo elemento remoto (RTU) está conectado al sistema de control (MTU) mediante una línea de comunicación.

Multipunto dedicado: Un solo sistema de control conectado a varias estaciones remotas que

mediante enlaces directos permanentes. Esta configuración es delicada, pues todo el tráfico de la red se centra en un solo punto.

Multipunto compartido estrella: Tipo Maestro-Esclavo, esta configuración en estrella utiliza un solo puerto de comunicación, realizándose el intercambio de datos por turnos. Esto es posible debido a que las estaciones remotas tienen identificadores únicos.

3.2.13 Canal de datos

Para el proyecto se utiliza un canal de datos de 5 Mbps de velocidad que por definición es una conexión entre dos puntos con un ancho de banda fijo, una de las mayores ventajas es el incremento en la confiabilidad de sus enlaces y en su comunicación [30].

3.2.14 CMD (comando)

CMD es un comando de Windows XP, que sirve para realizar acciones avanzadas utilizando comandos de texto, el CMD contiene:

- Los mensajes de errores de sintaxis.
- Comandos internos.
- La comprobación de sintaxis, cuando se ejecuta un comando interno o externo.
- Los comandos de ficheros por lotes [31].

3.2.15 Comando ping

Ping es un comando o una herramienta de diagnóstico que permite verificar el estado de una determinada conexión o host local, puede ser de una red local o red pública, con un equipo remoto como mínimo [32].

3.2.16 PLC (controlador lógico programable)

Es un controlador lógico programable, que controla una máquina o proceso y puede considerarse simplemente como una caja de control con dos filas de terminales, una para salida y la otra para entrada.

El circuito para producir las salidas deseadas en el momento adecuado o en la secuencia adecuada para la aplicación, se dibuja en forma de diagrama de contactos y programa en la memoria del PLC como instrucciones lógicas [33].

3.2.17 Analizador de energía

Los medidores de energía pueden aplicarse en todos aquellos puntos donde se consume energía eléctrica, los cuales permite medir energía activa, reactiva, aparente y a la vez realiza

mediciones de varias magnitudes eléctricas, tales como tensiones, corriente, potencias, valores de la energía eléctrica, frecuencia, factor de potencia, simetría y THD. Además se conecta en redes monofásicas o polifásicas [34].

3.2.18 Sistema SCADA

El nombre de sistema SCADA son siglas de (Supervisory Control And Data o Control con Supervisión y Adquisición de Datos), al programa que facilita el ingreso a datos remotos de un proceso y permite manipular las diferentes funciones de la comunicación que se necesiten en cada uno de los casos, tener una revisión del mismo. El paquete SCADA en su vertiente de herramienta de interface hombre-máquina comprende toda una serie de funciones y utilidades encaminadas a establecer una comunicación lo más clara posible entre el proceso y el operador.

3.2.19 HMI (interfaz hombre máquina)

Es un sistema computarizado para dar acceso a los parámetros de control de un proceso. Las pantallas de un HMI no necesariamente son aplicaciones de Windows, puede ser un display LCD o un panel para PLC [35], en nuestro caso utilizamos el software LabView 2018.

3.2.20 NI OPC Server

Es un tipo de comando abierto el cual accede a los datos a través de un dispositivo de campo. El procedimiento para el acceso es siempre el mismo, sin importar el tipo y de donde se originan los datos. De esta forma es posible conectar con cualquier elemento de campo con un servidor de datos local o remoto.

Los componentes OPC se pueden clasificar en: Cliente OPC, es una aplicación que solo utiliza datos y Servidor OPC, una aplicación que realiza la recopilación de datos de los diversos elementos de campo y permite el acceso libre a estos elementos [36].

3.2.21 Software LabView

Es una herramienta de programación gráfica, altamente productiva para construcción de sistemas de adquisición de datos, instrumentación y control. La programación G, difiere de otros lenguajes de programación, mientras que G es una programación gráfica.

La interfaz interactiva de usuario de un VI se llama panel frontal, debido a que simula el panel de un instrumento físico. El panel frontal puede contener botones, interruptores, pulsadores, gráficas y otros controles e indicadores, el VI recibe instrucciones de un diagrama de bloques que se construye en la programación G [37].

4. MARCO METODOLÓGICO

4.1 Tipo de investigación

4.1.1 Investigación exploratoria: Consiste en tener información inicial para continuar con la investigación, es decir para realizar el proyecto será necesario una visita en el lugar de ejecución donde se pretende establecer la elaboración del proyecto, donde se conocerá los parámetros físicos del invernadero, los sistemas eléctricos, electrónicos y los sistemas de control como son temperatura y humedad ya implantados pero no en correcto funcionamiento, además se verificarán los tipos de puertos de comunicación que utilizan los equipos PLC S7 1200 y Sentron PAC 3200.

4.1.2 Investigación descriptiva: Sirve para describir lo que se pretende realizar con el tema, se establecerán los sistemas a controlar de forma remota los cuáles son humedad, temperatura y además se establecerán los indicadores de operación principalmente el consumo de energía que serán realizados por medio del sistema SCADA, de forma local y remota desde los laboratorios de energías renovables de la carrera de ingeniería eléctrica de Universidad Técnica de Cotopaxi campus la matriz.

4.1.3 Investigación de campo: Consiste en la recopilación de información del lugar donde están los hechos o el problema, se realizará en el campus Salache de la Universidad Técnica de Cotopaxi en el laboratorio de granos andinos donde se encuentran ubicados los equipos a ser controlados y monitoreados de forma remota.

4.1.4 Investigación experimental: Consiste en poder controlar una variable, con la recopilación de datos de humedad y temperatura del invernadero, conllevará a realizar el control manual y automático en el sistema SCADA de estas variables climatológicas.

4.2 Métodos de investigación

4.2.1 Método analítico: Permite conocer a fondo el objeto de estudio, es decir se conocerá como se va a realizar el proyecto, mediante este método se realizará el diseño de la comunicación con los equipos que serán controlados de forma remota en el sistema SCADA.

4.2.2 Método de la medición: Se obtendrá los datos técnicos como energía, corriente, voltaje, niveles de humedad y temperatura mediante la utilización de diferentes sensores específicos para cada variable de operación.

4.3 Técnicas e instrumentación

Con las mediciones de los diferentes sensores de temperatura y humedad se establecerán rangos

adecuados para los diferentes cultivos, el riego mediante los nanómetros ubicados en las tres hileras y con las mediciones del analizador de energía Sentron PAC 3200, se determinará el consumo de energía y por medio de la comunicación del canal de datos se realizará el control remoto.

4.3.1 Comunicación punto a punto: El proyecto se realizará mediante un canal de datos que es el medio por el cual existe comunicación con el PLC S7 1200 y analizador de energía Sentron PAC 3200 entre un servidor OPC y este se comunicará con el software LabView y de esta manera se desarrollará el sistema SCADA.

4.3.2 Software LabView: En el que se realizará la programación para el sistema SCADA, que abarca el control, monitoreo y realización de una base de datos que servirán para el análisis de los indicadores del invernadero.

4.3.3 Interfaz gráfica (HMI): Es la que proporcionará la visualización de las variables climatológicas e indicadores energéticos de operación del invernadero y permitirá el control, monitoreo del sistema de forma manual o automática.

4.3.4 Equipos de medición: Se utilizará diferentes equipos en el proyecto con los cuales se puede verificar el estado de los equipos eléctricos, electrónicos.

4.3.5 Multímetro Unit-t: Se utilizará para comprobar los diferentes parámetros eléctricos como son voltaje, corriente, continuidad.

4.3.6 Sensores de humedad y temperatura: Serán los encargados de medir cada una de las variables de operación del invernadero y de enviar señales al PLC y de esta manera determinar la actuación de los sistemas de temperatura y humedad.

4.3.7 Medidor Sentron PAC 3200: Será el encargado de realizar las mediciones de los parámetros eléctricos como son voltaje, corriente, potencia y energía que son necesarios para saber el consumo del invernadero.

5. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1 Ubicación del invernadero del campus Salache

El invernadero de la Universidad Técnica de Cotopaxi, se encuentra ubicado en la Provincia de Cotopaxi, cantón Latacunga, en el campus la Salache, perteneciente a la carrera de ingeniería agronómica, específico para el cultivo de semillas y granos andinos, en la figura 5. 1 se observó el invernadero en el cual se implementó el proyecto que por sus características es de tipo asimétrico.



Figura 5. 1 Invernadero del campus Salache de la U.T.C.

5.2 Verificación de los sistemas de control implantados

5.2.1 Sistema de control de humedad

La comprobación del sistema de control de humedad se realizó en la parte interna del invernadero y en el laboratorio de granos andinos donde se encuentra ubicado el tablero de control en el que se encontró con varias irregularidades que son:

- Sensores de humedad deteriorados
- Conductores sulfatados y
- Placas de control en mal estado y sin funcionamiento

5.2.2 Sistema de control temperatura

Para la comprobación del sistema de control temperatura se realizó mediante la visita en el tablero de control ubicado en el laboratorio de granos andinos y se verificó que la temperatura censada por el sensor termocúpula tipo K es igual a la temperatura que se muestra en el termómetro digital, además se constató que las cortinas ubicadas en las afueras del invernadero se encontraban sin funcionar debido a que los finales de carrera estaban sulfatados y que el conductor que alimenta a los motores se encontraban en corto circuito con la base metálica, ver en el Anexo I.

Posteriormente se procedió a realizar los diferentes mantenimientos correctivos que son cambios de placas, sensores, conductores, finales de carrera para poner en funcionamiento todo el sistema.

5.2.3 Diseño de la placa para sensores de humedad

El diseño de la placa se desarrolló en el software Proteus ver figura 5.2, el cual está diseñado para colocar 8 sensores de humedad tipo FC-28, alimentado con una fuente de c.c.

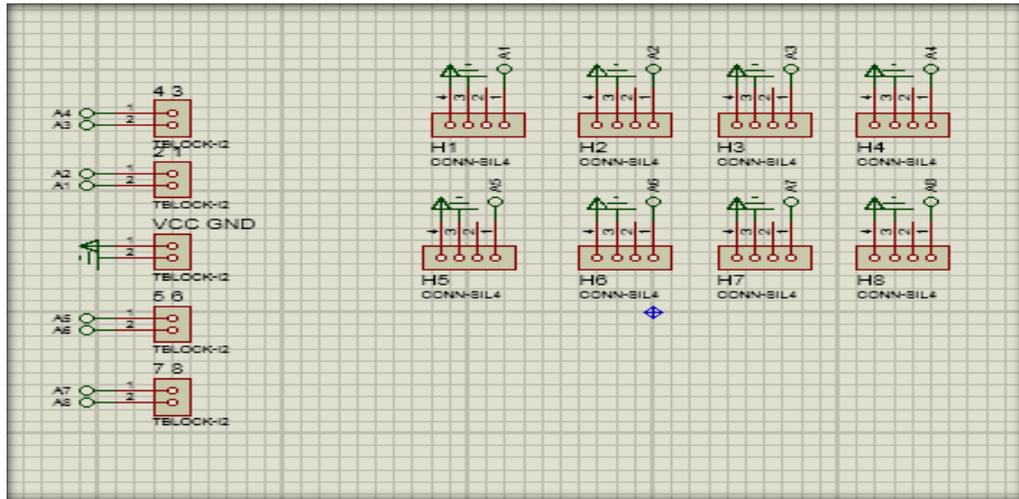


Figura 5. 2 Diseño esquemático en el software proteus

5.2.4 Cambio de placas, sensores, conductores y finales de carrera

El cambio de placas se realizó en la parte interna del invernadero en cada caja de placas, ubicadas en la base metálica de cada hilera, los sensores de humedad también fueron reemplazados y son tipo FC 28, encargados de medir la humedad del suelo, ya que los que se encontraban colocados estaban deteriorados y sulfatados, los conductores y finales de carrera se los cambio debido a se encontraban rotos y en mal estado ver el Anexo II.

Una vez realizado los mantenimientos correctivos, se puso en marcha los sistemas de humedad y temperatura ya implantados anteriormente, que son necesarios para el diseño de la comunicación con el sistema SCADA.

5.3 Instalación del analizador de energía Sentron PAC 3200

Se procede a realizar la instalación del analizador de energía en el tablero ubicado en el laboratorio de granos andinos acorde al diagrama de conexión que se encuentra en el manual del Sentron PAC 3200, como se muestra en la siguiente figura 5. 3, además se utilizó un transformador de corriente de relación de $\frac{30}{5}$ A.

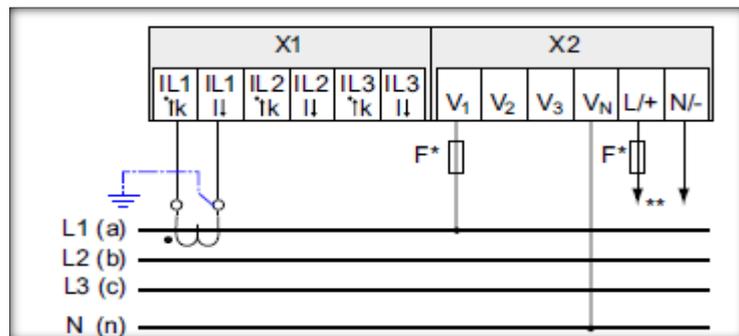


Figura 5. 3 Conexión de Sentron PAC3200 y TC a red eléctrica

5.3 Diseño de la comunicación

Para el diseño de la comunicación se realizó por medio de un canal de datos de 5Mbps de velocidad mediante las direcciones IP habilitadas por parte de centros informáticos de la Universidad Técnica de Cotopaxi, se pudo entrar en red previo a la configuración de los equipos a ser controlados y monitoreados como son el PLC S7 1200 Siemens, pantalla HMI KTP-400 Simatic HMI Siemens y el analizador de energía Sentron PAC 3200 Siemens.

Los tres equipos se encuentran ubicados en el tablero de control del laboratorio de granos andinos, los cuales establecen conexión mediante switch ver figura 5. 4, ubicado en el tablero de control.

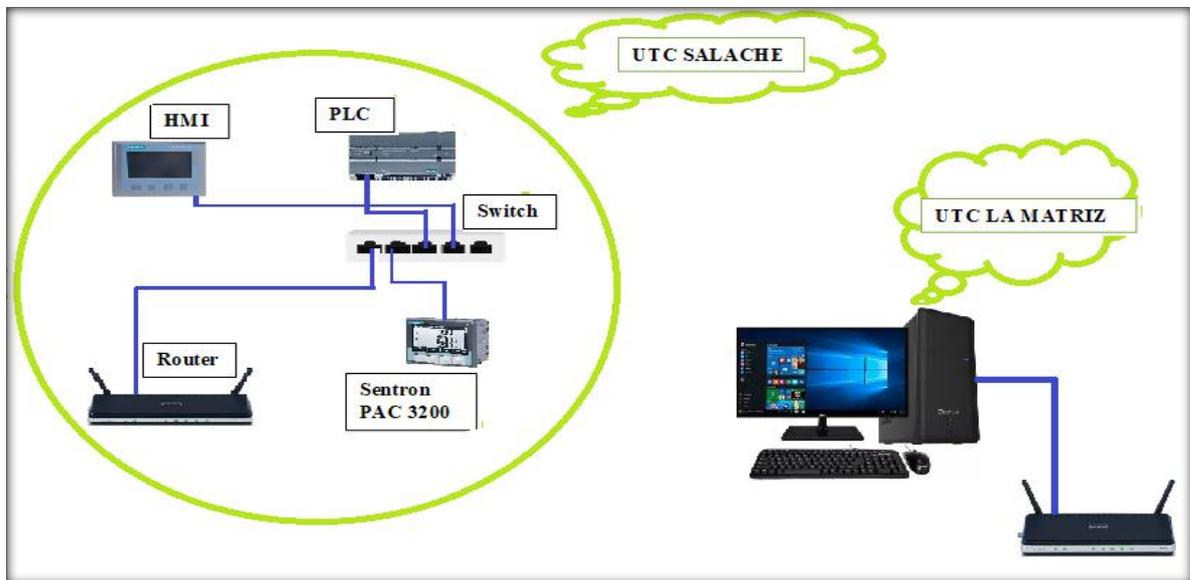


Figura 5. 4 Esquema del canal de datos

5.3.1 Diseño de la comunicación con el PLC S7 1200 Siemens

Al PLC S7 1200 se configuró la dirección IP, máscara de subred y la puerta de enlace, esto realizó en el software Tia Portal V14, en la ventana online y diagnóstico, ahí se desplaza la opción general y se puede configurar el equipo en la ventana direcciones ethernet acorde a los parámetros de la red, la tabla de parámetros se pueden visualizar en el Anexo III.

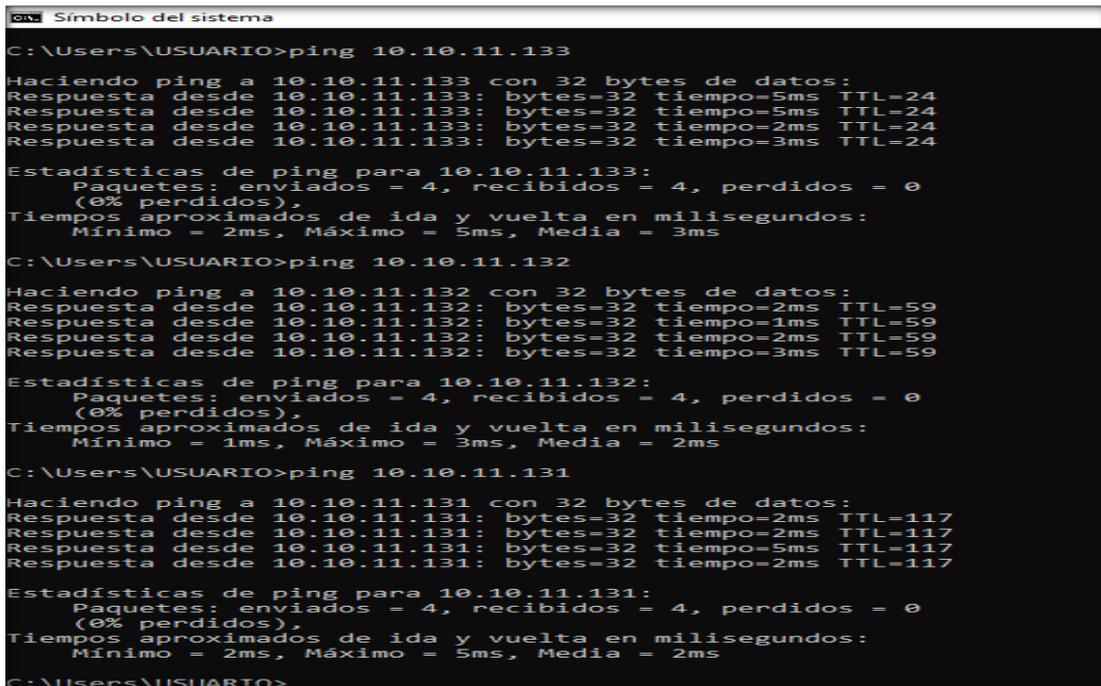
5.3.2 Diseño de la comunicación para la pantalla HMI KTP-400 Simatic Siemens

Al igual que el PLC S7 1200 se configuró la pantalla HMI KTP-400 Simatic Siemens la dirección IP, máscara de subred y la puerta de enlace también se realizó en el software Tia Portal V14, en la ventana online y diagnóstico, ahí se desplaza la opción general y se puede configurar el equipo en la ventana funciones acorde a los parámetros de la red, la tabla de parámetros se puede visualizar en el Anexo III.

5.3.3 Diseño de la comunicación del analizador de energía Sentron PAC 3200

El analizador de energía Sentron PAC 3200 tiene un protocolo de comunicación Modbus TCP a través de la interfaz Ethernet, estableció comunicación con el canal de datos previo a la configuración en el módulo de forma manual, con la tecla F4 dirige al menú, ajustes y allí seleccionamos comunicación, la tabla de parámetros se pueden visualizar en el Anexo III.

5.4 Comprobación del canal de datos



```
cmd: Símbolo del sistema
C:\Users\USUARIO>ping 10.10.11.133
Haciendo ping a 10.10.11.133 con 32 bytes de datos:
Respuesta desde 10.10.11.133: bytes=32 tiempo=5ms TTL=24
Respuesta desde 10.10.11.133: bytes=32 tiempo=2ms TTL=24
Respuesta desde 10.10.11.133: bytes=32 tiempo=3ms TTL=24
Estadísticas de ping para 10.10.11.133:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
    (0% perdidos),
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
        Mínimo = 2ms, Máximo = 5ms, Media = 3ms
C:\Users\USUARIO>ping 10.10.11.132
Haciendo ping a 10.10.11.132 con 32 bytes de datos:
Respuesta desde 10.10.11.132: bytes=32 tiempo=2ms TTL=59
Respuesta desde 10.10.11.132: bytes=32 tiempo=1ms TTL=59
Respuesta desde 10.10.11.132: bytes=32 tiempo=2ms TTL=59
Respuesta desde 10.10.11.132: bytes=32 tiempo=3ms TTL=59
Estadísticas de ping para 10.10.11.132:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
    (0% perdidos),
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
        Mínimo = 1ms, Máximo = 3ms, Media = 2ms
C:\Users\USUARIO>ping 10.10.11.131
Haciendo ping a 10.10.11.131 con 32 bytes de datos:
Respuesta desde 10.10.11.131: bytes=32 tiempo=2ms TTL=117
Respuesta desde 10.10.11.131: bytes=32 tiempo=2ms TTL=117
Respuesta desde 10.10.11.131: bytes=32 tiempo=5ms TTL=117
Respuesta desde 10.10.11.131: bytes=32 tiempo=2ms TTL=117
Estadísticas de ping para 10.10.11.131:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
    (0% perdidos),
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
        Mínimo = 2ms, Máximo = 5ms, Media = 2ms
C:\Users\USUARIO>
```

Figura 5. 5 Comprobación de comunicación en el cmd

Una vez que se estableció las direcciones IP, se procedió a comprobar que el sistema se encuentre en red ver figura 5. 5, para ello se busca en el computador el símbolo del sistema “cmd” y se ejecuta como administrador, después se procedió a verificar si existe comunicación entre los equipos configurados anteriormente mediante el comando ping.

En la figura 5. 5 se indicó que al ejecutar el comando ping de cada equipo, el tiempo de respuesta (TTL) fue de manera inmediata en milisegundos, del cual se obtuvo 4 paquetes enviados y 4 paquetes recibidos y 0 paquetes perdidos.

5.5 Direccionamiento de los tags en el servidor opc de las variables del PLC

Se realizó un subcanal en el servidor opc con el nombre S7-1200-Salache, donde estarán todos los tags, que son las variables que se encuentran en el software TIA PORTAL V14, en la carpeta variables del plc, allí se encontraron cada una de las direcciones que se detallan en la siguiente tabla.

Tabla 5. 1: Tabla de variables del PLC, para direccionamiento de los tags

N°	Nombre	Dirección	Tipo de dato	Descripción
1	Apagarbomba	M66.2	Boolean	Off hilera 3 humedad automático
2	Apagarbomba1	M66.3	Boolean	Off hilera 1 humedad automático
3	bloqueo1	M120.4	Boolean	Indicador que la cortina está en dirección de subida
4	bloqueo2	M120.3	Boolean	Indicador que se encuentra arriba la cortina
5	bloqueo3	M120.5	Boolean	Indicador que la cortina está en dirección de bajada
6	bloqueo4	M120.6	Boolean	Indicador que se encuentra abajo la cortina
7	bloqueo automático	I0.3	Boolean	Off luz indicadora temperatura manual
8	bloqueo manual	I0.2	Boolean	On luz indicadora temperatura manual
9	EL1	M0.3	Boolean	Luz indicador hilera 1
10	EL2	M0.5	Boolean	Luz indicador hilera 2
11	EL3	M1.4	Boolean	Luz indicador hilera 3
12	h1	MD50	Float	hr % 1 sensor de humedad
13	h3	MD24	Float	hr % 3 sensor de humedad
14	MANUAL	M0.2	Boolean	Control manual
15	OFFB1	M11.5	Boolean	Off 1 humedad manual
15	OFFB2	M11.6	Boolean	Off 2 humedad manual

17	OFFB3	M11.4	Boolean	Off 3 humedad manual
18	ONE1	M0.1	Boolean	On 1 humedad manual
19	ONE2	M1.1	Boolean	On 2 humedad manual
20	ONE3	M1.3	Boolean	On 3 humedad manual
21	pulsador_down_scada	M66.6	Boolean	Bajar ventana temperatura manual
22	pulsador_up_scada	M66.5	Boolean	Subir ventana temperatura manual
23	SALIDA1	Q0.0	Boolean	Indicador de encendido de bomba e hilera 1
24	SALIDA3	Q0.2	Boolean	Indicador de encendido de bomba e hilera 3
25	SP1	MD12	Float	s.p.% hilera 1 humedad automático
26	SP3	MD20	Float	s.p.% hilera 3 humedad automático
27	temperatura	MD104	Float	Sensor de temperatura
28	temperatura max	MW108	Word	Max valores de temperatura automático
29	temperatura min	MW110	Word	Min valores de temperatura automático
30	tiempo máximo riego scada	MD82	Float	Tiempo de riego temperatura automático
31	tiempo1_scada	MD70	Float	Tiempo 1 humedad manual
32	tiempo2_scada	MD74	Float	Tiempo 2 humedad manual
33	tiempo3_scada	MD78	Float	Tiempo 3 humedad manual
34	ventilador	Q8.2	Boolean	Activación ventilador
35	Cambio_automático2	M121.2	Boolean	Mando para control automático

5.6 Direccionamiento de tags en el servidor opc para el Sentron PAC 3200

En el servidor opc se realizó un subcanal con el nombre MODBUS TCP, para que adquiriera datos en el servidor es necesario conocer las direcciones asignadas por el fabricante del dispositivo, estas direcciones se extraen del holding registrar de la página de siemens y posteriormente se creó los tags.

En el holding registrar de siemens se encontraron las direcciones que van desde 1 a 837, pero la red modbus utiliza los rangos que van desde 40000, ejemplo la primera dirección será 40001 y estas direcciones serán de acuerdo al modelo del Sentron PAC. A continuación se detalla las direcciones en la siguiente tabla.

Tabla 5. 2: Tabla de direccionamiento Modbus para Sentron PAC 3200

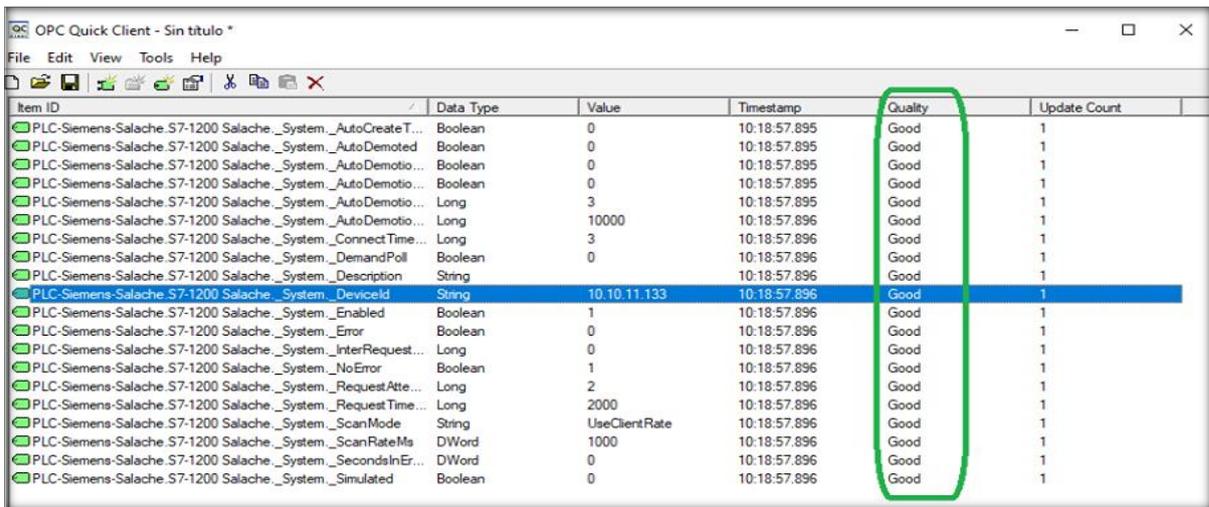
Nº	Nombre	Dirección	Tipo de dato	Descripción
1	Corriente L1	40013	Float	Corriente L1
2	Corriente L2	40015	Float	Corriente L2
3	Corriente L3	40017	Float	Corriente L3
4	Corriente Media Im	40061	Float	Corriente Media Im
5	Demanda potencia activa exportada	40505	Float	Demanda de potencia activa exportada
6	Demanda potencia reactiva exportada	40507	Float	Demanda de potencia reactiva exportada
7	Desbalance de Amplitudes en Corriente	40073	Float	Desbalance de Amplitudes en Corriente
8	Desbalance de Amplitudes en Tensión	40071	Float	Desbalance de Amplitudes en Tensión
9	Energía activa exportada, tarifa 1	40809	Double	Energía activa exportada, tarifa 1

10	Energía activa importada, tarifa 1	40801	Double	Energía activa importada, tarifa 1
11	Energía aparente, tarifa 1	40833	Double	Energía aparente, tarifa 1
12	Energía reactiva exportada, tarifa 1	40825	Double	Energía reactiva exportada, tarifa 1
13	Energía reactiva importada, tarifa 1	40817	Double	Energía reactiva importada, tarifa 1
14	Factor de Potencia L1	40037	Float	Factor de Potencia L1
15	Factor de Potencia L2	40039	Float	Factor de Potencia L2
16	Factor de Potencia L3	40041	Float	Factor de Potencia L3
17	Factor de Potencia Total	40069	Float	Factor de Potencia Total
18	Frecuencia	40055	Float	Frecuencia
19	Potencia Activa L1	40025	Float	Potencia Activa L1
20	Potencia Activa L2	40027	Float	Potencia Activa L2
21	Potencia Activa L3	40029	Float	Potencia Activa L3
22	Potencia Activa Total	40065	Float	Potencia Activa Total
23	Potencia Aparente L1	40019	Float	Potencia Aparente L1
24	Potencia Aparente L2	40021	Float	Potencia Aparente L2
25	Potencia Aparente L3	40023	Float	Potencia Aparente L3
26	Potencia Aparente total	40063	Float	Potencia Aparente total

27	Potencia Reactiva L1	40031	Float	Potencia Reactiva L1
28	Potencia Reactiva L2	40033	Float	Potencia Reactiva L2
29	Potencia Reactiva L3	40035	Float	Potencia Reactiva L3
30	Potencia Reactiva Total	40067	Float	Potencia Reactiva Total
31	Tarifa Activa	40211	Float	Tarifa Activa
32	Tensión Media VL-L	40059	Float	Tensión Media VL-L
33	Tensión Media VL-N	40057	Float	Tensión Media VL-N
36	Tensión VL1-L2	40007	Float	Tensión VL1-L2
37	Tensión VL1-N	40001	Float	Tensión VL1-N
38	Tensión VL2-VL3	40009	Float	Tensión VL2-VL3
39	Tensión VL2-N	40003	Float	Tensión VL2-N
40	Tensión VL3-VL1	40011	Float	Tensión VL3-VL1
41	Tensión VL3-N	40005	Float	Tensión VL3-N
42	THD-R en corriente L1	40049	Float	THD-R en corriente L1
43	THD-R en corriente L2	40051	Float	THD-R en corriente L2
44	THD-R en corriente L3	40053	Float	THD-R en corriente L3
45	THD-R en tensión L1	40043	Float	THD-R en tensión L1
46	THD-R en tensión L2	40045	Float	THD-R en tensión L2
47	THD-R en tensión L3	40047	Float	THD-R en tensión L3

5.7 Verificación de comunicación y adquisición de datos en el opc server

Una vez creado los tags se procedió a verificar la comunicación y adquisición de datos, de manera que al momento de visualizar en la ventana quick client, en la fila quality debe aparecer los valores good, que nos estaría indicando que nuestro servidor opc, está en red con los equipos PLC S7-1200 y Sentron PAC 3200.



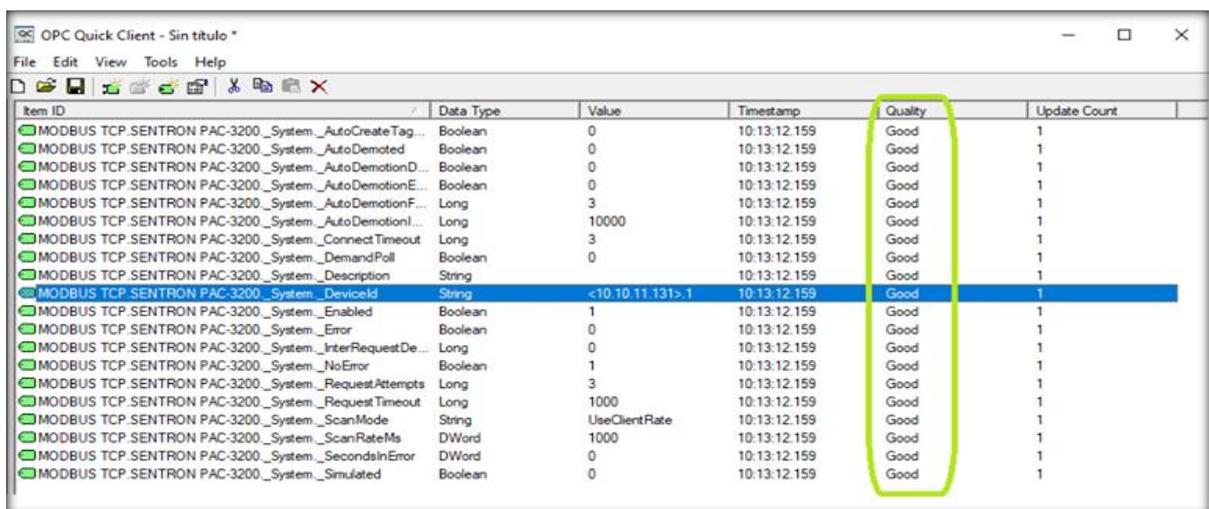
The screenshot shows the OPC Quick Client interface with a table of data points. The 'Quality' column for all entries is 'Good', indicating successful communication. The selected row is 'PLC-Siemens-Salache.S7-1200 Salache._System._DeviceId' with a value of '10.10.11.133'.

Item ID	Data Type	Value	Timestamp	Quality	Update Count
PLC-Siemens-Salache.S7-1200 Salache._System._AutoCreateT...	Boolean	0	10:18:57.895	Good	1
PLC-Siemens-Salache.S7-1200 Salache._System._AutoDemoted	Boolean	0	10:18:57.895	Good	1
PLC-Siemens-Salache.S7-1200 Salache._System._AutoDemotio...	Boolean	0	10:18:57.895	Good	1
PLC-Siemens-Salache.S7-1200 Salache._System._AutoDemotio...	Boolean	0	10:18:57.895	Good	1
PLC-Siemens-Salache.S7-1200 Salache._System._AutoDemotio...	Long	3	10:18:57.895	Good	1
PLC-Siemens-Salache.S7-1200 Salache._System._AutoDemotio...	Long	10000	10:18:57.896	Good	1
PLC-Siemens-Salache.S7-1200 Salache._System._ConnectTime...	Long	3	10:18:57.896	Good	1
PLC-Siemens-Salache.S7-1200 Salache._System._DemandPoll	Boolean	0	10:18:57.896	Good	1
PLC-Siemens-Salache.S7-1200 Salache._System._Description	String		10:18:57.896	Good	1
PLC-Siemens-Salache.S7-1200 Salache._System._DeviceId	String	10.10.11.133	10:18:57.896	Good	1
PLC-Siemens-Salache.S7-1200 Salache._System._Enabled	Boolean	1	10:18:57.896	Good	1
PLC-Siemens-Salache.S7-1200 Salache._System._Error	Boolean	0	10:18:57.896	Good	1
PLC-Siemens-Salache.S7-1200 Salache._System._InterRequest...	Long	0	10:18:57.896	Good	1
PLC-Siemens-Salache.S7-1200 Salache._System._NoError	Boolean	1	10:18:57.896	Good	1
PLC-Siemens-Salache.S7-1200 Salache._System._RequestAtte...	Long	2	10:18:57.896	Good	1
PLC-Siemens-Salache.S7-1200 Salache._System._RequestTime...	Long	2000	10:18:57.896	Good	1
PLC-Siemens-Salache.S7-1200 Salache._System._ScanMode	String	UseClientRate	10:18:57.896	Good	1
PLC-Siemens-Salache.S7-1200 Salache._System._ScanRateMs	DWord	1000	10:18:57.896	Good	1
PLC-Siemens-Salache.S7-1200 Salache._System._SecondsInEr...	DWord	0	10:18:57.896	Good	1
PLC-Siemens-Salache.S7-1200 Salache._System._Simulated	Boolean	0	10:18:57.896	Good	1

Figura 5. 6 Verificación del PLC S7-1200 en red

En la figura 5. 6 se observó que el PLC S7 1200 con la dirección IP 10.10.11.133, se encuentra en red con el servidor opc, es decir que el servidor está recibiendo datos de las diferentes variables que se encuentran en el PLC.

Y en la figura 5. 7 se observó que el analizador de energía Sentron PAC 3200 con la dirección IP 10.10.11.131, también se encuentra en red con el servidor opc y se encuentra recibiendo datos de los diferentes parámetros eléctricos.



The screenshot shows the OPC Quick Client interface with a table of data points for the Sentron PAC-3200. The 'Quality' column for all entries is 'Good', indicating successful communication. The selected row is 'MODBUS TCP SENTRON PAC-3200._System._DeviceId' with a value of '<10.10.11.131>.1'.

Item ID	Data Type	Value	Timestamp	Quality	Update Count
MODBUS TCP SENTRON PAC-3200._System._AutoCreateTag...	Boolean	0	10:13:12.159	Good	1
MODBUS TCP SENTRON PAC-3200._System._AutoDemoted	Boolean	0	10:13:12.159	Good	1
MODBUS TCP SENTRON PAC-3200._System._AutoDemotionD...	Boolean	0	10:13:12.159	Good	1
MODBUS TCP SENTRON PAC-3200._System._AutoDemotionE...	Boolean	0	10:13:12.159	Good	1
MODBUS TCP SENTRON PAC-3200._System._AutoDemotionF...	Long	3	10:13:12.159	Good	1
MODBUS TCP SENTRON PAC-3200._System._AutoDemotionI...	Long	10000	10:13:12.159	Good	1
MODBUS TCP SENTRON PAC-3200._System._ConnectTimeout	Long	3	10:13:12.159	Good	1
MODBUS TCP SENTRON PAC-3200._System._DemandPoll	Boolean	0	10:13:12.159	Good	1
MODBUS TCP SENTRON PAC-3200._System._Description	String		10:13:12.159	Good	1
MODBUS TCP SENTRON PAC-3200._System._DeviceId	String	<10.10.11.131>.1	10:13:12.159	Good	1
MODBUS TCP SENTRON PAC-3200._System._Enabled	Boolean	1	10:13:12.159	Good	1
MODBUS TCP SENTRON PAC-3200._System._Error	Boolean	0	10:13:12.159	Good	1
MODBUS TCP SENTRON PAC-3200._System._InterRequestDe...	Long	0	10:13:12.159	Good	1
MODBUS TCP SENTRON PAC-3200._System._NoError	Boolean	1	10:13:12.159	Good	1
MODBUS TCP SENTRON PAC-3200._System._RequestAttempts	Long	3	10:13:12.159	Good	1
MODBUS TCP SENTRON PAC-3200._System._RequestTimeout	Long	1000	10:13:12.159	Good	1
MODBUS TCP SENTRON PAC-3200._System._ScanMode	String	UseClientRate	10:13:12.159	Good	1
MODBUS TCP SENTRON PAC-3200._System._ScanRateMs	DWord	1000	10:13:12.159	Good	1
MODBUS TCP SENTRON PAC-3200._System._SecondsInError	DWord	0	10:13:12.159	Good	1
MODBUS TCP SENTRON PAC-3200._System._Simulated	Boolean	0	10:13:12.159	Good	1

Figura 5. 7 Verificación del Sentron PAC 3200 en red

5.8 Diagrama de flujos

La programación de este proyecto está encaminada a una serie de funciones, tanto para la parte de control, monitoreo, adquisición y almacenamiento de datos realizada en el software LabView.

5.9 Diagrama de flujo del sistema SCADA

La representación del diagrama general del sistema SCADA, se muestra en el anexo IV, la cual indica los equipos a ser monitoreados, controlados y adquirir datos de las variables climatológicas (temperatura, humedad) y de los indicadores de operación como es el consumo de energía.

Además se indica que tiene un sistema de control de humedad y temperatura, variables que son controladas por medio de sensores que llegan al plc y el indicador de consumo medido por el analizador de energía Sentron PAC 3200, siempre y cuando exista un canal de datos y tenga comunicación el opc server con estos equipos funcionará correctamente el sistema SCADA.

5.10 Diagrama de flujos del control de humedad del sistema SCADA

El diagrama indica el control de humedad del sistema SCADA ver el Anexo V, donde pueden realizar el control de manera manual o automática, en el control manual se observa el porcentaje de humedad relativa medida por los sensores FC-28 que se encuentran en las hilera 1 y 3, además de acuerdo al requerimiento de la semilla o planta el operador encargado del invernadero podrá encender las bombas para el riego independientemente para cada hilera, el tiempo necesario será introducido de manera manual.

En el control automático también se puede observar la humedad relativa en las hileras 1 y 3 las cuales, van a ser controladas automáticamente mediante el Set point, en el cual se introducirá el porcentaje de humedad en rangos de 40 a 60 %, sí el porcentaje es menor al valor introducido se encenderán las bombas para el riego automático y si el porcentaje es mayor al valor introducido se mantendrán apagadas las bombas, además este sistema cuenta con un apagado de emergencia en caso de necesitarlo.

Este sistema de control de humedad se lo puede realizar desde el tablero de control ubicado en el laboratorio de “granos andinos” en el campus Salache, pero el sistema SCADA mediante el PLC que es el encargado de controlar el sistema, permite a través de un canal datos establecer comunicación mediante el protocolo TCP/IP del equipo PLC S7 1200 Siemens, para que de esta manera mediante las diferentes variables del PLC que se encuentran realizando este control

se pueda crear los diferentes tags para que se pueda adquirir datos el servidor opc y posteriormente procesarlos en el software LabView para poder controlar, monitorear y adquirir datos de manera remota desde el campus la matriz de la Universidad Técnica de Cotopaxi, siempre se debe tomar en cuenta que el canal de datos este en red para que funcione el sistema SCADA caso contrario el sistema no funcionará.

El medio de verificación de comunicación se lo puede realizar antes de encender el sistema SCADA, para no tener inconvenientes en la adquisición de datos o en el control y monitoreo, previo a ello, ejecutaremos el comando ping en el símbolo del sistema como explicamos anteriormente en este proyecto.

5.11 Diagrama de flujos del control de temperatura del sistema SCADA

El diagrama indica el sistema de control de temperatura ver el Anexo VI, el cual se lo puede controlar de manera manual y automática.

El control manual dispone de dos pulsadores para que se pueda bajar o subir las ventanas de acuerdo a lo que necesite, además dispone de un indicador de nivel de temperatura censado por el sensor termocúpula tipo k.

Y el control de temperatura automática consiste en establecer los rangos de temperatura que van desde los 18 a 30 °C, si la temperatura censada es mayor al valor de temperatura máxima establecida el sistema de manera automática se abren las cortinas, además si la temperatura alcanza un valor de 31° C, durante un periodo de 60 segundos se encenderá el extractor de aire, si con esta condición no se logra disminuir la temperatura entra la etapa de nebulización que es el encendido de las electroválvulas para el riego en las 3 hileras. Y si la temperatura censada es menor a la temperatura mínima que es los 18° C, se cierran las ventanas de manera automática.

Este sistema de control de temperatura al igual que el control de humedad se lo puede realizar desde el tablero de control ubicado en el laboratorio de “granos andinos” en el campus Salache, pero el sistema SCADA permite controlar y monitorear de forma remota todo el sistema de control de temperatura desde el campus la matriz de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

Además realiza una base de datos del valor medido, el tiempo de registro dependerá de los minutos que desee el operador o encargado del cultivo, esta base de datos se almacenará en una carpeta llamada BASE DE DATOS, indicando la hora y fecha de registro en una hoja de Excel.

Todo este sistema de temperatura al igual que el sistema de control de humedad debe mantenerse siempre en red con el equipo que controla estos sistemas que es el PLC S7 1200 Siemens.

5.12 Diagrama de flujos del indicador energético de operación del Sistema SCADA

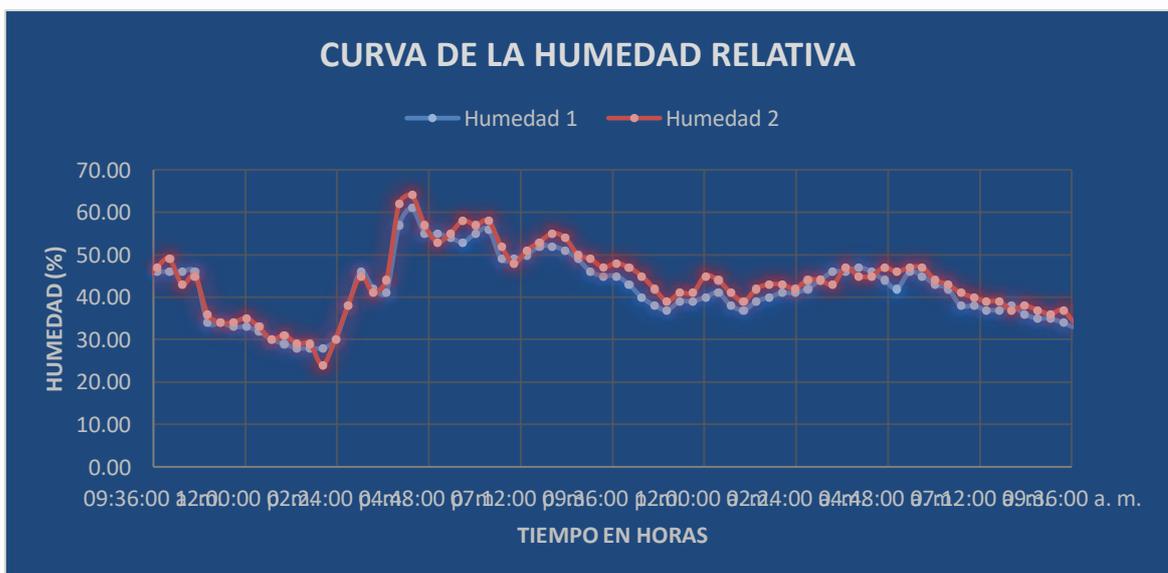
El diagrama indica cómo se realiza la medición de los indicadores de operación como es la energía consumida por el invernadero ver el Anexo VII, para ello se utiliza el analizador de energía Sentron PAC 3200, que es el encargado de realizar las diferentes mediciones de las magnitudes eléctricas como son: voltaje, corriente, potencia, energía, etc.

Para obtener estos valores medidos en el sistema SCADA, se realizó el direccionamiento de tags en el servidor opc y de allí posteriormente realizar una base de datos que se almacenará en una carpeta llamada BASE DE DATOS, indicando la hora y fecha de registro en una hoja de Excel, el equipo que siempre debe mantenerse en red es el analizador de redes Sentron PAC 3200 Siemens.

Una vez realizada la programación se procede a realizar las diferentes representaciones gráficas de las variables climatológicas, obtenidas por parte del almacenamiento de la base de datos.

5.13 Toma de datos del registro de la humedad de las hileras

La humedad relativa que se representó en la siguiente figura, se obtuvo por la base de datos del sistema SCADA, para la adquisición de estos datos se realizó la instalación de 3 sensores por cada hilera, además los datos son registrados en un tiempo de 20 minutos, durante 8 días.



Las curvas que se presentan en la Figura 5. 8 indican el comportamiento de la humedad relativa al cual estuvieron sometidas las semillas en ese lapso de tiempo, la humedad medida es por medio de los sensores FC-28, los cuales están insertados dentro de las fundas de la semillas y con la respectiva programación se puede visualizar el porcentaje (HR %) en el HMI del sistema SCADA, es así como ayudan a los encargados del proceso de germinación de semillas y granos andinos a conocer el momento de activar las bombas para el riego correspondiente en cada una de las hileras, como se observa las horas en donde la humedad tiende a disminuir es al redor de las 12 a 14 horas debido a que existe mayor exposición solar alcanzando valores de 24 % y también se tiene valores picos de 65 % de humedad relativa, que es debido a que ya se realizó el riego, la humedad tiene variaciones en el transcurso del día es porque se va secando la tierra por la temperatura a la cual está sometido el invernadero.

5.14 Toma de datos del registro de la temperatura

La temperatura que se representó en la siguiente figura, se obtuvo por la base de datos del sistema SCADA, temperatura censada mediante un sensor termocúpula tipo k, además los datos son registrados en un tiempo de 20 minutos, durante 8 días

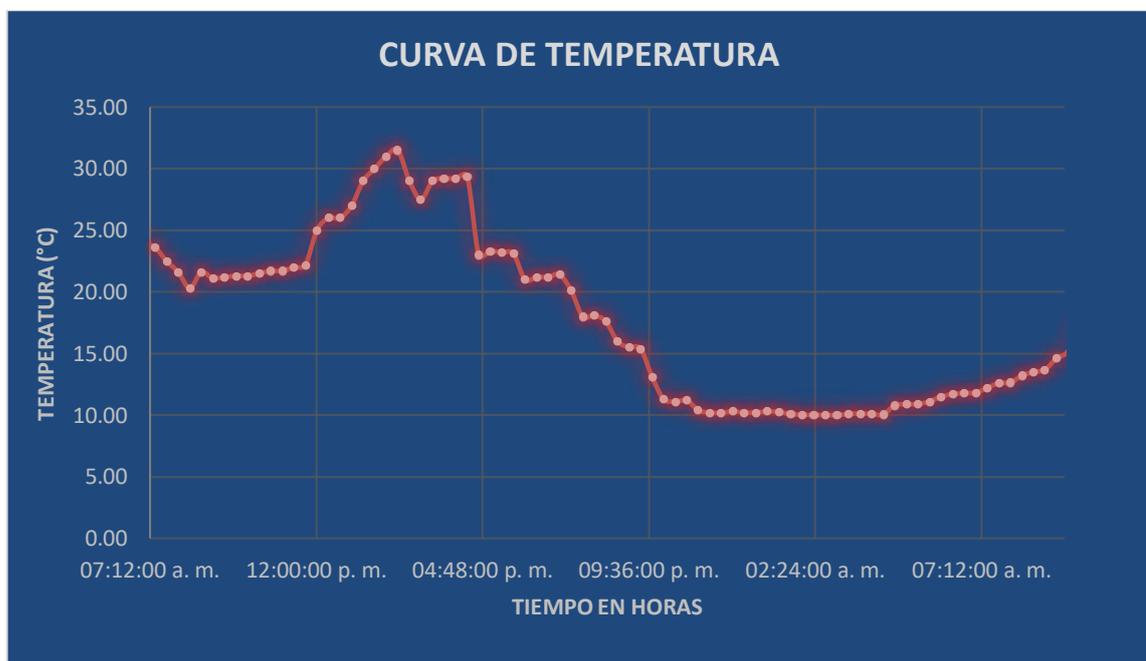


Figura 5. 9 Curva de la temperatura

En la figura 5. 9, se observó que la temperatura tiene cambios variantes debido al clima en que se encontró y se determina que la temperatura interna del invernadero llega a valores 31,5 °C, con las ventanas abiertas, también se tiene valores bajos de 10,01 °C, en horas de la madrugada esto debido a las variaciones del clima.

5.15 Relación de la temperatura y la humedad

Para esta relación se tomó un valor promedio de la humedad de las hileras 1 y 3 y la temperatura de la base de datos de las anteriores figuras, datos que son registrados en un tiempo de 20 minutos, durante 8 días.

Como se observa en la figura 5. 10, en esta relación se determina que la cuando la temperatura se eleva, es necesario el riego en las semillas o granos andinos por ello se observó que la humedad tiene un valor de 24 % en las horas de mayor exposición solar y también observó que la humedad se mantiene constante en horas de la madrugada cuando la temperatura es alrededor de 10 °C donde no será necesario el riego para los cultivos.

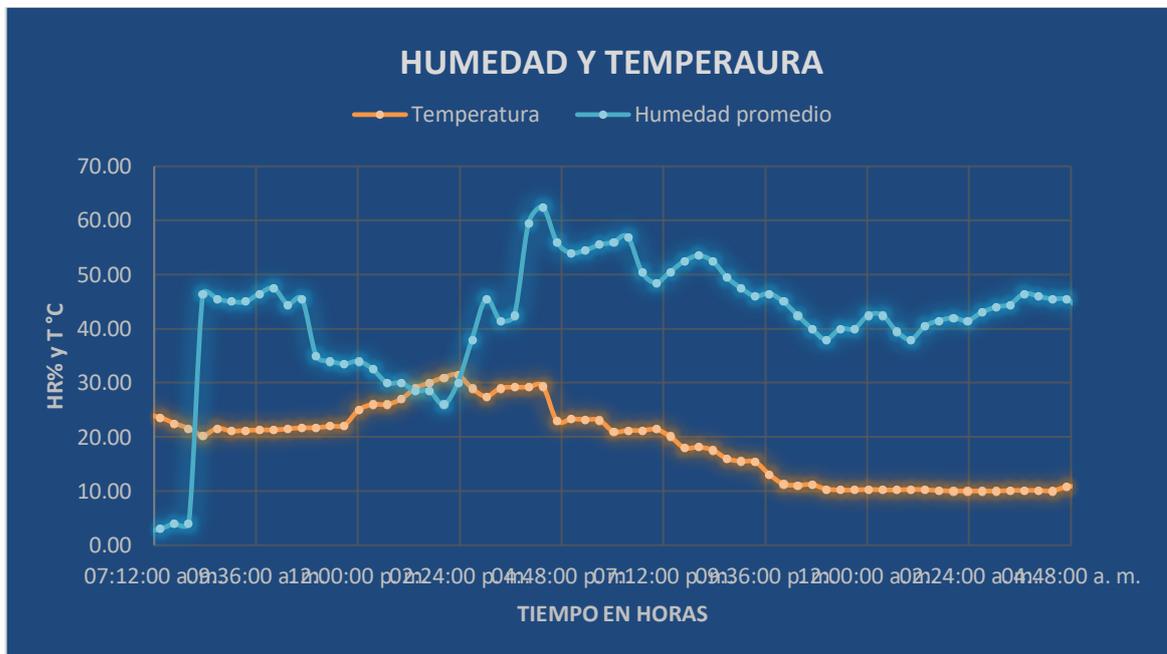


Figura 5. 10 Curva de humedad promedio vs temperatura

5.16 Comparación de la relación temperatura y humedad antes de implementar el sistema SCADA

En la figura 5. 11, de la relación temperatura y humedad antes de implementar el sistema SCADA se observa que la humedad tiene valores altos mayores de 80 % y menores al 10 % de humedad relativa, es decir que los valores registrados no son adecuados para la germinación de semillas y granos andinos, por otra parte la temperatura registra valores superiores a 30 °C, lo que indica que es necesario realizar el control automático en rangos de 18 y 30 °C, imagen tomada de la tesis de control de temperatura del invernadero.

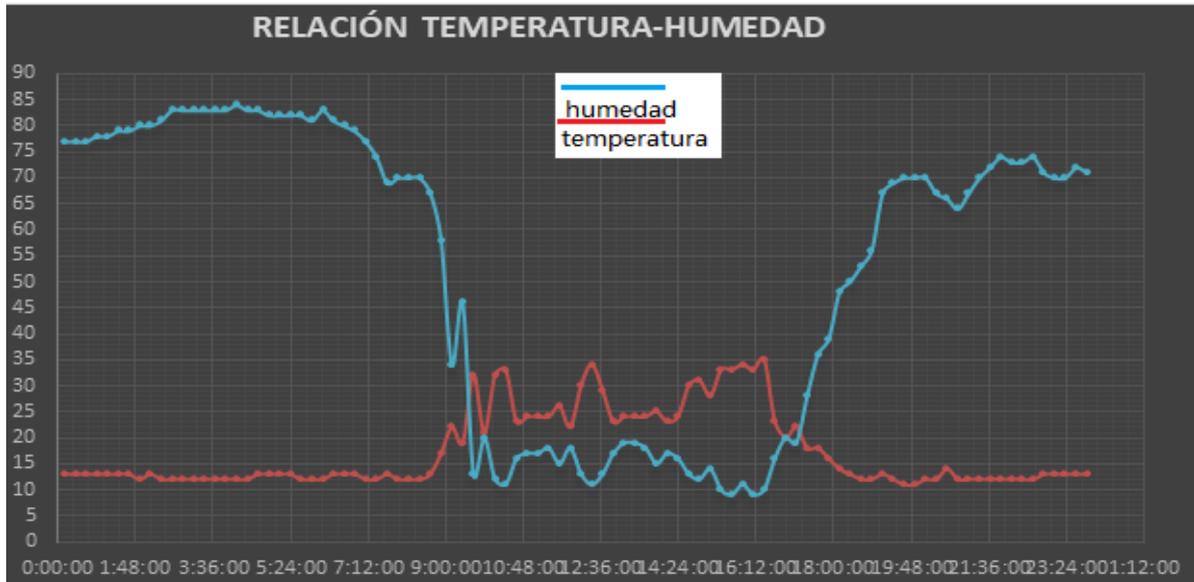


Figura 5. 11 Relación temperatura y humedad antes de implementar el sistema SCADA

La comparación entre las figuras 5. 10 y 5. 11, indica que las relaciones de temperatura y humedad antes de implementar el sistema SCADA se encontraban de manera inadecuada para la germinación de semillas y granos andinos, actualmente con la implementación el sistema SCADA se puede controlar las variables climatológicas como indica la figura 5.10.

5.17 Toma de datos de la energía y potencia

Para el análisis de los indicadores energéticos de operación se toma en cuenta el registro de la energía consumida en el lapso de un día, para ello se realizó un registro de 15 minutos para la energía y la potencia consumida.

5.21.1 Consumo de energía

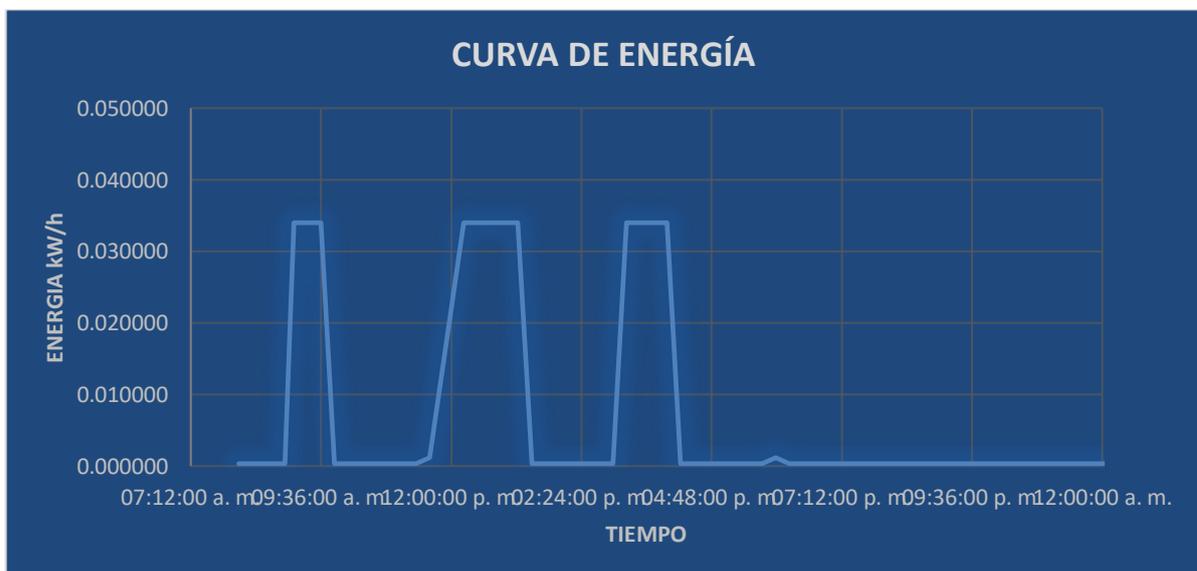


Figura 5. 12 Visualización de la energía consumida

En la figura 5. 12, se muestra el consumo de energía durante un día, en la cual se observó que el consumo va incrementando de acuerdo al consumo de la carga instalada, además de ello se determina que el invernadero consume un valor menor a 1 kW/h. por día, esto variara de acuerdo a la necesidad de encender las bombas para el riego, la apertura y cierre de ventas y el uso del fertiriego.

5.21.2 Consumo de Potencia



Figura 5. 13 Visualización de la potencia consumida

En la figura 5. 13, indica la potencia consumida durante un día, como se observó tiene valores de consumo de potencia mínima de 21 kW y como valor máximo tiene un consumo de 27 kW en el transcurso de un día. Se determina que al momento de encender las bombas para el riego empiezan a consumir mayor potencia, ocurre generalmente en horas de mayor exposición solar donde es obligatorio encender los equipos.

5.22 Funcionamiento del sistema SCADA

El sistema SCADA está constituido por una pantalla principal como se muestra la Figura 5. 14, la cual contiene 9 botones que son:

- C. MANUAL DE HUMEDAD
- C. AUTOM. DE HUMEDAD
- VARIABLES DE PROCESO
- C. AUTOM. DE TEMPERATURA
- C. MANUAL DE TEMPERATURA
- ANALIZADOR DE ENERGÍA

- REPORTE DE CULTIVOS
- CLOSE
- ACTIVAR BASE DE DATOS

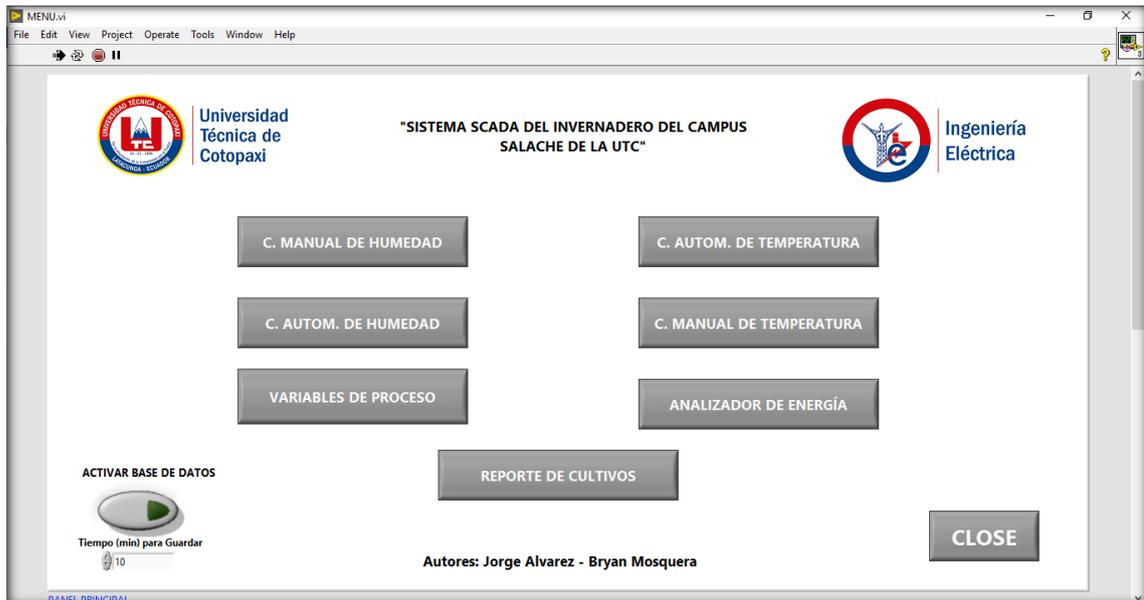


Figura 5. 14 Pantalla principal del Sistema SCADA

Los 7 primeros cuentan con una subpantalla que se despliega al momento de presionarlo y así permite realizar la función que sea necesaria por el encargado del invernadero, a continuación se detallará cada uno de los botones

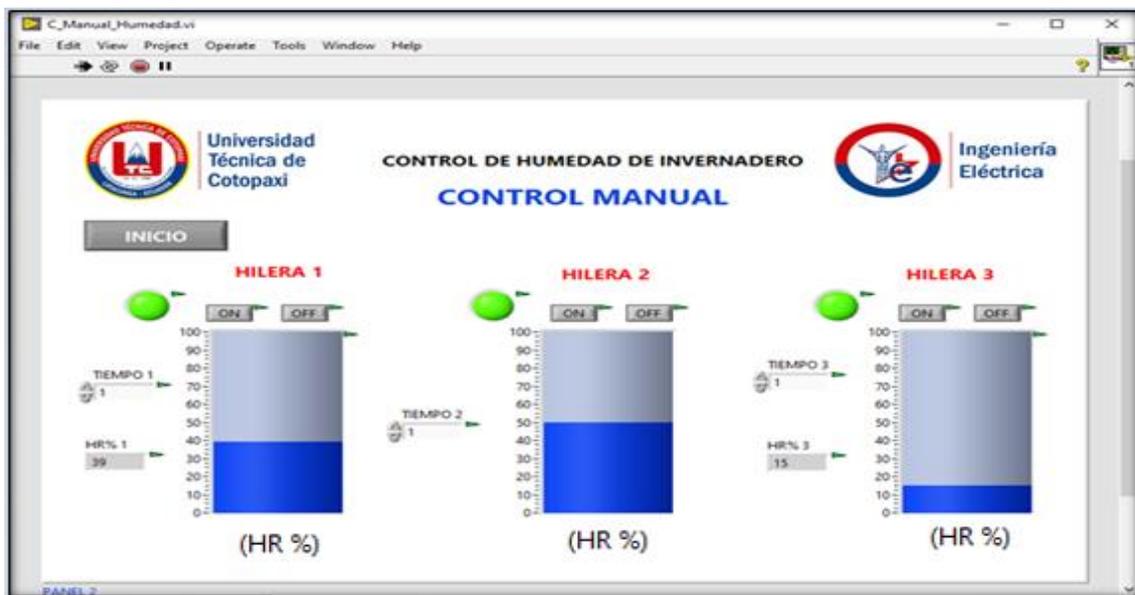


Figura 5. 15 Sub pantalla de control manual de humedad

Cuando presionamos el botón de control manual de humedad, se despliega una subpantalla como se indica en la Figura 5. 15, esta subpantalla contiene la programación gráfica y por

diagrama de bloques se muestra el porcentaje de humedad que está representado gráficamente por un cilindro y un recuadro, dentro de ellos podemos observar el porcentaje de humedad a la cual está sometida la semilla dentro del invernadero, tiene un recuadro donde se inserta el tiempo que deseen tener encendido el sistema de riego de agua correspondiente para cada una de las hileras, otros de los botones que se observa en subpantalla son los de on y off que sirven para el encendido y apagado del sistema de riego, cuenta también con una luz led indicadora que cuando está encendido el sistema de riego se encuentra enciende.



Figura 5. 16 Sub pantalla de control automático de humedad

Para el botón de control automático de la humedad tenemos una subpantalla como se indica en la Figura 5. 16, esta subpantalla contiene la programación gráfica y por diagrama de bloques, muestra el porcentaje de humedad que está representado gráficamente por un cilindro y un recuadro, dentro de ellos podemos observar el porcentaje de humedad a la cual está sometida la semilla dentro del invernadero, también se diseñó un recuadro indicador para el set point en este recuadro podemos colocar los rangos adecuados de la humedad que se encuentran en entre el 40 y 60 % de la humedad relativa, si la humedad está por debajo del 40 % entonces se activan las electroválvulas para el riego automático y así mantener la humedad en el rango indicado, cuenta con un botón off para el apagado del sistema de riego en caso de alguna emergencia y tenemos también luces led para conocer si el sistema se encuentra encendido.

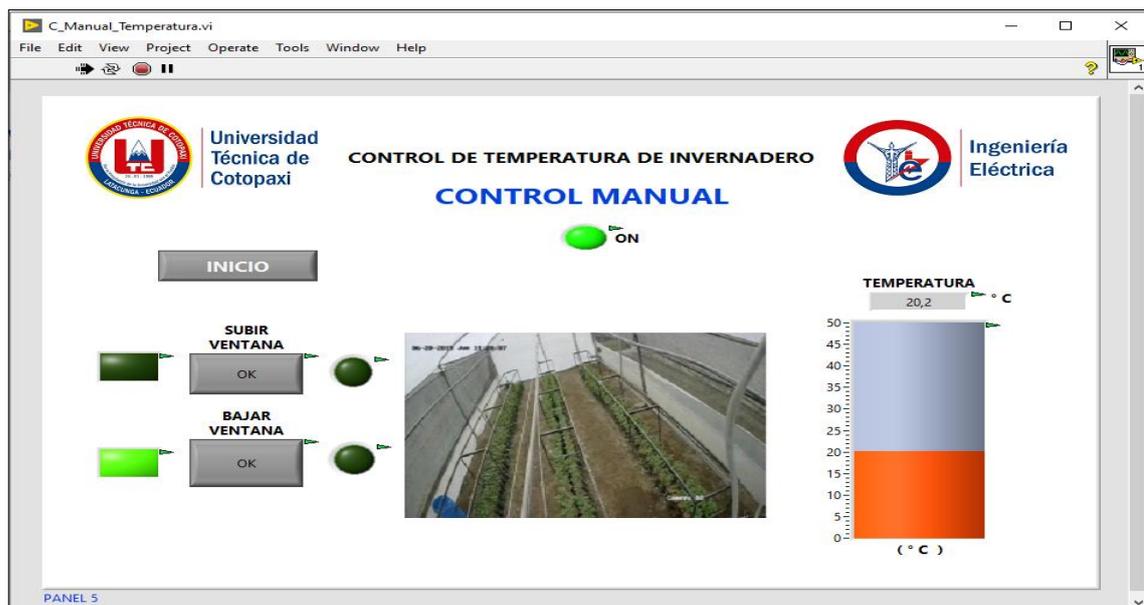


Figura 5. 17 Sub pantalla del control manual de temperatura

El botón de control manual de temperatura tiene una subpantalla como se indica en la Figura 5. 17, misma que se realizó la programación por diagrama de bloques y programación gráfica, en la subpantalla se muestra el porcentaje de temperatura que está representado gráficamente por un cilindro y un recuadro, dentro de ellos podemos observar el porcentaje de temperatura a la cual está sometido el invernadero, tiene dos botones de subir y bajar las cortinas de acuerdo a los estándares de temperatura que se necesita dentro del invernadero, los valores son de 18 y 30 °C, si los valores de temperatura superan los 30 °C entonces pueden presionar el botón de subir cortina, mientras que si la temperatura está en valores por debajo de la temperatura mínima pueden presionar el botón de bajar cortina y así se controlará para tener valores óptimos de temperatura dentro del invernadero, además cuenta con luces led que indican la posición en la cual se encuentran las cortinas que son útiles para realizar el control remoto del sistema SCADA.

El botón de control automático de la temperatura tiene una subpantalla como se indica en la Figura 5. 18, muestra el porcentaje de temperatura que está representado gráficamente por un cilindro y un recuadro, dentro de ellos se observa el porcentaje de temperatura a la cual está sometido el invernadero y se diseñó dos botones para colocar el rango de temperatura máxima y temperatura mínima en rangos adecuados que van desde los 18 a 30 °C y mediante esta temperatura actuaran los diferentes equipos como puede ser las cortinas o el extractor de aire forzado que también se muestra en la subpantalla, si la temperatura no varía entre los rangos óptimos entonces el extractor de aire es el que permite que una gran cantidad de aire caliente

sea extraído del invernadero y así disminuir la temperatura dentro del mismo y posteriormente realizar el proceso de nebulización.



Figura 5. 18 Sub pantalla del control automático de temperatura

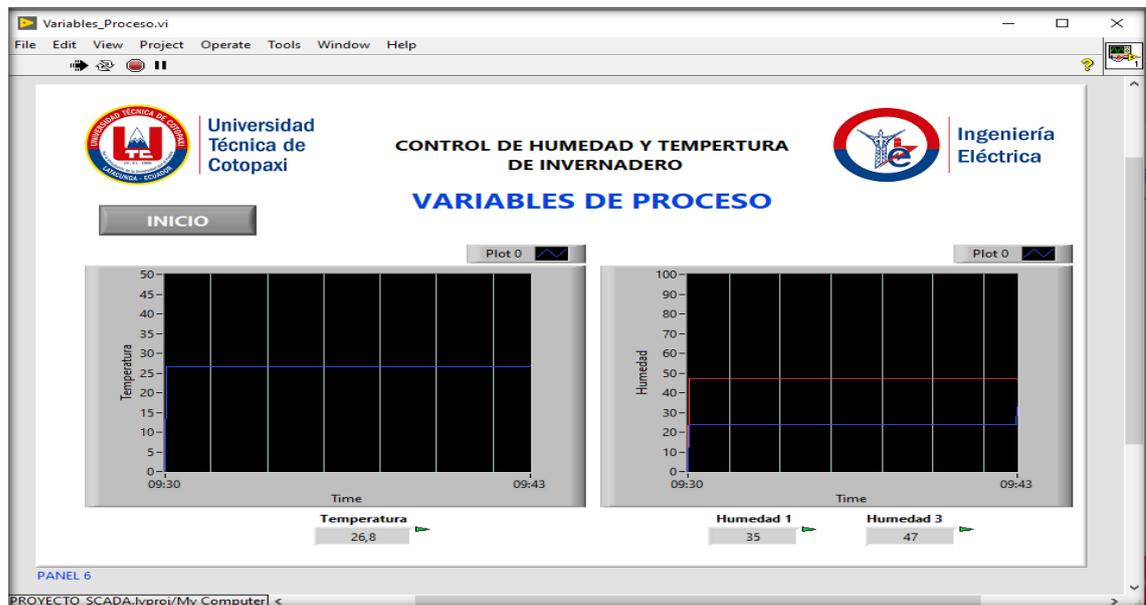


Figura 5. 19 Sub pantalla de las variables climatológicas

El botón de variables de proceso tiene una subpantalla como se muestra en la Figura 5. 19, la cual muestra las variables climatológicas de temperatura y humedad que son representadas gráficamente dentro de 2 osciloscopios diseñados para la visualización del comportamiento de las mismas en tiempo real.

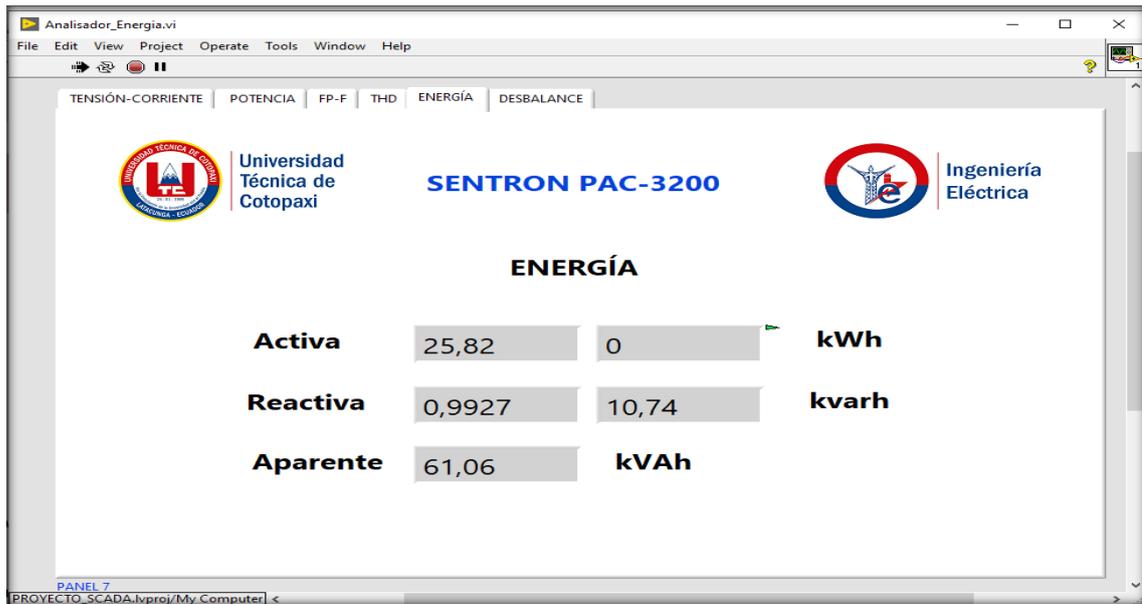


Figura 5. 20 Sub pantalla del analizador de energía

El botón del analizador de energía tiene una subpantalla como se muestra en la Figura 5. 20, esta subpantalla consta de 5 ventanas en las cuales se observa los diferentes parámetros eléctricos como: tensión, corriente, potencia, factor de potencia, distorsiones armónicas, energía y desbalance de corriente y voltaje, estos datos se los muestra en tiempo real por medio de una red modbus que fue creada en el servidor opc, además estos parámetros eléctricos también son exportados y almacenados en una base de datos en un archivo de Excel el tiempo de registros será según la necesidad del encargado del invernadero.



Figura 5. 21 Pantalla principal para activar y cerrar el sistema SCADA

Para el botón activar o desactivar el registro de la base de datos como se muestra en la Figura 5.21, tiene un botón en el que se debe ingresar el tiempo en minutos y posteriormente realiza el

registro de datos de las variables climatológicas y de los parámetros eléctricos en el tiempo estipulado por el encargado del invernadero.

Y también en la pantalla principal indica un botón de cerrar el sistema SCADA, en caso de necesitarlo solo se presiona el botón cerrar y el sistema se apaga.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI | **INGENIERÍA ELÉCTRICA**

REPORTE

INICIO

NOMBRE:

N.-CÉDULA:

FECHA INICIAL: **FECHA FINAL:**

TIPOS DE ESPECIE: **N.- DE PLANTAS INICIAL:**

TIPO DE FERTILIZANTE: **N.- DE PLANTAS GERMINADAS:**

CANTIDAD DE FERTILIZANTE: **Lt.** **CANTIDAD DE AGUA:** **Lt.**

CONSUMO DE ENERGÍA

INGRESAR RANGO DE MUESTRAS: **CARGAR**

	CONSUMO:	COSTO \$:	COSTO CONSUMO:	COSTO POR PLANTA:
kWh :	<input type="text" value="11,84"/>	<input type="text" value="0,08"/>	<input type="text" value="0,9474"/> /\$	<input type="text" value="0,003509"/> \$/planta
varh :	<input type="text" value="0,8258"/>		<input type="text" value="0,06607"/> /\$	<input type="text" value="0,0002447"/> \$/planta
VAh :	<input type="text" value="25,62"/>		<input type="text" value="2,049"/> /\$	<input type="text" value="0,00759"/> \$/planta
CONSUMO DE AGUA POR PLANTA:			<input type="text" value="1,852"/>	
CONSUMO DE FERTILIZANTE POR PLANTA:			<input type="text" value="0,1852"/>	
		COSTO \$:	COSTO POR PLANTA:	
COSTO DE AGUA:		<input type="text" value="0,05"/>	<input type="text" value="0,09259"/> \$/Lt.	
COSTO DE FERTILIZANTE:		<input type="text" value="0,6"/>	<input type="text" value="0,1111"/> \$/Lt.	
COSTO TOTAL:		<input type="text" value="55,95"/> \$	<input type="text" value="0,2072"/> \$/planta	

OBSERVACIÓN:

CREAR

Figura 5. 22 Visualización del reporte de consumos

El botón de reporte de cultivos tiene una subpantalla como se indica en la Figura 5. 22, sirve para realizar un reporte del cultivo de las semillas o granos andinos, el cual ayuda a conocer los indicadores de operación del invernadero, este reporte consta de llenar ciertos datos como: el

nombre del encargado, fecha de inicio y finalización en el cual se va a tener sembrada y cultivada la semilla, tipo de la semilla, cantidad de semillas sembradas, cantidad de semillas procesadas, tipo de fertilizante, cantidad del fertilizante, cantidad de agua, la energía que consume cada planta será procesado mediante el número de columna de inicio y fin de la base de datos de la energía, después cargamos el archivo ENERGÍA y automáticamente se tiene el valor de la energía consumida por cada semilla, después se introduce el valor en dólares para saber el costo por cada semilla, además este reporte calcula la cantidad de agua y la cantidad de fertilizante por cada semilla cultivada y se pulsa el botón crear y automáticamente se guarda en una hoja de Excel el reporte como se muestra a continuación.

Tabla 5. 3 Tabla del reporte del cultivo

NOMBRE:	Jorge Álvarez
N.- CEDULA	503917809
FECHA INICIAL:	17/11/2019 11:56:18
FECHA FINAL:	1/9/2020 15:30
TIPO DE ESPECIE:	Quinoa
N.- PLANTAS INICIAL:	300
N.- PLANTAS GERMINADAS:	270
TIPO DE FERTILIZANTE:	Compuesto
CANTIDAD DE FERTILIZANTE (Lt.):	50
CANTIDAD DE AGUA (Lt.):	400
kWh/\$:	2,202
kvarh/\$	0,146
kVAh/\$:	5,191
\$kWh/planta	0,008

\$kvarh/planta	0,001
\$kVAh/plata	0,019
CONSUMO DE AGUA (Lt/planta):	1,481
CONSUMO DE FERTILIZANTE (Lt/planta):	0,185
COSTO CONSUMO DE AGUA POR PLANTA (\$/Lt.):	0,074
COSTO CONSUMO DE FERTILIZANTE POR PLANTA (\$/Lt.)	0,148
COSTO TOTAL (\$):	62,202
COSTO TOTAL POR PLANTA (\$):	0,230
OBSERVACION:	Ninguna

6. PRESUPUESTO Y ANÁLISIS DE IMPACTOS

6.1 Presupuesto

Para el desarrollo del sistema SCADA fue necesario un costo de inversión el cual detallaremos a continuación.

Tabla 6. 1 Gastos directos materiales

Cantidad	Descripción	P.U (\$)	TOTAL (\$)
9	Sensores de Humedad	2	18
1	Placa de Baquelita	3	3
3	Impresiones de la placa	0,5	1,5
60	Conductor (m)	0,2	12

10	Estaño (m)	0,6	6
1	Gabinete de control		0
2	Finales de carrera	3,8	7,6
1	TC	14	14
2	Paquetes de correas plásticas y otros	2,76	2,76
3	Impresiones de la placa	0,5	1,5
1	SETRON PAC-3200	584	584
1	Software	10	10
20	4*14 AWG	1,25	25
	TOTAL		692,2

Tabla 6. 2 Gastos indirectos

Cantidad	Descripción	P.U (\$)	TOTAL (\$)
2	Mano de obra incluye (alimentos, transporte, etc.)	600	1200
	TOTAL		1200

Tabla 6. 3 Total de gastos

Total= Gastos directos + Gastos indirectos	\$1892,20
--	------------------

6.1.1 Rentabilidad de la inversión de la propuesta tecnológica

Para conocer la rentabilidad se realizó mediante los indicadores económicos como son el VAN (valor actual neto) y el TIR (tasa interna de retorno).

6.1.2 Valor actual neto

El VAN, considera como el valor actual presente de los flujos efectivos netos de una propuesta

que es igual a la diferencia entre los ingresos y egresos [38].

6.1.3 Tasa interna de retorno

Conocida como la tasa de descuento que iguala al valor presente de los ingresos de la propuesta con el valor presente de los egresos [38].

Para el estudio se utilizó una referencia del Banco central del Ecuador que es del 8,51 % anual, para proyectos de inversión pública.

6.1.4 Ingresos

Para el cálculo de ingresos se tomó como referencia el número de plantas procesadas redondeando son alrededor de 250 plantas por cultivo, de las que se obtendrá una ganancia de \$ 250 y en cada año se obtendrán dos cultivos del cual el valor anual será alrededor de \$ 500.

6.1.5 Egresos

Se considerará los costos de mantenimiento \$20,00 anuales y por concepto de cambio de sensores de humedad \$ 36,00 anuales

6.1.6 Resultados

Después de determinar los ingresos y egresos se determinara el flujo de caja, para posteriormente determinar el VAN y TIR, ver el Anexo X.

Tabla 6. 4 Cálculo del VAN y TIR

VAN	128,98
TIR	11 %

En la tabla 6.4 se indica que el valor actual neto es mayor a 0, lo que indica que el proyecto es rentable y la tasa interna de retorno es mayor a la tasa de interés lo que indica la viabilidad del proyecto.

6.2 Análisis de impactos

6.2.1 Impactos prácticos

El sistema implementado ayuda al control, monitoreo y análisis de los indicadores de operación energéticos de forma remota, es así como se obtiene una mejor calidad y cantidad de las semillas cultivadas, debido a la diferente humedad y temperatura que presenta a lo largo del día dentro del mismo, se puede observar a que humedad y temperatura se encuentra sometida la semilla y

por ende realizar la respectiva acción como puede ser subir, bajar las cortinas o encender las bombas desde el lugar que los estudiantes o docentes se encuentren monitoreando el invernadero es así como pueden combinar el conocimiento teórico con el práctico.

6.2.2 Impactos tecnológicos

El estudio del impacto tecnológico se lo realiza por los cambios climatológicos que se presentan dentro del invernadero y es que es muy incómodo tener que acercarse al tablero de control para poder observar a que temperatura y humedad se encuentra sometida la semilla y realizar las acciones de control o monitoreo y eso interviene el factor tiempo para el encargado de los cultivos, por ello se ha implementado el sistema SCADA como un gran avance tecnológico como muestra de desarrollo de la carrera de ingeniería eléctrica en beneficio de la carrera de ingeniería agronómica en la Universidad Técnica de Cotopaxi.

6.2.3 Impactos sociales

Dentro del impacto social que presenta la implementación del sistema SCADA para el control, monitoreo y análisis de indicadores de operación dentro del invernadero del campus Salache presenta beneficio hacia los estudiantes, docentes de la carrera de ingeniería agronómica ya que al tener un control y monitoreo remoto se les amplía el nivel de conocimiento utilizando tecnología avanzada para sus cultivos de semillas y granos andinos

6.2.4 Impactos ambientales

La implementación del sistema SCADA presenta un impacto considerable con el medio ambiente ya que con el control y monitoreo de las variables climatológicas podemos controlar la humedad y temperatura dentro del invernadero mejorando así la germinación de las semillas. Dentro de lo que cabe es garantizar un ambiente óptimo para que toda clase de semilla no pierda sus propiedades y se mantenga en una condición climatológica excelente para su correcto desarrollo.

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.2 Conclusiones

- Mediante la investigación realizada se adquirió conocimiento referente a un sistema SCADA y se determinó cuáles son las variables climatológicas a ser controladas y monitoreadas de forma remota al igual que los indicadores energéticos de operación del invernadero.

- Se determinó que con la implementación del sistema SCADA, el personal encargado de los diferentes cultivos pueden operar de forma remota los sistemas de temperatura y humedad y de esta manera mejoran el control y monitoreo constante de las variables climatológicas y así obtienen rangos adecuados para las semillas y granos andinos.
- Mediante el análisis se determinó que las semillas y granos andinos permanecieron en niveles adecuados de temperatura de 18 a 30 °C, humedad relativa variante de 40 a 60 % y el consumo de energía es alrededor de 1 kW/h diario, obteniendo como resultado mejor calidad y cantidad porque se adquirió el 90% de producción total.
- Con los resultados del análisis económico se determinó la factibilidad y viabilidad del proyecto porque la tasa interna de retorno (TIR) da un 11 % que es mayor a la tasa interna de interés y el valor actual neto (VAN) es mayor a 0, lo que indica que el proyecto si es rentable.
- Se concluye que con el manejo de los indicadores de operación se puede conocer el costo total y el costo por cada planta por el consumo de energía, agua y fertilizante.

7.2 Recomendaciones.

- Es necesario que el sistema solar fotovoltaico garantice el abastecimiento de la carga que ocupa el invernadero ya que no abastece y se producen corto circuitos o apagones lo que pueden ocasionar daños a los equipos eléctricos que se encuentran instalados y también afectaría al sistema SCADA.
- Es necesario implementar nuevas entradas analógicas para el PLC S7-1200 ya que todas las entradas se encuentran ocupadas y se recomienda comprar el módulo de entradas analógicas SM 1231 (6ES7231-4HD32-0XB0), el cual dispone de 4 entradas analógicas.
- Se recomienda repotenciar el sistema de control de humedad con sensores industriales para obtener mayor precisión en la medición de la humedad relativa.
- Se recomienda a la Universidad Técnica de Cotopaxi renovar la licencia del software Labview.

8. REFERENCIAS

- [1] M. X. Aillón Abril, "DISEÑO DE UN SISTEMA SCADA DE CONTROL AUTOMÁTICO DE TEMPERATURA Y HUMEDAD PARA LOS LECHOS DE

PRODUCCIÓN DE HUMUS DE LOMBRIZ EN LA EMPRESA BIOAGROTECOSA CÍA. LTDA.”, Ambato, 2013.

- [2] G. Y. López Ajila, “DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA SCADA PARA INVERNADEROS, UTILIZANDO UN SISTEMA DE CONTROL PLC Y UN SISTEMA DE COMUNICACIÓN BASADO EN RED GPRS Y DE LOCALIZACIÓN GPS”, Loja, 2012.
- [3] M. I. Gómez Gavilanes, “ DISEÑO DE IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE MONITOREO Y CONTROL DISTRIBUIDO A TRAVES DE LA NUBE, DE MICRO-UNIDADES DE REGULACION DE HUMEDAD Y TEMPERATURA PARA INVERNADEROS”, Guayaquil, 2015.
- [4] A. Barroso García, Control y monitorización de un invernadero, Madrid: España, 2015.
- [5] Universidad Distrital Francisco Jose De Caldas, «Parámetros de configuración en módulos XBEE-PRO® S2B ZB,» *Tecnuras*, Bogota 2015.
- [6] P. Restrepo, C. Diana, C. Ovalle, Demetrio y C. Montoya, «P. RESTREMANEJO E INTEGRACIÓN DE BASES DE DATOS EN REDES DE SENSORES INALÁMBRICA,» *UNAL*, vol. 6, nº 1, pp. 145-154, 2008.
- [7] Universidad Distrital Francisco Jose De Calda, «AUTOMATIZACIÓN EN LA INDUSTRIA DE BOLÍGRAFOS,» Bogota 2011.
- [8] T. Castillo Sánchez, “IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA SCADA PARA INTEGRAR A VARIOS DISPOSITIVOS DE AUTOMATIZACION EN EL MONITOREO Y CONTROL DE UN PROTOTIPO DE INVERNADERO DE ROSAS PARA LA FACULTAD DE INGENIERIA EN SISTEMAS, ELECTRONICA E INDUSTRIAL”, Ambato, 2010.
- [9] M. Gómez Gavilanez, Diseño e Implementación de un sistema de monitoreo y control distribuido a través de la nube, de micro-unidades de regulación de humedad y temperatura para invernaderos, Guayaquil, 2015.
- [10] A. Villacreses Pita y D. Salazar Velarde, DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA SCADA PARA MONITOREO DE FLUJO Y TEMPERATURA DEL SISTEMA DE RELLENADO ASEPTICO DE JUGO DE MARACUYA EN LA AGRO-INDUSTRIA FRUTAS DE LA PASION C.LTDA., Guayaquil, 2015.
- [11] M. Erazo Rodas y J. Sánchez Alvarado , CONTROL Y SUPERVISIÓN DE VARIABLES EN UN SISTEMA DE ANTIHELADAS, REGADÍO Y VENTILACIÓN

PARA OPTIMIZAR LOS CULTIVOS BAJO INVERNADERO”, Latacunga: Escuela Superior Politécnica del Ejército sede Latacunga, 2011.

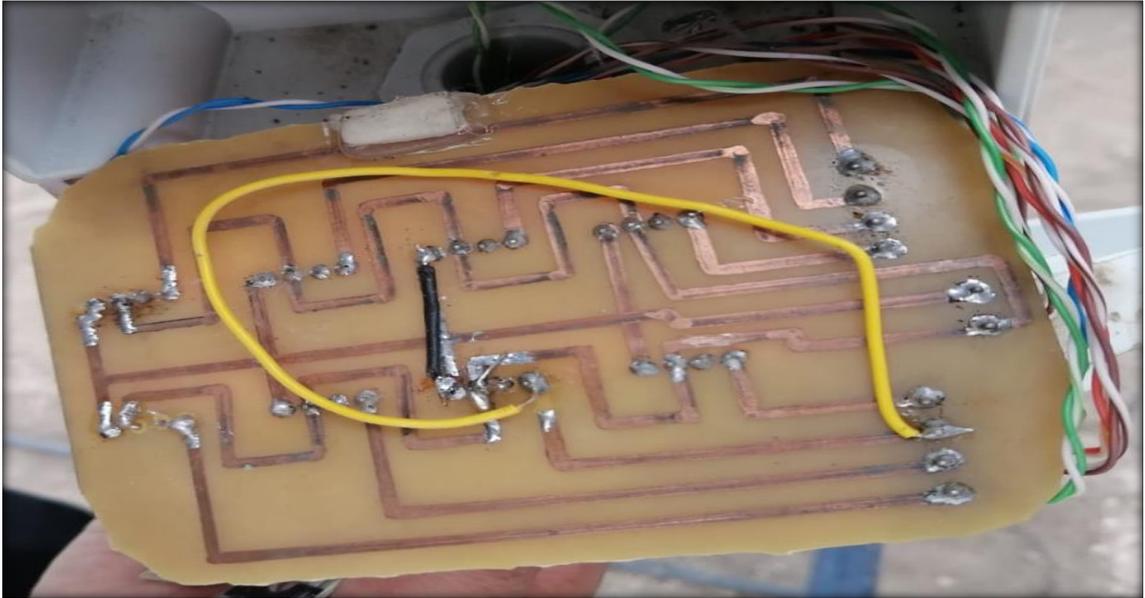
- [12] L. Puma Caiza, Sistema de supervisión, control y adquisición de datos a través de la telefonía móvil para invernaderos de rosas, Ambato, 2006.
- [13] M. Iriani y M. Coronel, Modelo de Implementación de SCADA mediante LabView, Argentina: Facultad de Ingeniería- UNMDP, 2013.
- [14] D. Aguirre Zapata, Desarrollo de un sistema SCADA para uso en pequeñas y medianas empresas, Piura: Perú, Área Departamental de Ingeniería Industrial y de Sistemas, 2013.
- [15] L. PhD Corrales, «SISTEMAS SCADA,» *Interfaces de la comunicación industrial*, p. 87, Diciembre 2007.
- [16] A. Moreno Vega, MANEJO Y MANTENIMIENTO DE INVERNADEROS, España, 2017.
- [17] Rodríguez Díaz, Modelado y Control jerárquico de cultivo en invernadero, Almeira, 2002.
- [18] A. d. a. i. d. Cañar, Diseño, construcción y mantenimiento de invernaderos de madera, Cañar, 2004.
- [19] Z. Serrano Carmeño, Construcción de Invernaderos, Madrid, 2005.
- [20] J. Ramírez Arias, CONTROL JERARQUICO MULTIOBJETIVO DE CRECIMIENTO DE CULTIVOS BAJO INVERNADERO, Almería, 2005.
- [21] N. Castilla, INVERNADEROS DE PLASTICO TECNOLOGÍA Y MANEJO, Madrid, 2007.
- [22] D. Valera Martínez, F. Molina Arias y J. A. Gil Ribes, Los invernaderos de Almería: Tipología y mecanización del clima, Almería, 1999.
- [23] E. Boix Aristu, OPERACIONES BASICAS DE PRODUCCION Y MANTENIMIENTO DE PLANTAS EN VIVEROS Y CENTROS DE JARDINERIA, España, 2015.
- [24] J. Guerrero Sedeño y J. Candelo Becerra, Análisis de circuitos eléctricos estado estable, Barranquilla, 2011.
- [25] A. Orza Couto, La Eletricidad Conceptos y fenómenos, TECNOLOGÍA 3° ESO, 2005.
- [26] J. Campos Vásquez, Tipos de Electricidad, Quito, 2013.
- [27] S. Organización de Servicio SEAT, «Conceptos Basicos de Electricidad,» *Conceptos Basicos de Electricidad*, vol. 1, p. 36, 1996.

- [28] S. Gallardo Vásquez, Técnicas y procesos en instalaciones domóticas y automáticas., Madrid, 2019.
- [29] A. Rodríguez Penin, Sistemas SCADA, México, 2007.
- [30] Q. Martínez, «Qué es Internet Dedicado,» *Deni Networks*, vol. 1, p. 1, 2016.
- [31] B. Sánchez Pérez, Cuaderno practico de Windows. Sistemas Operativos Monopuestos. Ciclos Formativos de Informática, Reino Unido, 2015.
- [32] M. González, «Ping: Cómo funciona y por qué es útil para diagnosticar problemas de red,» *Xatakamovil*, 2011.
- [33] J. Hyde , J. Regué y A. Cuspinera, Control Electroneumático y Electrónico, Barcelona, 1997.
- [34] J. L. Mena y M. A. Noboa, Investigación y Desarrollo un Sistema de Control para el mejoramiento del Factor de potencia en Edificio e Industrias utilizando un Sentron PAC 3200, 2012.
- [35] A. Castro Bazua, Para automatización electrónica e industrial, México, 2014.
- [36] J. Molina Martínez y M. Jiménez Buendía, PROGRAMACION GRAFICA PARA INGENIEROS, Barcelona, 2010.
- [37] A. Ruiz Canales y J. Molina Martínez, Automatizacion y telecontrol de sistemas de riego, 2010.
- [38] M. R. Mete, VALOR ACTUAL NETO Y TASA DE RETORNO: SU UTILIDAD COMO HERRAMIENTAS PARA EL ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE PROYECTOS DE INVERSION, Bolivia, 2014.

ANEXOS

ANEXO I.

Sistemas de control de humedad y temperatura con irregularidades.



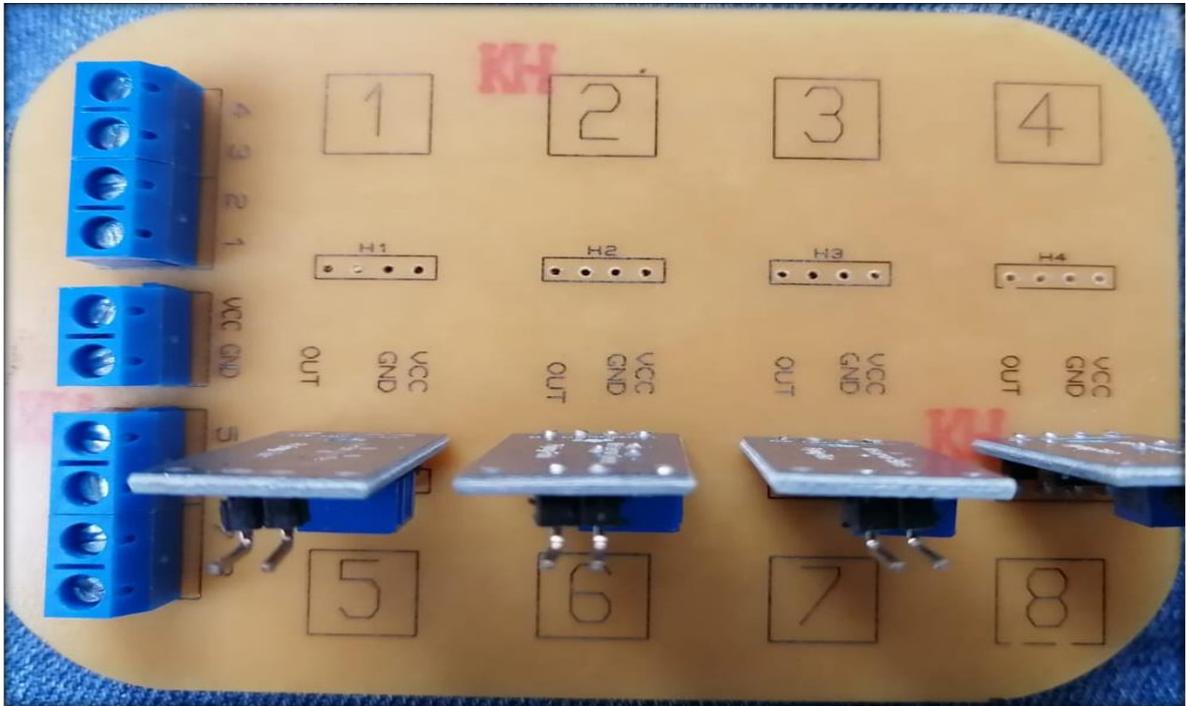
Anexo I. 1 Revisión de las placas de humedad dentro del invernadero



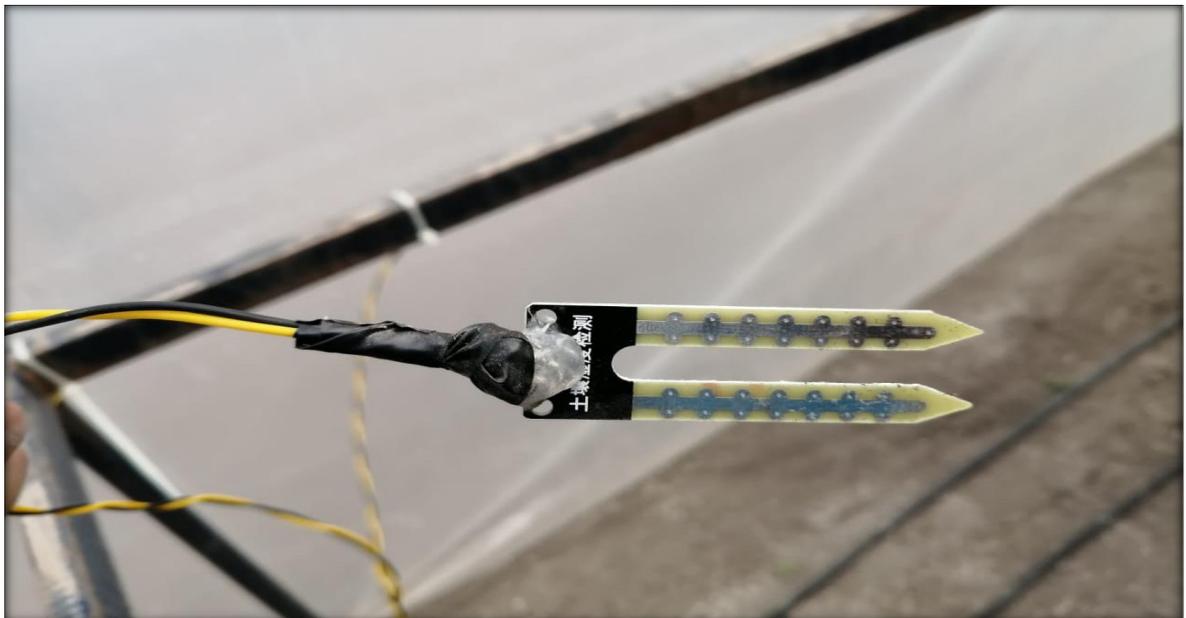
Anexo I. 2 Conductor en corto circuito con la base metálica

Anexo II.

Cambio de placas, sensores y conductores.



Anexo II. 1 Elaboración de la placa y montaje de los componentes de la misma



Anexo II. 2 Instalación de los nuevos sensores y conductores

ANEXO III.

Tabla de direcciones de los equipos a ser controlados de manera remota

Anexo III. 1 Tabla de direcciones IP del PLC S7 1200

PLC S7-1200	
Dirección IP:	10.10.11.133
Máscara de subred:	255.255.252.0
Puerta de enlace:	10.10.10.248

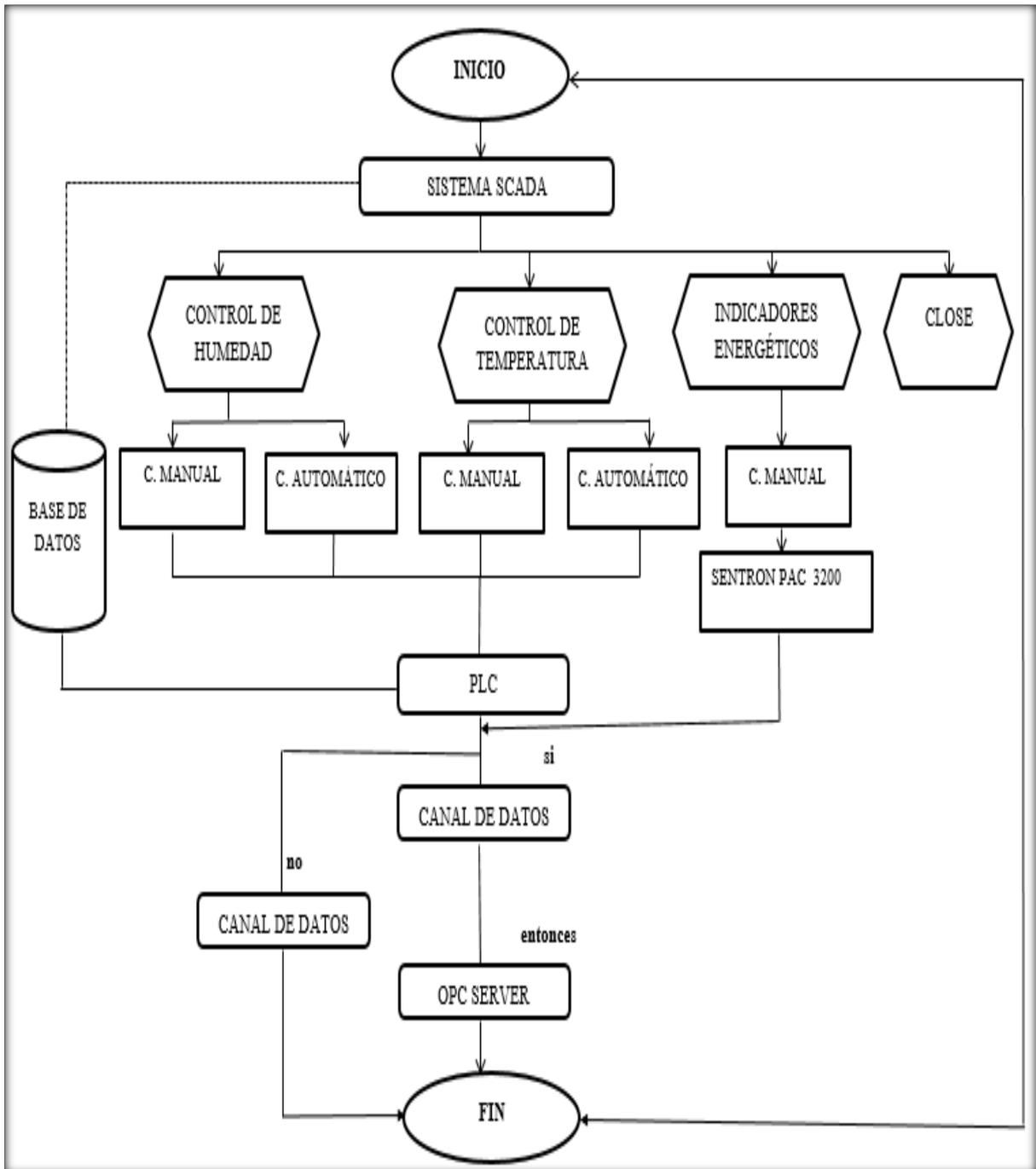
Anexo III. 2 Tabla de asignación de direcciones IP y parámetros de la red de la pantalla

HMI KTP-400 Simatic	
Dirección IP:	10.10.11.132
Máscara de subred:	255.255.252.0
Puerta de enlace:	10.10.10.248

Anexo III. 3 Tabla de asignación de direcciones IP y parámetros del Sentron PAC 3200

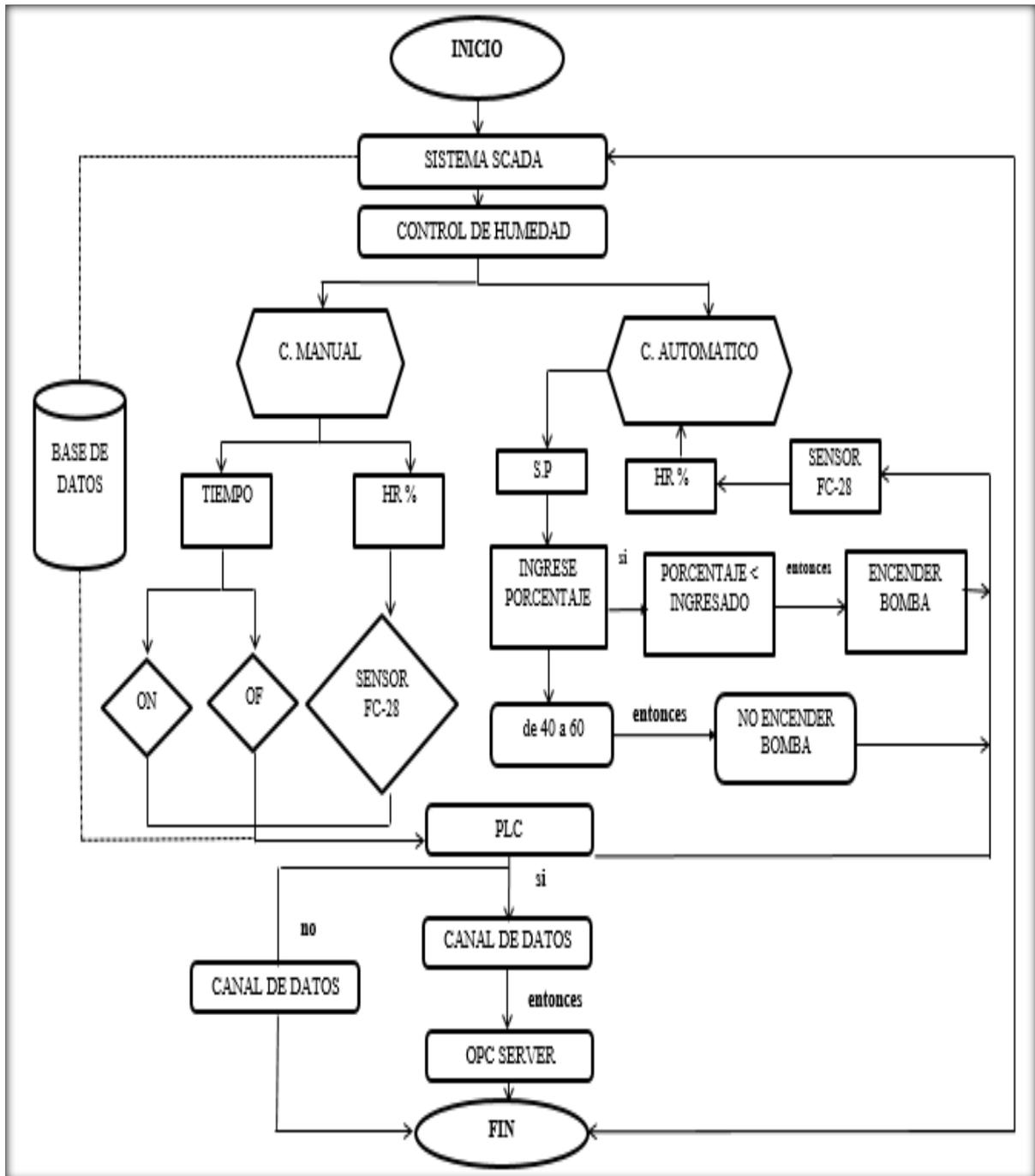
Sentron PAC 3200	
Dirección IP:	10.10.11.131
Máscara de subred:	255.255.252.0
Puerta de enlace:	10.10.10.248

ANEXO IV. (Diagrama general de flujo del sistema SCADA)



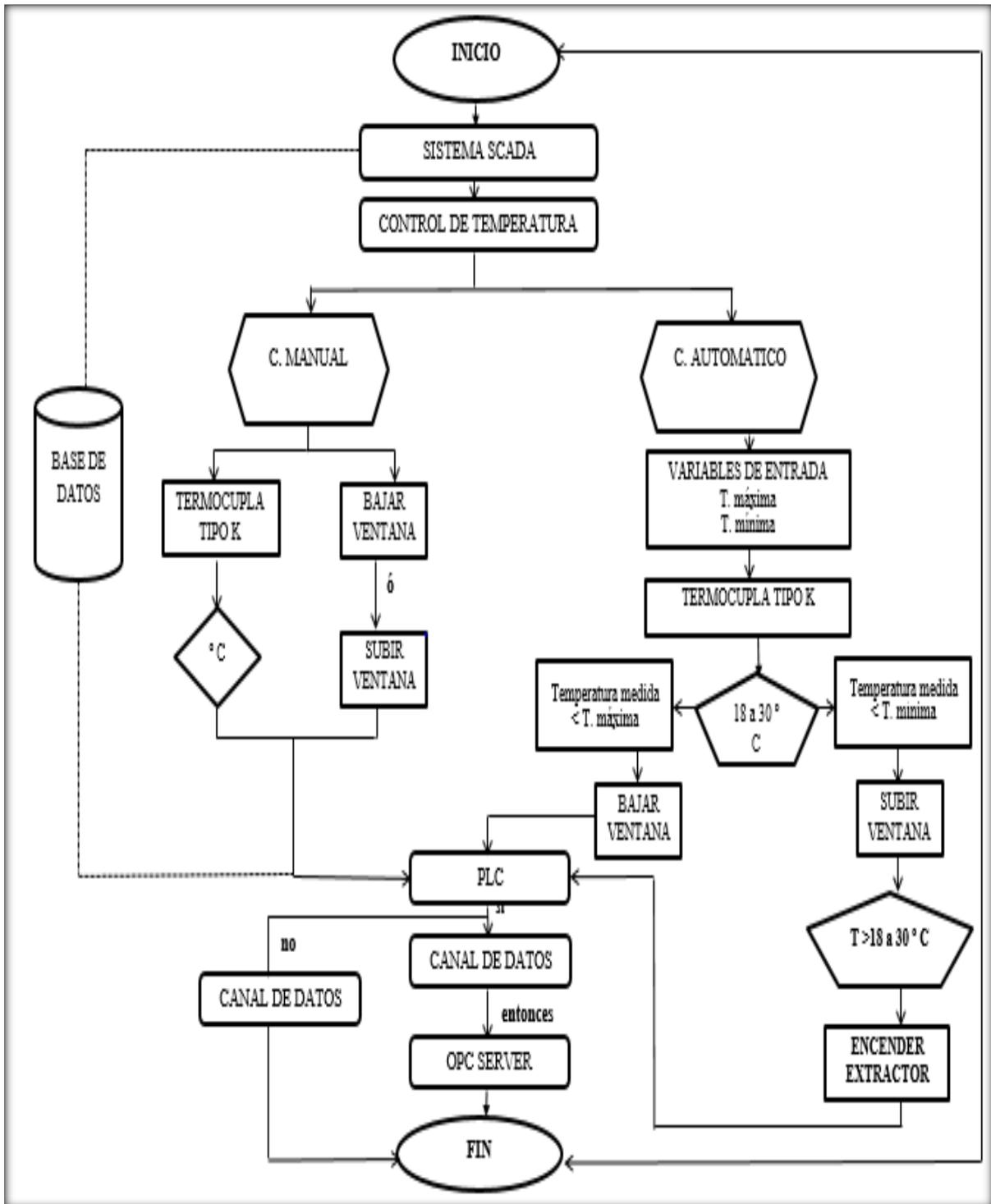
Anexo IV. 1 Diagrama de flujos del sistema SCADA

ANEXO V. (Diagrama de flujo del sistema de control de humedad en el sistema SCADA)



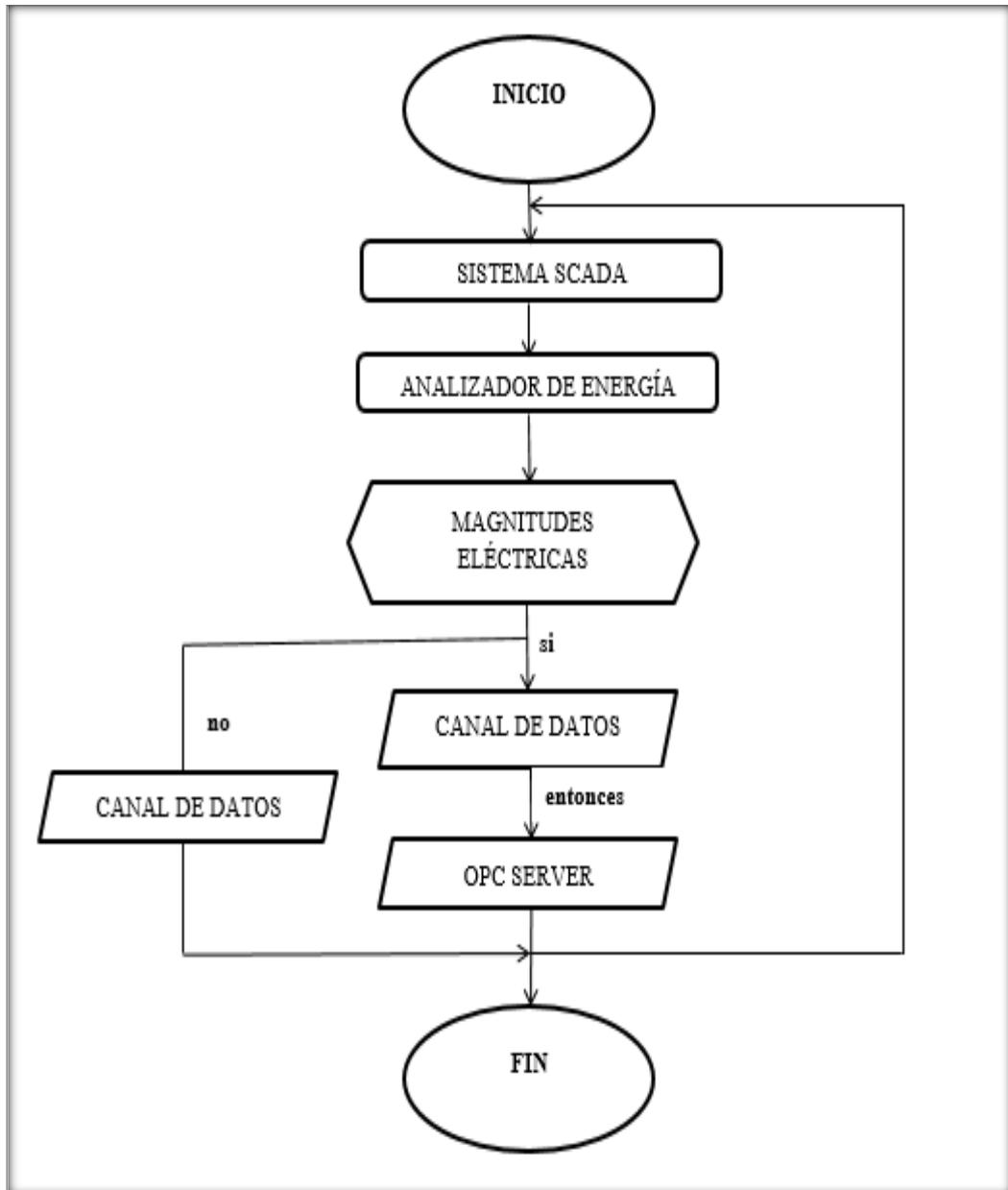
Anexo V. 1 Diagrama de flujo del sistema de control de humedad en el sistema SCADA

ANEXO VI. (Diagrama de flujo del sistema de control de temperatura en el sistema SCADA)



Anexo VI. 1 Diagrama de flujo del sistema de control de temperatura en el sistema SCADA

ANEXO VII. (Diagrama de flujo de los indicadores energéticos de operación)



Anexo VII. 1 Diagrama de flujo de los indicadores energéticos de operación

Anexo VIII.

Tablas para las curvas de las variables climatológicas.

Anexo VIII. 1 Tablas para las curvas de temperatura y humedad

Fecha	Tiempo	Humedad 1	Humedad 2	Temperatura	Humedad promedio
6/12/2019 07:00:45,000	7:00:45	2,00	3,00	24,10	2,5
6/12/2019 07:20:46,000	7:20:46	3,00	3,00	23,60	3
6/12/2019 07:40:46,990	7:40:47	3,00	5,00	22,50	4
6/12/2019 08:00:47,985	8:00:48	2,00	6,00	21,60	4
6/12/2019 08:20:48,980	8:20:49	45,00	48,00	20,30	46,5
6/12/2019 08:40:49,975	8:40:50	46,00	45,00	21,60	45,5
6/12/2019 09:00:50,970	9:00:51	44,00	46,00	21,10	45
6/12/2019 09:20:51,965	9:20:52	46,00	44,00	21,20	45
6/12/2019 09:40:52,960	9:40:53	46,00	47,00	21,30	46,5
6/12/2019 10:00:53,955	10:00:54	46,00	49,00	21,30	47,5
6/12/2019 10:20:54,950	10:20:55	46,00	43,00	21,50	44,5
6/12/2019 10:40:55,945	10:40:56	46,00	45,00	21,70	45,5
6/12/2019 11:00:56,940	11:00:57	46,00	49,00	21,70	47,5
6/12/2019 11:20:57,935	11:20:58	59,00	58,00	22,00	58,5
6/12/2019 11:40:58,930	11:40:59	57,00	54,00	22,20	55,5
6/12/2019 12:00:59,925	12:01:00	38,00	42,00	22,30	40
6/12/2019 12:21:00,920	12:21:01	36,00	39,00	24,10	37,5
6/12/2019 12:41:01,915	12:41:02	36,00	37,00	24,50	36,5
6/12/2019 13:01:02,910	13:01:03	35,00	38,00	24,70	36,5
6/12/2019 13:21:03,905	13:21:04	34,00	33,00	24,60	33,5
6/12/2019 13:41:04,900	13:41:05	33,00	35,00	24,60	34
6/12/2019 14:01:05,895	14:01:06	34,00	34,00	26,90	34
6/12/2019 14:21:06,890	14:21:07	47,00	46,00	26,80	46,5
6/12/2019 14:41:07,885	14:41:08	48,00	49,00	27,00	48,5
6/12/2019 15:01:08,880	15:01:09	46,00	45,00	27,50	45,5
6/12/2019 15:21:09,875	15:21:10	42,00	41,00	29,00	41,5
6/12/2019 15:41:10,870	15:41:11	41,00	44,00	29,20	42,5
6/12/2019 16:01:11,865	16:01:12	57,00	59,00	29,20	58
6/12/2019 16:21:12,860	16:21:13	56,00	58,00	29,40	57
6/12/2019 16:41:13,855	16:41:14	55,00	57,00	23,00	56
6/12/2019 17:01:14,850	17:01:15	55,00	53,00	23,30	54
6/12/2019 17:21:15,845	17:21:16	54,00	55,00	23,20	54,5
6/12/2019 17:41:16,840	17:41:17	53,00	58,00	23,10	55,5
6/12/2019 18:01:17,835	18:01:18	55,00	57,00	21,00	56
6/12/2019 18:21:18,830	18:21:19	56,00	58,00	21,20	57

6/12/2019 18:41:19,825	18:41:20	49,00	52,00	21,20	50,5
6/12/2019 19:01:20,820	19:01:21	49,00	48,00	21,40	48,5
6/12/2019 19:21:21,815	19:21:22	50,00	51,00	20,10	50,5
6/12/2019 19:41:22,810	19:41:23	52,00	53,00	18,00	52,5
6/12/2019 20:01:23,805	20:01:24	52,00	55,00	18,10	53,5
6/12/2019 20:21:24,800	20:21:25	51,00	54,00	17,60	52,5
6/12/2019 20:41:25,795	20:41:26	49,00	50,00	16,00	49,5
6/12/2019 21:01:26,790	21:01:27	46,00	49,00	15,50	47,5
6/12/2019 21:21:27,785	21:21:28	45,00	47,00	15,40	46
6/12/2019 21:41:28,780	21:41:29	45,00	48,00	13,10	46,5
6/12/2019 22:01:29,775	22:01:30	43,00	47,00	11,30	45
6/12/2019 22:21:30,770	22:21:31	40,00	45,00	11,10	42,5
6/12/2019 22:41:31,765	22:41:32	38,00	42,00	11,20	40
6/12/2019 23:01:32,760	23:01:33	37,00	39,00	10,40	38
6/12/2019 23:21:33,755	23:21:34	39,00	41,00	10,20	40
6/12/2019 23:41:34,750	23:41:35	39,00	41,00	10,20	40
7/12/2019 00:01:35,745	0:01:36	40,00	45,00	10,30	42,5
7/12/2019 00:21:36,740	0:21:37	41,00	44,00	10,21	42,5
7/12/2019 00:41:37,735	0:41:38	38,00	41,00	10,22	39,5
7/12/2019 01:01:38,715	1:01:39	37,00	39,00	10,30	38
7/12/2019 01:21:39,705	1:21:40	39,00	42,00	10,26	40,5
7/12/2019 01:41:40,695	1:41:41	40,00	43,00	10,09	41,5
7/12/2019 02:01:41,685	2:01:42	41,00	43,00	10,03	42
7/12/2019 02:21:42,675	2:21:43	41,00	42,00	10,01	41,5
7/12/2019 02:41:43,665	2:41:44	42,00	44,00	10,01	43
7/12/2019 03:01:44,655	3:01:45	44,00	44,00	10,00	44
7/12/2019 03:21:45,645	3:21:46	46,00	43,00	10,10	44,5
7/12/2019 03:41:46,635	3:41:47	46,00	47,00	10,13	46,5
7/12/2019 04:01:47,625	4:01:48	47,00	45,00	10,11	46
7/12/2019 04:21:48,615	4:21:49	46,00	45,00	10,04	45,5
7/12/2019 04:41:49,605	4:41:50	44,00	47,00	10,80	45,5
7/12/2019 05:01:50,595	5:01:51	42,00	46,00	10,87	44
7/12/2019 05:21:51,585	5:21:52	46,00	47,00	10,90	46,5
7/12/2019 05:41:52,575	5:41:53	45,00	47,00	11,10	46
7/12/2019 06:01:53,565	6:01:54	43,00	44,00	11,50	43,5
7/12/2019 06:21:54,555	6:21:55	42,00	43,00	11,70	42,5
7/12/2019 06:41:55,545	6:41:56	38,00	41,00	11,78	39,5
7/12/2019 07:01:56,535	7:01:57	38,00	40,00	11,82	39
7/12/2019 07:21:57,525	7:21:58	37,00	39,00	12,20	38
7/12/2019 07:41:58,515	7:41:59	37,00	39,00	12,60	38
7/12/2019 08:01:59,505	8:02:00	38,00	37,00	12,63	37,5
7/12/2019 08:22:00,495	8:22:01	36,00	38,00	13,20	37

7/12/2019 08:42:01,485	8:42:02	35,00	37,00	13,50	36
7/12/2019 09:02:02,475	9:02:03	35,00	36,00	13,70	35,5
7/12/2019 09:22:03,465	9:22:04	34,00	37,00	14,60	35,5
7/12/2019 09:42:04,455	9:42:05	33,00	34,00	15,20	33,5
7/12/2019 10:02:05,445	10:02:06	35,00	36,00	17,30	35,5
7/12/2019 10:22:06,435	10:22:07	33,00	36,00	18,60	34,5
7/12/2019 10:42:07,425	10:42:08	33,00	37,00	18,90	35
7/12/2019 11:02:08,415	11:02:09	32,00	34,00	19,20	33
7/12/2019 11:22:09,405	11:22:10	30,00	31,00	19,40	30,5
7/12/2019 11:42:10,395	11:42:11	29,00	31,00	19,54	30
7/12/2019 12:02:11,385	12:02:12	28,00	29,00	22,40	28,5
7/12/2019 12:22:12,375	12:22:13	26,00	28,00	23,20	27
7/12/2019 12:42:13,365	12:42:14	26,00	29,00	24,20	27,5
7/12/2019 13:02:14,355	13:02:15	24,00	27,00	24,67	25,5
7/12/2019 13:22:15,345	13:22:16	25,00	28,00	26,60	26,5
7/12/2019 13:42:16,335	13:42:17	22,00	25,00	26,30	23,5
7/12/2019 14:02:17,325	14:02:18	22,00	23,00	27,10	22,5
7/12/2019 14:22:18,315	14:22:19	21,00	25,00	27,30	23
7/12/2019 14:42:19,305	14:42:20	22,00	24,00	27,60	23
7/12/2019 15:02:20,295	15:02:21	21,00	24,00	27,78	22,5
7/12/2019 15:22:21,285	15:22:22	21,00	20,00	28,20	20,5
7/12/2019 15:42:22,275	15:42:23	24,00	23,00	28,21	23,5
7/12/2019 16:02:23,265	16:02:24	16,00	18,00	28,30	17
7/12/2019 16:22:24,255	16:22:25	17,00	18,00	28,13	17,5
7/12/2019 16:42:25,245	16:42:26	16,00	19,00	28,70	17,5
7/12/2019 17:02:26,235	17:02:27	15,00	17,00	28,90	16
7/12/2019 17:22:27,225	17:22:28	14,00	16,00	23,10	15
7/12/2019 17:42:28,215	17:42:29	14,00	17,00	23,08	15,5
7/12/2019 18:02:29,205	18:02:30	13,00	14,00	23,01	13,5
7/12/2019 18:22:30,195	18:22:31	13,00	15,00	22,60	14
7/12/2019 18:42:31,185	18:42:32	14,00	14,00	22,34	14
7/12/2019 19:02:32,175	19:02:33	13,00	16,00	22,10	14,5
7/12/2019 19:22:33,165	19:22:34	13,00	16,00	22,03	14,5
7/12/2019 19:42:34,155	19:42:35	13,00	17,00	21,70	15
7/12/2019 20:02:35,145	20:02:36	12,00	14,00	19,20	13
7/12/2019 20:22:36,135	20:22:37	12,00	13,00	18,50	12,5
7/12/2019 20:42:37,125	20:42:38	12,00	14,00	17,20	13
7/12/2019 21:02:38,115	21:02:39	12,00	14,00	17,07	13
7/12/2019 21:22:39,105	21:22:40	12,00	13,00	16,70	12,5
7/12/2019 21:42:40,095	21:42:41	12,00	13,00	14,30	12,5
7/12/2019 22:02:41,085	22:02:42	12,00	14,00	13,80	13
7/12/2019 22:22:42,075	22:22:43	12,00	15,00	12,60	13,5

7/12/2019 22:42:43,065	22:42:44	12,00	14,00	11,30	13
7/12/2019 23:02:44,055	23:02:45	12,00	15,00	11,22	13,5
7/12/2019 23:22:45,045	23:22:46	12,00	14,00	10,80	13
7/12/2019 23:42:46,035	23:42:47	12,00	14,00	10,54	13
8/12/2019 00:02:47,025	0:02:48	11,00	13,00	9,76	12
8/12/2019 00:22:48,015	0:22:49	11,00	15,00	10,27	13
8/12/2019 00:42:49,000	0:42:50	11,00	15,00	10,18	13
8/12/2019 01:02:49,990	1:02:51	11,00	14,00	10,19	12,5
8/12/2019 01:22:50,980	1:22:52	11,00	13,00	10,27	12
8/12/2019 01:42:51,970	1:42:53	11,00	14,00	10,23	12,5
8/12/2019 02:02:52,960	2:02:54	11,00	13,00	10,06	12
8/12/2019 02:22:53,950	2:22:55	11,00	13,00	10,00	12
8/12/2019 02:42:54,940	2:42:56	11,00	13,00	9,98	12
8/12/2019 03:02:55,930	3:02:57	11,00	14,00	9,98	12,5
8/12/2019 03:22:56,920	3:22:58	11,00	14,00	9,97	12,5
8/12/2019 03:42:57,910	3:42:59	11,00	14,00	10,07	12,5
8/12/2019 04:02:58,900	4:03:00	11,00	13,00	10,10	12
8/12/2019 04:22:59,890	4:23:01	11,00	13,00	10,08	12
8/12/2019 04:43:00,880	4:43:02	11,00	13,00	10,01	12
8/12/2019 05:03:01,870	5:03:03	11,00	13,00	10,77	12
8/12/2019 05:23:02,860	5:23:04	11,00	15,00	10,84	13
8/12/2019 05:43:03,850	5:43:05	11,00	15,00	10,87	13
8/12/2019 06:03:04,840	6:03:06	11,00	15,00	11,07	13
8/12/2019 06:23:05,830	6:23:07	11,00	13,00	11,47	12
8/12/2019 06:43:06,820	6:43:08	11,00	13,00	11,67	12
8/12/2019 07:03:07,810	7:03:09	11,00	14,00	11,75	12,5
8/12/2019 07:23:08,800	7:23:10	11,00	13,00	11,79	12
8/12/2019 07:43:09,790	7:43:11	11,00	13,00	12,17	12
8/12/2019 08:03:10,780	8:03:12	11,00	14,00	12,57	12,5
8/12/2019 08:23:11,770	8:23:13	11,00	13,00	12,60	12
8/12/2019 08:43:12,760	8:43:14	11,00	14,00	13,17	12,5
8/12/2019 09:03:13,750	9:03:15	11,00	15,00	13,52	13
8/12/2019 09:23:14,740	9:23:16	11,00	15,00	13,72	13
8/12/2019 09:43:15,730	9:43:17	11,00	15,00	14,62	13
8/12/2019 10:03:16,720	10:03:18	11,00	14,00	15,22	12,5
8/12/2019 10:23:17,710	10:23:19	11,00	14,00	17,32	12,5
8/12/2019 10:43:18,700	10:43:20	11,00	13,00	18,62	12
8/12/2019 11:03:19,690	11:03:21	11,00	14,00	18,92	12,5
8/12/2019 11:23:20,680	11:23:22	10,00	13,00	19,22	11,5
8/12/2019 11:43:21,670	11:43:23	10,00	13,00	19,42	11,5
8/12/2019 12:03:22,660	12:03:24	10,00	13,00	19,56	11,5
8/12/2019 12:23:23,650	12:23:25	10,00	11,00	22,42	10,5

8/12/2019 12:43:24,640	12:43:26	9,00	11,00	23,22	10
8/12/2019 13:03:25,630	13:03:27	9,00	11,00	24,22	10
8/12/2019 13:23:26,620	13:23:28	9,00	11,00	24,69	10
8/12/2019 13:43:27,610	13:43:29	9,00	11,00	26,62	10
8/12/2019 14:03:28,600	14:03:30	9,00	12,00	26,32	10,5
8/12/2019 14:23:29,590	14:23:31	9,00	10,00	27,12	9,5
8/12/2019 14:43:30,580	14:43:32	9,00	10,00	27,32	9,5
8/12/2019 15:03:31,570	15:03:33	9,00	13,00	27,62	11
8/12/2019 15:23:32,560	15:23:34	9,00	12,00	27,80	10,5
8/12/2019 15:43:33,550	15:43:35	9,00	12,00	27,76	10,5
8/12/2019 16:03:34,540	16:03:36	9,00	14,00	28,18	11,5
8/12/2019 16:23:35,530	16:23:37	9,00	15,00	28,19	12
8/12/2019 16:43:36,520	16:43:38	9,00	10,00	28,28	9,5
8/12/2019 17:03:37,510	17:03:39	9,00	12,00	28,11	10,5
8/12/2019 17:23:38,500	17:23:40	9,00	12,00	28,68	10,5
8/12/2019 17:43:39,490	17:43:41	9,00	12,00	28,88	10,5
8/12/2019 18:03:40,480	18:03:42	9,00	11,00	23,08	10
8/12/2019 18:23:41,470	18:23:43	9,00	11,00	23,06	10
8/12/2019 18:43:42,460	18:43:44	9,00	13,00	22,99	11
8/12/2019 19:03:43,450	19:03:45	9,00	12,00	22,58	10,5
8/12/2019 19:23:44,440	19:23:46	9,00	13,00	22,32	11
8/12/2019 19:43:45,430	19:43:47	9,00	12,00	22,08	10,5
8/12/2019 20:03:46,420	20:03:48	9,00	11,00	22,01	10
8/12/2019 20:23:47,410	20:23:49	9,00	11,00	21,68	10
8/12/2019 20:43:48,400	20:43:50	9,00	12,00	19,18	10,5
8/12/2019 21:03:49,390	21:03:51	9,00	12,00	18,48	10,5
8/12/2019 21:23:50,380	21:23:52	9,00	11,00	17,18	10
8/12/2019 21:43:51,370	21:43:53	9,00	11,00	17,05	10
8/12/2019 22:03:52,360	22:03:54	9,00	12,00	16,68	10,5
8/12/2019 22:23:53,350	22:23:55	9,00	12,00	14,28	10,5
8/12/2019 22:43:54,340	22:43:56	9,00	12,00	13,78	10,5
8/12/2019 23:03:55,330	23:03:57	9,00	13,00	12,58	11
8/12/2019 23:23:56,320	23:23:58	9,00	13,00	11,28	11
8/12/2019 23:43:57,310	23:43:59	9,00	12,00	11,20	10,5
9/12/2019 00:03:58,300	0:04:00	9,00	13,00	10,78	11
9/12/2019 00:23:59,290	0:24:01	9,00	12,00	10,52	10,5
9/12/2019 00:44:00,275	0:44:02	9,00	13,00	9,74	11
9/12/2019 01:04:01,265	1:04:03	9,00	12,00	10,27	10,5
9/12/2019 01:24:02,255	1:24:04	9,00	12,00	10,18	10,5
9/12/2019 01:44:03,245	1:44:05	9,00	12,00	10,19	10,5
9/12/2019 02:04:04,235	2:04:06	9,00	13,00	10,27	11
9/12/2019 02:24:05,225	2:24:07	9,00	13,00	10,23	11

9/12/2019 02:44:06,215	2:44:08	9,00	13,00	10,06	11
9/12/2019 03:04:07,205	3:04:09	9,00	13,00	10,00	11
9/12/2019 03:24:08,195	3:24:10	9,00	13,00	9,98	11
9/12/2019 03:44:09,185	3:44:11	9,00	13,00	9,98	11
9/12/2019 04:04:10,175	4:04:12	9,00	12,00	9,97	10,5
9/12/2019 04:24:11,165	4:24:13	9,00	12,00	10,07	10,5
9/12/2019 04:44:12,155	4:44:14	9,00	12,00	10,10	10,5
9/12/2019 05:04:13,145	5:04:15	9,00	12,00	10,08	10,5
9/12/2019 05:24:14,135	5:24:16	9,00	12,00	10,01	10,5
9/12/2019 05:44:15,125	5:44:17	9,00	13,00	10,77	11
9/12/2019 06:04:16,115	6:04:18	9,00	12,00	10,84	10,5
9/12/2019 06:24:17,105	6:24:19	9,00	12,00	10,87	10,5
9/12/2019 06:44:18,095	6:44:20	9,00	13,00	11,12	11
9/12/2019 07:04:19,085	7:04:21	9,00	13,00	11,52	11
9/12/2019 07:24:20,075	7:24:22	9,00	13,00	11,72	11
9/12/2019 07:44:21,065	7:44:23	9,00	13,00	11,80	11
9/12/2019 08:04:22,055	8:04:24	48,00	51,00	11,84	49,5
9/12/2019 08:24:23,045	8:24:25	52,00	54,00	12,22	53
9/12/2019 08:44:24,035	8:44:26	51,00	53,00	12,62	52
9/12/2019 09:04:25,025	9:04:27	58,00	56,00	12,65	57
9/12/2019 09:24:26,015	9:24:28	58,00	58,00	13,22	58
9/12/2019 09:44:27,005	9:44:29	56,00	59,00	13,52	57,5
9/12/2019 10:04:27,995	10:04:30	43,00	56,00	13,72	49,5
9/12/2019 10:24:28,985	10:24:31	44,00	54,00	14,62	49
9/12/2019 10:44:29,975	10:44:32	46,00	53,00	15,22	49,5
9/12/2019 11:04:30,965	11:04:33	50,00	53,00	17,32	51,5
9/12/2019 11:24:31,955	11:24:34	52,00	52,00	18,62	52
9/12/2019 11:44:32,945	11:44:35	54,00	53,00	18,92	53,5
9/12/2019 12:04:33,935	12:04:36	40,00	41,00	19,22	40,5
9/12/2019 12:24:34,925	12:24:37	42,00	41,00	19,42	41,5
9/12/2019 12:44:35,915	12:44:38	40,00	39,00	19,56	39,5
9/12/2019 13:04:36,905	13:04:39	40,00	38,00	22,42	39
9/12/2019 13:24:37,895	13:24:40	40,00	39,00	23,22	39,5
9/12/2019 13:44:38,885	13:44:41	40,00	38,00	24,22	39
9/12/2019 14:04:39,875	14:04:42	43,00	39,00	24,69	41
9/12/2019 14:24:40,865	14:24:43	44,00	43,00	26,62	43,5
9/12/2019 14:44:41,855	14:44:44	45,00	47,00	26,32	46
9/12/2019 15:04:42,845	15:04:45	43,00	49,00	27,12	46
9/12/2019 15:24:43,835	15:24:46	50,00	52,00	27,40	51
9/12/2019 15:44:44,825	15:44:47	55,00	58,00	27,70	56,5
9/12/2019 16:04:45,815	16:04:48	54,00	56,00	27,88	55
9/12/2019 16:24:46,805	16:24:49	55,00	58,00	27,88	56,5

9/12/2019 16:44:47,795	16:44:50	54,00	58,00	28,30	56
9/12/2019 17:04:48,785	17:04:51	45,00	57,00	22,74	51
9/12/2019 17:24:49,775	17:24:52	44,00	52,00	22,72	48
9/12/2019 17:44:50,765	17:44:53	46,00	49,00	22,65	47,5
9/12/2019 18:04:51,755	18:04:54	44,00	45,00	22,24	44,5
9/12/2019 18:24:52,745	18:24:55	44,00	43,00	21,98	43,5
9/12/2019 18:44:53,735	18:44:56	46,00	42,00	21,74	44
9/12/2019 19:04:54,725	19:04:57	42,00	45,00	21,67	43,5
9/12/2019 19:24:55,715	19:24:58	42,00	46,00	22,96	44
9/12/2019 19:44:56,705	19:44:59	43,00	44,00	22,55	43,5
9/12/2019 20:04:57,695	20:05:00	45,00	45,00	22,29	45
9/12/2019 20:24:58,685	20:25:01	43,00	46,00	22,05	44,5
9/12/2019 20:44:59,675	20:45:02	42,00	45,00	21,98	43,5
9/12/2019 21:05:00,665	21:05:03	41,00	44,00	21,65	42,5
9/12/2019 21:25:01,655	21:25:04	43,00	44,00	19,15	43,5
9/12/2019 21:45:02,645	21:45:05	41,00	44,00	18,45	42,5
9/12/2019 22:05:03,635	22:05:06	40,00	45,00	17,15	42,5
9/12/2019 22:25:04,625	22:25:07	38,00	42,00	17,02	40
9/12/2019 22:45:05,615	22:45:08	38,00	42,00	16,65	40
9/12/2019 23:05:06,605	23:05:09	39,00	43,00	14,25	41
9/12/2019 23:25:07,595	23:25:10	37,00	43,00	13,75	40
9/12/2019 23:45:08,585	23:45:11	37,00	41,00	12,55	39
10/12/2019 00:05:09,575	0:05:12	37,00	41,00	11,25	39
10/12/2019 00:25:10,565	0:25:13	37,00	41,00	11,17	39
10/12/2019 00:45:11,555	0:45:14	38,00	42,00	10,75	40
10/12/2019 01:05:12,545	1:05:15	38,00	42,00	10,49	40
10/12/2019 01:25:13,535	1:25:16	38,00	42,00	9,71	40
10/12/2019 01:45:14,520	1:45:17	38,00	41,00	10,22	39,5
10/12/2019 02:05:15,510	2:05:18	38,00	41,00	10,13	39,5
10/12/2019 02:25:16,500	2:25:19	38,00	41,00	10,14	39,5
10/12/2019 02:45:17,490	2:45:20	38,00	41,00	10,22	39,5
10/12/2019 03:05:18,480	3:05:21	38,00	41,00	10,18	39,5
10/12/2019 03:25:19,470	3:25:22	38,00	42,00	10,01	40
10/12/2019 03:45:20,460	3:45:23	38,00	42,00	9,95	40
10/12/2019 04:05:21,450	4:05:24	38,00	41,00	9,93	39,5
10/12/2019 04:25:22,440	4:25:25	38,00	42,00	9,93	40
10/12/2019 04:45:23,430	4:45:26	38,00	42,00	9,92	40
10/12/2019 05:05:24,420	5:05:27	38,00	42,00	10,02	40
10/12/2019 05:25:25,410	5:25:28	38,00	42,00	10,05	40
10/12/2019 05:45:26,400	5:45:29	38,00	41,00	10,03	39,5
10/12/2019 06:05:27,390	6:05:30	38,00	41,00	9,96	39,5
10/12/2019 06:25:28,380	6:25:31	38,00	41,00	10,72	39,5

10/12/2019 06:45:29,370	6:45:32	38,00	41,00	10,79	39,5
10/12/2019 07:05:30,360	7:05:33	38,00	42,00	10,82	40
10/12/2019 07:25:31,350	7:25:34	40,00	42,00	11,02	41
10/12/2019 07:45:32,340	7:45:35	46,00	46,00	11,42	46
10/12/2019 08:05:33,330	8:05:36	50,00	45,00	11,62	47,5
10/12/2019 08:25:34,320	8:25:37	52,00	45,00	11,70	48,5
10/12/2019 08:45:35,310	8:45:38	54,00	47,00	11,71	50,5
10/12/2019 09:05:36,300	9:05:39	56,00	55,00	12,09	55,5
10/12/2019 09:25:37,290	9:25:40	57,00	59,00	12,49	58
10/12/2019 09:45:38,280	9:45:41	60,00	57,00	12,52	58,5
10/12/2019 10:05:39,270	10:05:42	59,00	57,00	13,09	58
10/12/2019 10:25:40,260	10:25:43	59,00	56,00	13,39	57,5
10/12/2019 10:45:41,250	10:45:44	59,00	58,00	13,59	58,5
10/12/2019 11:05:42,240	11:05:45	59,00	57,00	14,49	58
10/12/2019 11:25:43,230	11:25:46	56,00	57,00	15,09	56,5
10/12/2019 11:45:44,220	11:45:47	53,00	57,00	17,19	55
10/12/2019 12:05:45,210	12:05:48	48,00	55,00	18,49	51,5
10/12/2019 12:25:46,200	12:25:49	46,00	55,00	18,79	50,5
10/12/2019 12:45:47,190	12:45:50	47,00	56,00	19,09	51,5
10/12/2019 13:05:48,180	13:05:51	45,00	52,00	19,29	48,5
10/12/2019 13:25:49,170	13:25:52	44,00	48,00	19,43	46
10/12/2019 13:45:50,160	13:45:53	44,00	47,00	22,29	45,5
10/12/2019 14:05:51,150	14:05:54	42,00	46,00	23,09	44
10/12/2019 14:25:52,140	14:25:55	44,00	47,00	24,09	45,5
10/12/2019 14:45:53,130	14:45:56	40,00	46,00	24,56	43
10/12/2019 15:05:54,120	15:05:57	40,00	45,00	26,49	42,5
10/12/2019 15:25:55,110	15:25:58	47,00	44,00	26,19	45,5
10/12/2019 15:45:56,100	15:45:59	48,00	44,00	26,99	46
10/12/2019 16:05:57,090	16:06:00	50,00	44,00	27,19	47
10/12/2019 16:25:58,080	16:26:01	52,00	49,00	27,49	50,5
10/12/2019 16:45:59,070	16:46:02	53,00	54,00	27,67	53,5
10/12/2019 17:06:00,060	17:06:03	48,00	55,00	27,67	51,5
10/12/2019 17:26:01,050	17:26:04	48,00	53,00	28,09	50,5
10/12/2019 17:46:02,040	17:46:05	47,00	53,00	22,74	50
10/12/2019 18:06:03,030	18:06:06	46,00	52,00	22,72	49
10/12/2019 18:26:04,020	18:26:07	44,00	51,00	22,65	47,5
10/12/2019 18:46:05,010	18:46:08	43,00	47,00	22,24	45
10/12/2019 19:06:06,000	19:06:09	44,00	47,00	21,98	45,5
10/12/2019 19:26:06,990	19:26:10	43,00	45,00	21,74	44
10/12/2019 19:46:07,980	19:46:11	43,00	45,00	21,67	44
10/12/2019 20:06:08,970	20:06:12	40,00	43,00	21,34	41,5
10/12/2019 20:26:09,960	20:26:13	39,00	42,00	22,49	40,5

10/12/2019 20:46:10,950	20:46:14	39,00	42,00	22,23	40,5
10/12/2019 21:06:11,940	21:06:15	38,00	40,00	21,99	39
10/12/2019 21:26:12,930	21:26:16	39,00	40,00	21,92	39,5
10/12/2019 21:46:13,920	21:46:17	39,00	36,00	21,59	37,5
10/12/2019 22:06:14,910	22:06:18	38,00	36,00	19,09	37
10/12/2019 22:26:15,900	22:26:19	37,00	37,00	18,39	37
10/12/2019 22:46:16,890	22:46:20	36,00	37,00	17,25	36,5
10/12/2019 23:06:17,880	23:06:21	37,00	37,00	17,12	37
10/12/2019 23:26:18,870	23:26:22	37,00	37,00	16,75	37
10/12/2019 23:46:19,860	23:46:23	37,00	36,00	14,35	36,5
11/12/2019 00:06:20,850	0:06:24	37,00	36,00	13,85	36,5
11/12/2019 00:26:21,840	0:26:25	37,00	35,00	12,65	36
11/12/2019 00:46:22,830	0:46:26	37,00	35,00	11,35	36
11/12/2019 01:06:23,820	1:06:27	37,00	35,00	11,27	36
11/12/2019 01:26:24,810	1:26:28	37,00	35,00	10,85	36
11/12/2019 01:46:25,800	1:46:29	37,00	35,00	10,59	36
11/12/2019 02:06:26,790	2:06:30	37,00	35,00	9,81	36
11/12/2019 02:26:27,780	2:26:31	37,00	35,00	10,38	36
11/12/2019 02:46:28,770	2:46:32	37,00	36,00	10,11	36,5
11/12/2019 03:06:29,760	3:06:33	37,00	36,00	10,12	36,5
11/12/2019 03:26:30,750	3:26:34	37,00	36,00	10,20	36,5
11/12/2019 03:46:31,735	3:46:35	37,00	36,00	10,16	36,5
11/12/2019 04:06:32,725	4:06:36	37,00	35,00	9,99	36
11/12/2019 04:26:33,715	4:26:37	37,00	36,00	9,93	36,5
11/12/2019 04:46:34,705	4:46:38	37,00	36,00	9,91	36,5
11/12/2019 05:06:35,695	5:06:39	37,00	36,00	9,91	36,5
11/12/2019 05:26:36,685	5:26:40	37,00	35,00	9,90	36
11/12/2019 05:46:37,675	5:46:41	37,00	37,00	10,00	37
11/12/2019 06:06:38,665	6:06:42	37,00	37,00	10,03	37
11/12/2019 06:26:39,655	6:26:43	37,00	37,00	10,01	37
11/12/2019 06:46:40,645	6:46:44	37,00	37,00	11,30	37
11/12/2019 07:06:41,635	7:06:45	37,00	36,00	10,70	36,5
11/12/2019 07:26:42,625	7:26:46	37,00	36,00	10,77	36,5
11/12/2019 07:46:43,615	7:46:47	45,00	39,00	10,80	42
11/12/2019 08:06:44,605	8:06:48	47,00	39,00	11,00	43
11/12/2019 08:26:45,595	8:26:49	49,00	42,00	11,44	45,5
11/12/2019 08:46:46,585	8:46:50	50,00	46,00	11,64	48
11/12/2019 09:06:47,575	9:06:51	52,00	53,00	11,72	52,5
11/12/2019 09:26:48,565	9:26:52	54,00	52,00	11,76	53
11/12/2019 09:46:49,555	9:46:53	55,00	54,00	12,14	54,5
11/12/2019 10:06:50,545	10:06:54	50,00	55,00	12,54	52,5
11/12/2019 10:26:51,535	10:26:55	52,00	51,00	12,57	51,5

11/12/2019 10:46:52,525	10:46:56	54,00	53,00	13,14	53,5
11/12/2019 11:06:53,515	11:06:57	54,00	53,00	13,44	53,5
11/12/2019 11:26:54,505	11:26:58	54,00	56,00	13,64	55
11/12/2019 11:46:55,495	11:46:59	54,00	55,00	14,54	54,5
11/12/2019 12:06:56,485	12:07:00	56,00	56,00	15,14	56
11/12/2019 12:26:57,475	12:27:01	52,00	55,00	17,24	53,5
11/12/2019 12:46:58,465	12:47:02	52,00	53,00	18,54	52,5
11/12/2019 13:06:59,455	13:07:03	48,00	53,00	18,84	50,5
11/12/2019 13:27:00,445	13:27:04	46,00	53,00	19,14	49,5
11/12/2019 13:47:01,435	13:47:05	46,00	49,00	19,34	47,5
11/12/2019 14:07:02,425	14:07:06	44,00	49,00	19,48	46,5
11/12/2019 14:27:03,415	14:27:07	42,00	48,00	22,34	45
11/12/2019 14:47:04,405	14:47:08	40,00	46,00	23,14	43
11/12/2019 15:07:05,395	15:07:09	40,00	43,00	24,14	41,5
11/12/2019 15:27:06,385	15:27:10	37,00	43,00	24,61	40
11/12/2019 15:47:07,375	15:47:11	37,00	39,00	26,54	38
11/12/2019 16:07:08,365	16:07:12	37,00	39,00	26,24	38
11/12/2019 16:27:09,355	16:27:13	37,00	37,00	27,04	37
11/12/2019 16:47:10,345	16:47:14	37,00	38,00	27,24	37,5
11/12/2019 17:07:11,335	17:07:15	45,00	38,00	27,54	41,5
11/12/2019 17:27:12,325	17:27:16	47,00	42,00	26,70	44,5
11/12/2019 17:47:13,315	17:47:17	49,00	46,00	26,60	47,5
11/12/2019 18:07:14,305	18:07:18	48,00	47,00	24,00	47,5
11/12/2019 18:27:15,295	18:27:19	49,00	46,00	24,70	47,5
11/12/2019 18:47:16,285	18:47:20	45,00	47,00	23,40	46
11/12/2019 19:07:17,275	19:07:21	49,00	46,00	22,00	47,5
11/12/2019 19:27:18,265	19:27:22	44,00	46,00	22,80	45
11/12/2019 19:47:19,255	19:47:23	42,00	45,00	22,80	43,5
11/12/2019 20:07:20,245	20:07:24	40,00	43,00	22,04	41,5
11/12/2019 20:27:21,235	20:27:25	39,00	41,00	22,74	40
11/12/2019 20:47:22,225	20:47:26	37,00	39,00	22,72	38
11/12/2019 21:07:23,215	21:07:27	37,00	39,00	22,65	38
11/12/2019 21:27:24,205	21:27:28	37,00	37,00	22,24	37
11/12/2019 21:47:25,195	21:47:29	37,00	39,00	21,98	38
11/12/2019 22:07:26,185	22:07:30	37,00	38,00	20,40	37,5
11/12/2019 22:27:27,175	22:27:31	37,00	39,00	20,34	38
11/12/2019 22:47:28,165	22:47:32	37,00	38,00	20,40	37,5
11/12/2019 23:07:29,155	23:07:33	37,00	38,00	15,00	37,5
11/12/2019 23:27:30,145	23:27:34	37,00	38,00	15,50	37,5
11/12/2019 23:47:31,135	23:47:35	37,00	38,00	15,40	37,5
12/12/2019 00:07:32,125	0:07:36	37,00	37,00	13,40	37
12/12/2019 00:27:33,115	0:27:37	37,00	37,00	13,60	37

12/12/2019 00:47:34,105	0:47:38	37,00	37,00	13,94	37
12/12/2019 01:07:35,095	1:07:39	37,00	37,00	13,44	37
12/12/2019 01:27:36,000	1:27:40	37,00	37,00	12,24	37
12/12/2019 01:47:37,075	1:47:41	37,00	39,00	10,94	38
12/12/2019 02:07:38,065	2:07:42	37,00	39,00	10,86	38
12/12/2019 02:27:39,055	2:27:43	37,00	39,00	10,44	38
12/12/2019 02:47:40,045	2:47:44	37,00	39,00	10,18	38
12/12/2019 03:07:41,035	3:07:45	37,00	39,00	9,40	38
12/12/2019 03:27:42,025	3:27:46	37,00	39,00	10,11	38
12/12/2019 03:47:43,015	3:47:47	37,00	39,00	10,02	38
12/12/2019 04:07:44,005	4:07:48	37,00	38,00	10,03	37,5
12/12/2019 04:27:44,995	4:27:49	37,00	38,00	10,11	37,5
12/12/2019 04:47:45,985	4:47:50	37,00	38,00	10,07	37,5
12/12/2019 05:07:46,975	5:07:51	37,00	37,00	9,90	37
12/12/2019 05:27:47,965	5:27:52	37,00	39,00	9,84	38
12/12/2019 05:47:48,955	5:47:53	37,00	39,00	9,82	38
12/12/2019 06:07:49,945	6:07:54	37,00	39,00	9,82	38
12/12/2019 06:27:50,930	6:27:55	37,00	39,00	9,81	38
12/12/2019 06:47:51,920	6:47:56	37,00	38,00	11,20	37,5
12/12/2019 07:07:52,910	7:07:57	37,00	38,00	11,60	37,5
12/12/2019 07:27:53,900	7:27:58	48,00	38,00	14,54	43
12/12/2019 07:47:54,890	7:47:59	50,00	43,00	15,14	46,5
12/12/2019 08:07:55,880	8:08:00	52,00	49,00	17,24	50,5
12/12/2019 08:27:56,870	8:28:01	52,00	54,00	18,54	53
12/12/2019 08:47:57,860	8:48:02	52,00	54,00	18,84	53
12/12/2019 09:07:58,850	9:08:03	54,00	53,00	19,14	53,5
12/12/2019 09:27:59,840	9:28:04	54,00	56,00	19,34	55
12/12/2019 09:48:00,830	9:48:05	56,00	55,00	19,48	55,5
12/12/2019 10:08:01,820	10:08:06	56,00	56,00	22,34	56
12/12/2019 10:28:02,810	10:28:07	54,00	55,00	23,14	54,5
12/12/2019 10:48:03,800	10:48:08	54,00	56,00	24,14	55
12/12/2019 11:08:04,790	11:08:09	54,00	56,00	24,61	55
12/12/2019 11:28:05,780	11:28:10	54,00	55,00	26,54	54,5
12/12/2019 11:48:06,770	11:48:11	50,00	56,00	26,24	53
12/12/2019 12:08:07,760	12:08:12	54,00	56,00	27,04	55
12/12/2019 12:28:08,750	12:28:13	53,00	55,00	28,94	54
12/12/2019 12:48:09,740	12:48:14	54,00	53,00	29,94	53,5
12/12/2019 13:08:10,730	13:08:15	50,00	53,00	28,14	51,5
12/12/2019 13:28:11,720	13:28:16	50,00	53,00	28,15	51,5
12/12/2019 13:48:12,710	13:48:17	50,00	56,00	28,24	53
12/12/2019 14:08:13,700	14:08:18	48,00	53,00	28,07	50,5
12/12/2019 14:28:14,690	14:28:19	49,00	50,00	28,64	49,5

12/12/2019 14:48:15,680	14:48:20	47,00	46,00	28,94	46,5
12/12/2019 15:08:16,670	15:08:21	47,00	49,00	29,30	48
12/12/2019 15:28:17,660	15:28:22	52,00	47,00	31,00	49,5
12/12/2019 15:48:18,650	15:48:23	52,00	49,00	28,64	50,5
12/12/2019 16:08:19,640	16:08:24	53,00	55,00	28,94	54
12/12/2019 16:28:20,630	16:28:25	54,00	53,00	23,04	53,5
12/12/2019 16:48:21,620	16:48:26	54,00	51,00	22,72	52,5
12/12/2019 17:08:22,610	17:08:27	54,00	51,00	22,65	52,5
12/12/2019 17:28:23,600	17:28:28	54,00	51,00	22,24	52,5
12/12/2019 17:48:24,590	17:48:29	54,00	51,00	21,98	52,5
12/12/2019 18:08:25,580	18:08:30	52,00	51,00	21,74	51,5
12/12/2019 18:28:26,570	18:28:31	53,00	53,00	21,67	53
12/12/2019 18:48:27,560	18:48:32	52,00	51,00	21,34	51,5
12/12/2019 19:08:28,550	19:08:33	50,00	51,00	18,84	50,5
12/12/2019 19:28:29,540	19:28:34	49,00	51,00	18,14	50
12/12/2019 19:48:30,530	19:48:35	48,00	47,00	16,84	47,5
12/12/2019 20:08:31,520	20:08:36	47,00	49,00	16,61	48
12/12/2019 20:28:32,510	20:28:37	48,00	53,00	16,24	50,5
12/12/2019 20:48:33,500	20:48:38	47,00	52,00	13,84	49,5
12/12/2019 21:08:34,490	21:08:39	46,00	53,00	13,34	49,5
12/12/2019 21:28:35,480	21:28:40	44,00	53,00	12,14	48,5
12/12/2019 21:48:36,470	21:48:41	44,00	53,00	10,84	48,5
12/12/2019 22:08:37,460	22:08:42	43,00	48,00	10,76	45,5
12/12/2019 22:28:38,450	22:28:43	43,00	48,00	10,34	45,5
12/12/2019 22:48:39,440	22:48:44	42,00	47,00	10,08	44,5
12/12/2019 23:08:40,430	23:08:45	42,00	47,00	9,30	44,5
12/12/2019 23:28:41,420	23:28:46	40,00	45,00	9,67	42,5
12/12/2019 23:48:42,410	23:48:47	39,00	45,00	11,65	42
13/12/2019 00:08:43,400	0:08:48	39,00	44,00	10,35	41,5
13/12/2019 00:28:44,390	0:28:49	39,00	45,00	10,27	42
13/12/2019 00:48:45,380	0:48:50	39,00	44,00	9,85	41,5
13/12/2019 01:08:46,370	1:08:51	39,00	43,00	9,59	41
13/12/2019 01:28:47,360	1:28:52	39,00	39,00	8,81	39
13/12/2019 01:48:48,350	1:48:53	39,00	40,00	9,91	39,5
13/12/2019 02:08:49,340	2:08:54	39,00	40,00	9,82	39,5
13/12/2019 02:28:50,330	2:28:55	39,00	30,00	9,83	34,5
13/12/2019 02:48:51,320	2:48:56	39,00	37,00	9,91	38
13/12/2019 03:08:52,310	3:08:57	39,00	37,00	9,87	38
13/12/2019 03:28:53,300	3:28:58	39,00	37,00	9,70	38
13/12/2019 03:48:54,290	3:48:59	39,00	37,00	9,64	38
13/12/2019 04:08:55,280	4:09:00	39,00	37,00	9,62	38
13/12/2019 04:28:56,270	4:29:01	39,00	37,00	9,62	38

13/12/2019 04:48:57,260	4:49:02	39,00	39,00	10,31	39
13/12/2019 05:08:58,250	5:09:03	39,00	39,00	10,38	39
13/12/2019 05:28:59,240	5:29:04	39,00	39,00	10,41	39
13/12/2019 05:49:00,230	5:49:05	39,00	39,00	10,61	39
13/12/2019 06:09:01,220	6:09:06	39,00	39,00	11,01	39
13/12/2019 06:29:02,210	6:29:07	39,00	39,00	11,21	39
13/12/2019 06:49:03,200	6:49:08	39,00	39,00	11,29	39
13/12/2019 07:09:04,190	7:09:09	39,00	38,00	15,36	38,5
13/12/2019 07:29:05,180	7:29:10	48,00	52,00	15,96	50
13/12/2019 07:49:06,170	7:49:11	54,00	57,00	18,06	55,5
13/12/2019 08:09:07,160	8:09:12	54,00	59,00	19,36	56,5
13/12/2019 08:29:08,150	8:29:13	57,00	59,00	19,66	58
13/12/2019 08:49:09,140	8:49:14	57,00	56,00	19,96	56,5
13/12/2019 09:09:10,130	9:09:15	57,00	58,00	20,4	57,5
13/12/2019 09:29:11,120	9:29:16	58,00	58,00	21,30	58
13/12/2019 09:49:12,110	9:49:17	59,00	58,00	22,60	58,5
13/12/2019 10:09:13,100	10:09:18	59,00	58,00	24,60	58,5
13/12/2019 10:29:14,090	10:29:19	55,00	57,00	26,45	56
13/12/2019 10:49:15,080	10:49:20	55,00	59,00	28,57	57
13/12/2019 11:09:16,070	11:09:21	54,00	59,00	29,49	56,5
13/12/2019 11:29:17,060	11:29:22	53,00	59,00	29,89	56
13/12/2019 11:49:18,050	11:49:23	55,00	57,00	30,40	56

ANEXO VIII.

Tablas para las curvas de los indicadores energéticos de operación.

Anexo VIII. 2 Datos para los indicadores energéticos de operación

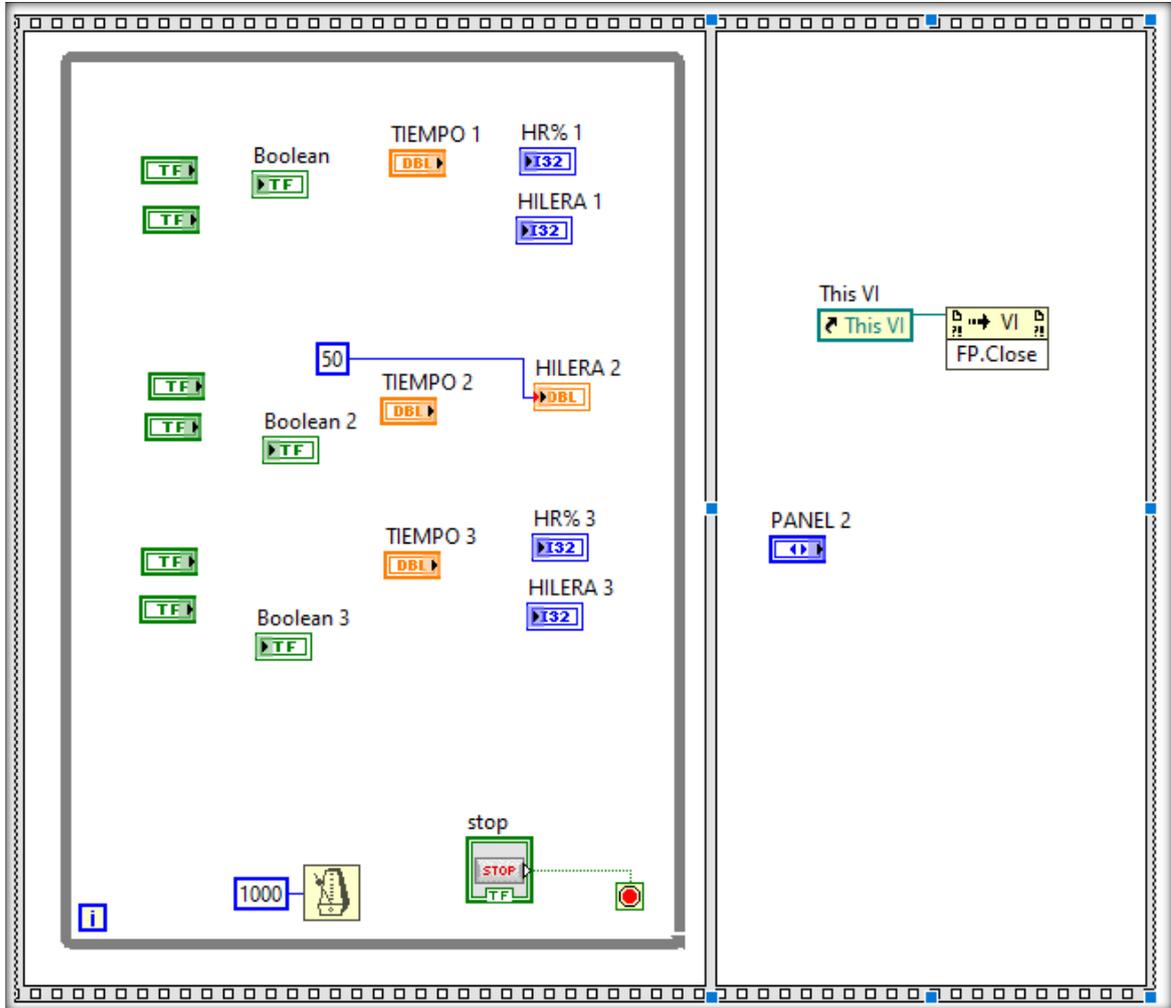
Fecha	Hora	Potencia	Energía
17/12/2019	8:05:03	22	14,60
17/12/2019	8:06:03	22	14,60
17/12/2019	8:16:03	21	14,60
17/12/2019	8:26:03	22	14,61
17/12/2019	8:36:03	23	14,61
17/12/2019	8:46:03	22	14,62
17/12/2019	8:56:03	22	14,62
17/12/2019	9:06:03	21	14,62
17/12/2019	9:16:03	22	14,63
17/12/2019	9:26:04	22	14,63
17/12/2019	9:36:04	22	14,63
17/12/2019	9:51:04	22	14,64
17/12/2019	10:06:04	21	14,64
17/12/2019	10:21:04	21	14,65
17/12/2019	10:36:04	21	14,65
17/12/2019	10:51:04	22	14,66
17/12/2019	11:06:04	22	14,67
17/12/2019	11:21:04	21	14,67
17/12/2019	11:36:04	21	14,68
17/12/2019	12:13:55	22	14,69
17/12/2019	12:28:55	22	14,70
17/12/2019	12:43:56	22	14,70
17/12/2019	12:58:56	22	14,71
17/12/2019	13:13:56	21	14,71
17/12/2019	13:28:56	21	14,72
17/12/2019	13:43:56	21	14,72
17/12/2019	13:58:56	21	14,73
17/12/2019	14:13:56	22	14,73
17/12/2019	14:28:56	21	14,74
17/12/2019	14:43:56	22	14,74
17/12/2019	14:58:56	21	14,75
17/12/2019	15:13:56	21	14,75
17/12/2019	15:28:57	21	14,76
17/12/2019	15:43:57	21	14,76
17/12/2019	15:58:57	21	14,77
17/12/2019	16:13:57	21	14,78

17/12/2019	16:28:57	22	14,78
17/12/2019	16:43:57	21	14,79
17/12/2019	16:58:57	21	14,79
17/12/2019	17:13:57	21	14,80
17/12/2019	17:28:57	22	14,80
17/12/2019	17:43:57	22	14,81
17/12/2019	17:58:57	21	14,81
17/12/2019	18:13:57	21	14,82
17/12/2019	18:28:57	25	14,82
17/12/2019	18:43:58	25	14,83
17/12/2019	18:58:58	25	14,84
17/12/2019	19:13:58	25	14,84
17/12/2019	19:28:58	25	14,85
17/12/2019	19:43:58	25	14,85
17/12/2019	19:58:58	25	14,86
17/12/2019	20:13:58	26	14,87
17/12/2019	20:28:58	25	14,87
17/12/2019	20:43:58	25	14,88
17/12/2019	20:58:58	25	14,89
17/12/2019	21:13:58	25	14,89
17/12/2019	21:28:59	25	14,90
17/12/2019	21:43:59	25	14,90
17/12/2019	21:58:59	25	14,91
17/12/2019	22:13:59	25	14,92
17/12/2019	22:28:59	25	14,92
17/12/2019	22:43:59	26	14,93
17/12/2019	22:58:59	25	14,94
17/12/2019	23:13:59	25	14,94
17/12/2019	23:28:59	25	14,95
17/12/2019	23:43:59	25	14,96
17/12/2019	23:58:59	25	14,96
18/12/2019	0:13:59	25	14,97
18/12/2019	0:29:00	25	14,97
18/12/2019	0:44:00	25	14,98
18/12/2019	0:59:00	27	14,99
18/12/2019	1:14:00	26	14,99
18/12/2019	1:29:00	25	15,00
18/12/2019	1:44:00	25	15,01
18/12/2019	1:59:00	25	15,01
18/12/2019	2:14:00	25	15,02
18/12/2019	2:29:00	25	15,02
18/12/2019	2:44:00	25	15,03
18/12/2019	2:59:00	25	15,04

18/12/2019	3:14:01	25	15,04
18/12/2019	3:29:01	25	15,05
18/12/2019	3:44:01	26	15,06
18/12/2019	3:59:01	26	15,06
18/12/2019	4:14:01	25	15,07
18/12/2019	4:29:01	25	15,07
18/12/2019	4:44:01	25	15,08
18/12/2019	4:59:01	25	15,09
18/12/2019	5:14:01	25	15,09
18/12/2019	5:29:01	25	15,10
18/12/2019	5:44:01	22	15,11
18/12/2019	5:59:01	23	15,11
18/12/2019	6:14:02	23	15,12
18/12/2019	6:29:02	22	15,12
18/12/2019	6:44:02	21	15,13
18/12/2019	6:59:02	22	15,13
18/12/2019	7:14:02	22	15,14
18/12/2019	7:29:02	22	15,14
18/12/2019	7:44:02	21	15,15
18/12/2019	7:59:02	21	15,16
18/12/2019	8:14:02	22	15,16

Anexo IX.

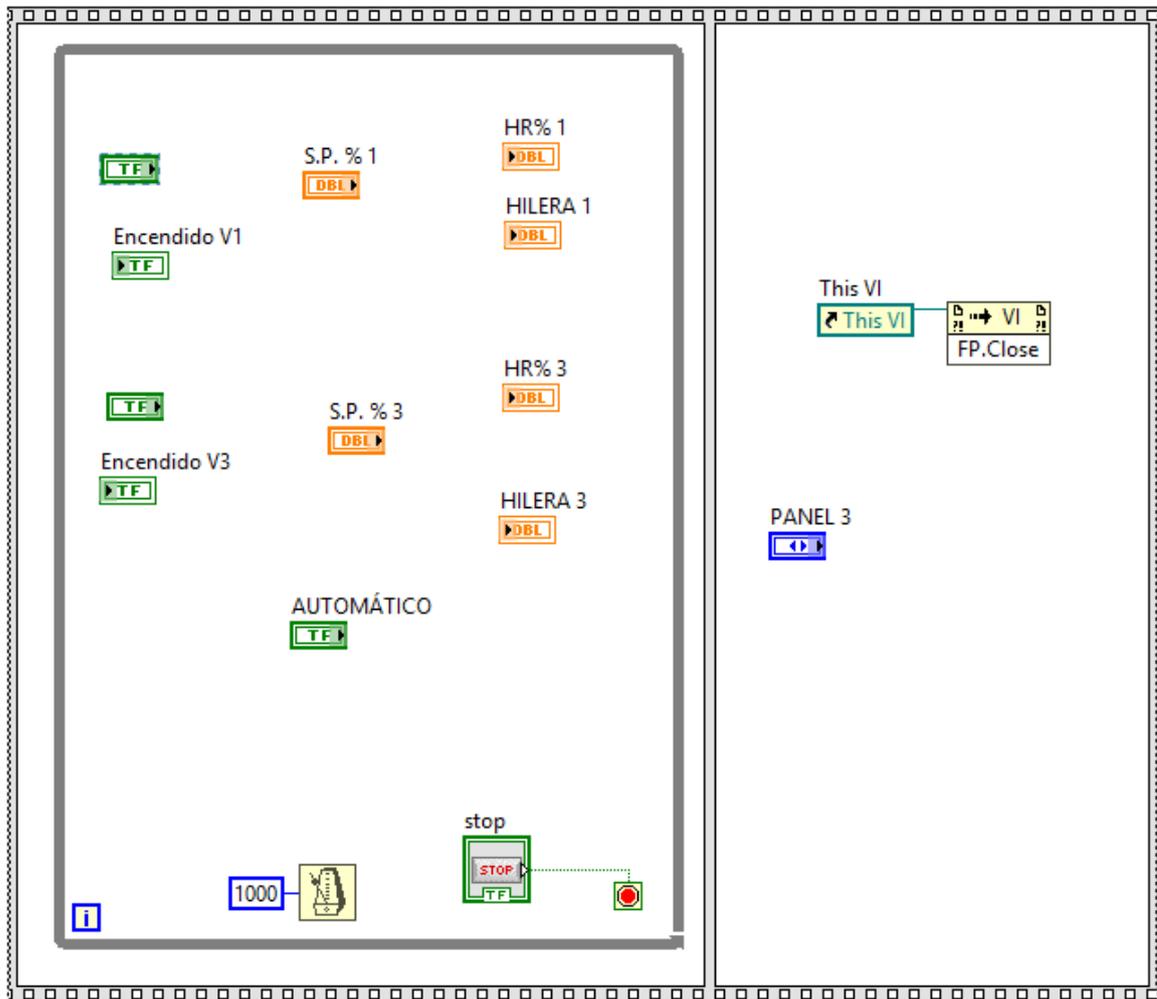
Programación en el software LabView



Anexo IX. 1 Programación en el software LabView del control manual de humedad

Como se muestra en la figura se realizó la programación de bloques del control manual de humedad en el software LabView, la cual está constituida de la siguiente manera: primero insertamos una estructura llamada flat sequence structure la cual permite que todas las funciones que se encuentran dentro de la misma sigan un orden o una secuencia de acciones, luego se insertó otra estructura llamada While loop, la cual permite ejecutar la misma acción del código varias veces, una vez que se tiene las dos estructuras necesarias se procede a crear los botones para el encendido y apagado de las bombas los cuales son los que se encuentran al lado izquierdo y se programó para que cumplan dichas acciones direccionando con los tags del opc server, cabe mencionar que estos botones son de tipo escritura ya que envía la acción al PLC de lo que se va a cumplir, luego de ello se creó un botón de lectura la cual es designada

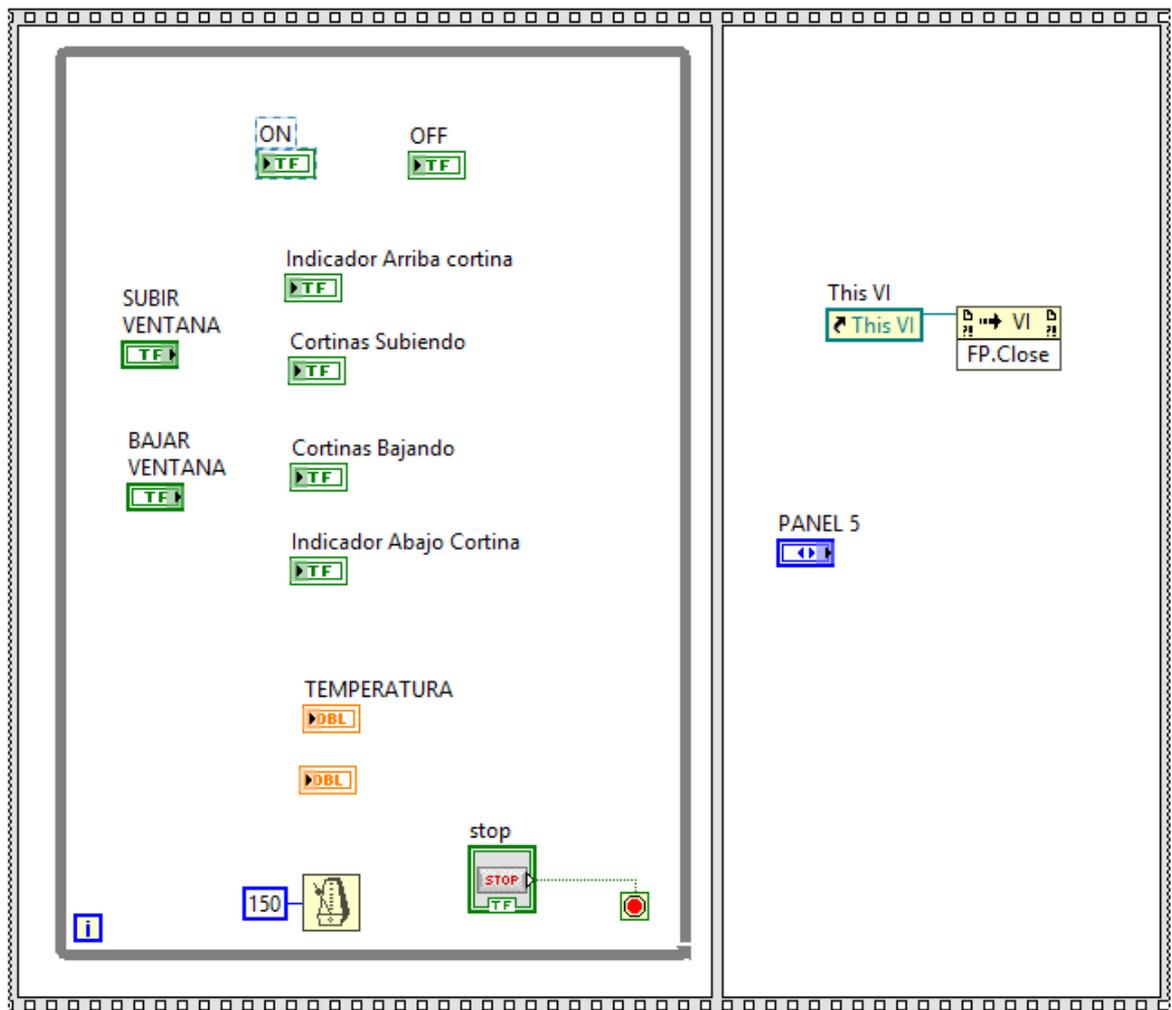
para una luz piloto la cual indica que la bomba está encendida, por otro lado tenemos un botón de escritura y lectura para insertar el tiempo que deseamos realizar el riego en cada una de las hileras y posteriormente tiene los botones de lectura que nos permite visualizar el porcentaje de humedad por medio de los sensores, en la parte final de la programación tiene el tiempo de actualización de la estructura y el botón de stop el cual nos regresa al menú principal con la ayuda de This VI que se muestra en la parte derecha de la imagen.



Anexo IX. 2 Programación en el software LabView del control automático de humedad

Como se muestra en la figura tiene las estructuras que utilizamos en el caso anterior que son necesarias para toda la programación, luego de ello se creó un botón para apagar las bombas cuando exista una emergencia o alguna anomalía del sistema el cual es un botón de escritura, además tiene un botón que representa una luz indicadora que muestra que el sistema está encendido y es un botón de lectura, luego de ello se creó el botón de lectura y escritura en el cual se insertará el rango en el que se debe encontrar la humedad dentro del invernadero,

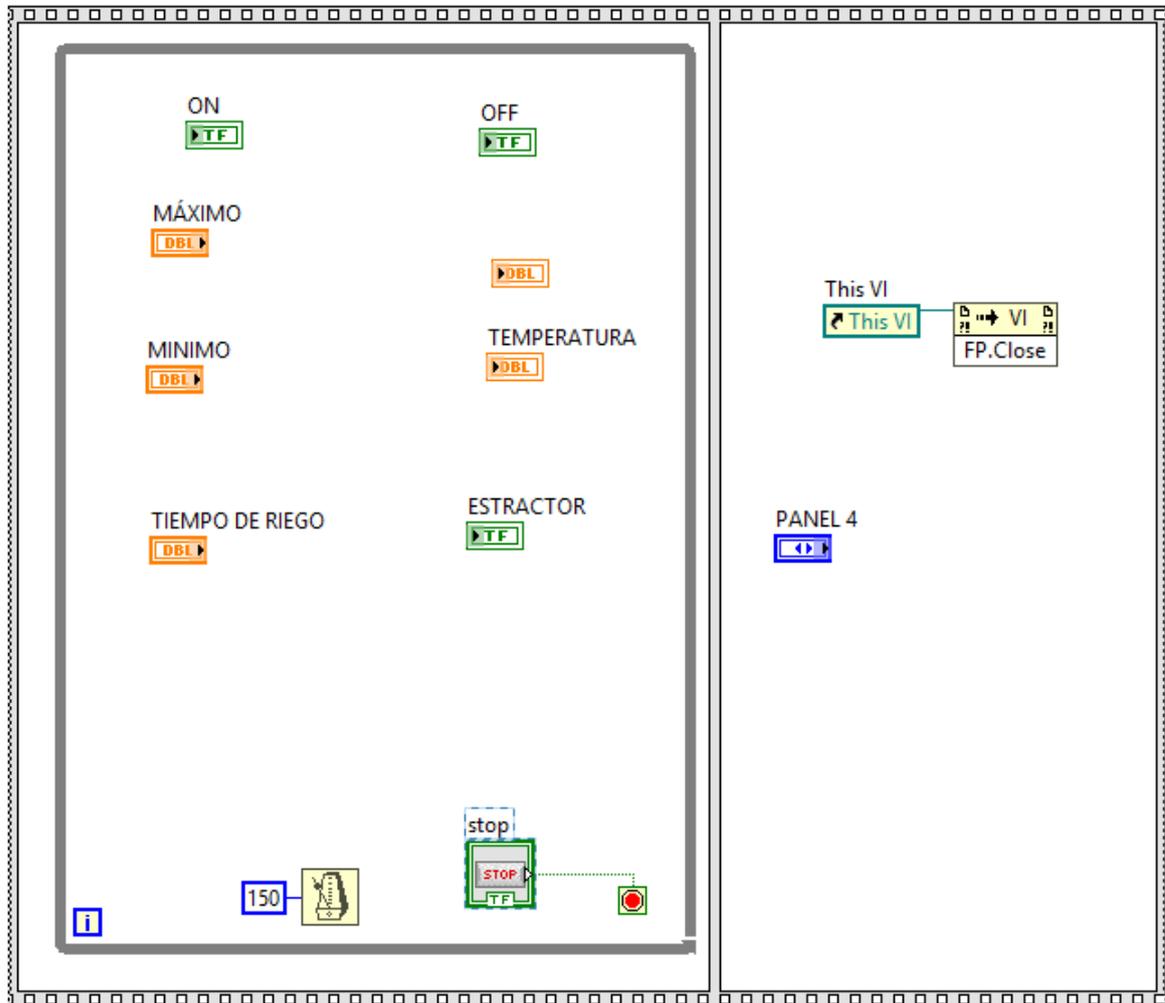
también se creó un botón de lectura para la visualización del porcentaje de humedad, luego un botón de lectura que representa una luz que indica que el control automático activado, en la parte final de la programación tiene el tiempo de actualización de la estructura y el botón de stop el cual permite regresar al menú principal con la ayuda de This VI que se muestra en la parte derecha de la imagen.



Anexo IX. 3 Programación en el software LabView del control manual de temperatura

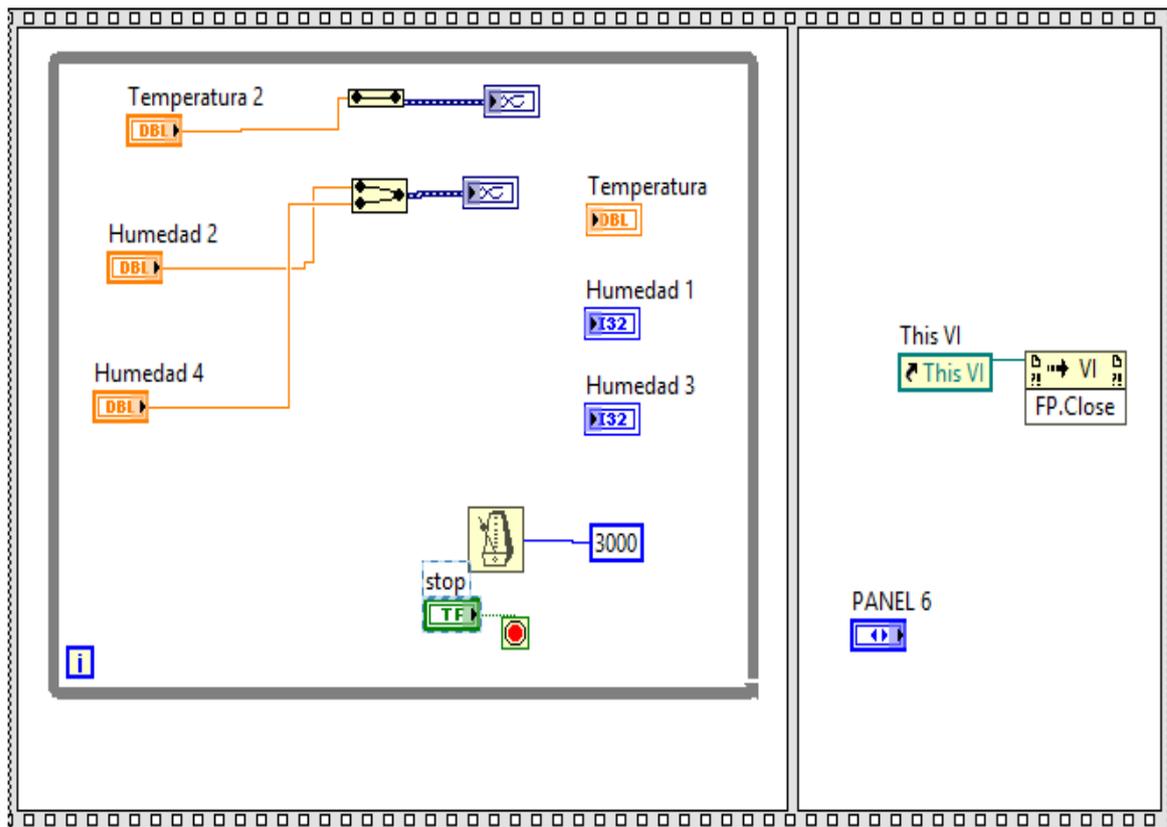
Para el control manual de temperatura se utilizó las mismas estructuras de los casos anteriores luego se creó la luz indicadora on las cual representa que el sistema está funcionando, también se creó los botones de subir y bajar la ventana, estos botones son de escritura ya que envían la acción que se quiera cumplir, después se creó cuatro botones que representan las luces indicadoras que son dos para indicar cuando está subiendo y bajando la cortina y otros dos que indican si las cortinas se encuentran arriba o abajo, estos botones son de lectura, luego se creó los botones para la lectura de la temperatura dentro del invernadero tanto para el gráfico del

tanque y para el display, en la parte final de la programación se tiene el tiempo de actualización de la estructura y el botón de stop el cual permite regresar al menú principal con la ayuda de This VI que se muestra en la parte derecha de la imagen.



Anexo IX. 4 Programación en el software LabView del control automático de temperatura

Para el control automático de temperatura se tiene la misma estructura utilizada anteriormente y se creó el botón de activación a modo automático con una luz on que indicará que esta encendido, después se creó tres botones de escritura y lectura esto para poder ingresar valores máximos y mínimos de temperatura para la activación automática y el tercero para el tiempo que se deseen realizar el riego, posteriormente se creó un indicador como es el extractor de aire, luego de ello se creó los botones solo de lectura tanto para el gráfico del tanque como del display y finalmente tiene el tiempo de actualización de la estructura y el botón de stop el cual permite regresar al menú principal con la ayuda de This VI que se muestra en la parte derecha de la imagen.

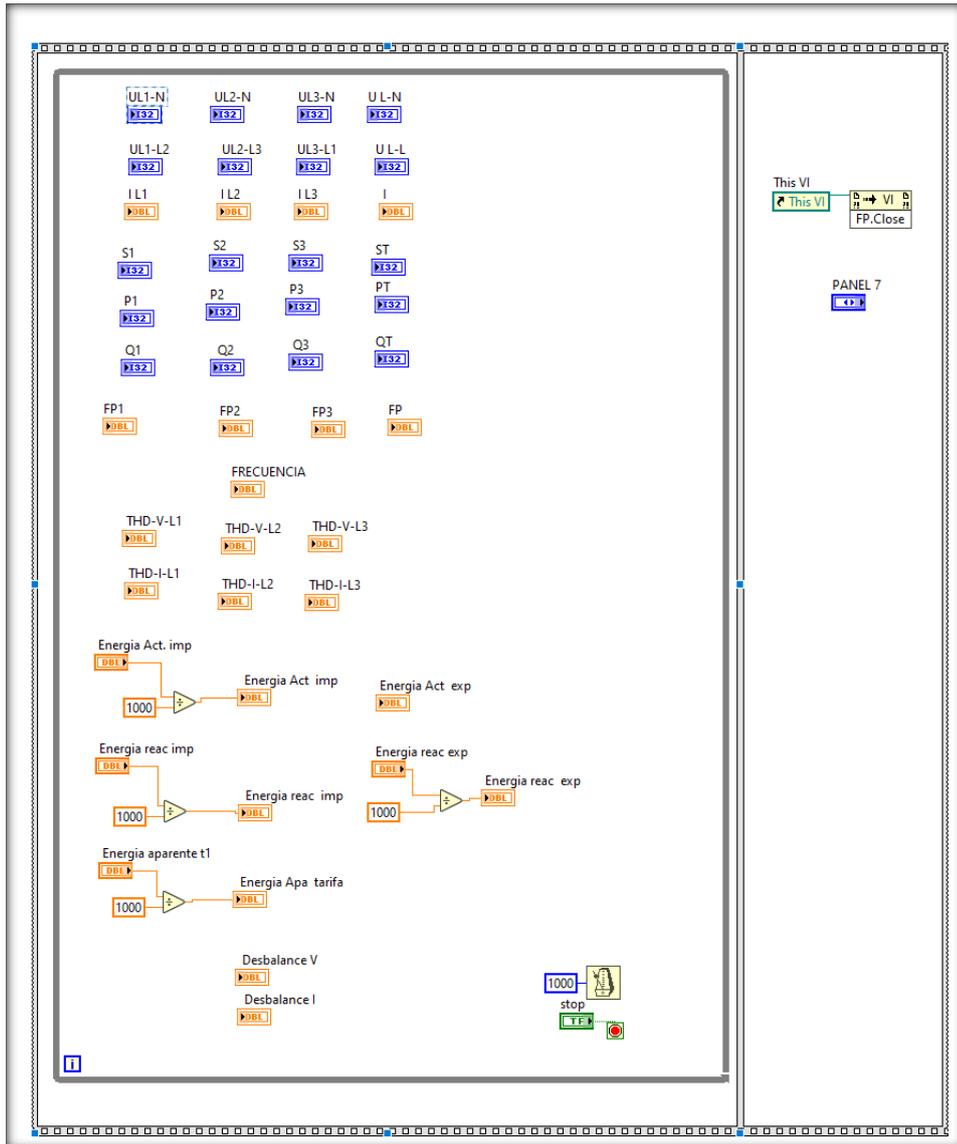


Anexo IX. 5 Programación en el software LabView de las variables de proceso

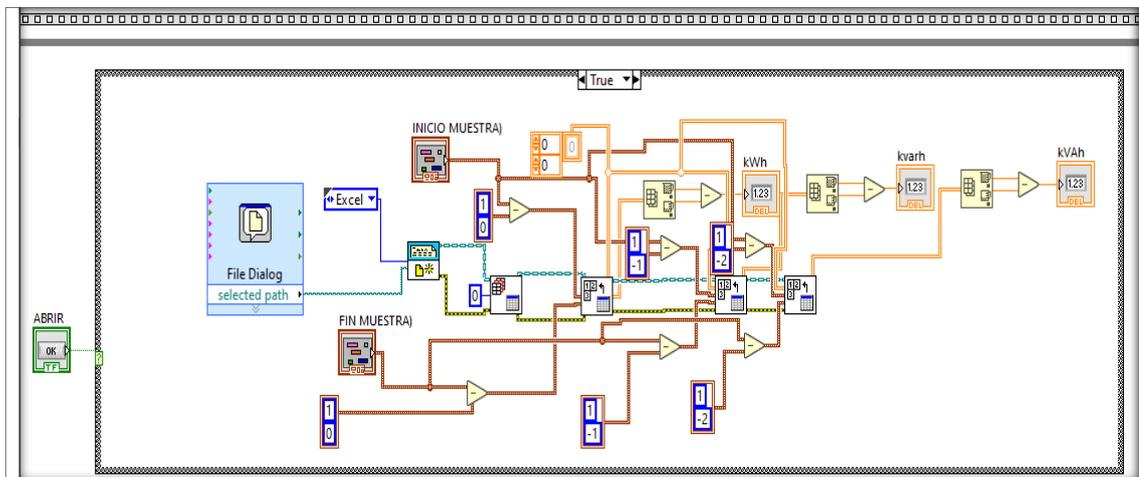
Para la programación de las variables de proceso se usó las mismas estructuras a las anteriores, luego de ello se creó tres botones de lectura dos botones son de humedad y uno de la temperatura, seguido se insertó un conector que nos sirve para determinar el número de graficas necesitamos visualizar en el osciloscopio, seguido de ello en la parte final tenemos el tiempo de actualización de la estructura y el botón de stop el cual permite regresar al menú principal con la ayuda de This VI que se muestra en la parte derecha de la imagen.

Para la programación de los datos del Sentron Pac 3200 VER (Anexo IX. 6) se utilizó la misma estructura, luego de ello se creó los botones de lectura para cada una de las variables que se desee observar y al final se tiene el tiempo de actualización de la estructura y el botón de stop el cual permite regresar al menú principal.

Nota: Cabe mencionar que todos los botones están direccionados con los tags creados en el opc server y que ayudan a que cada botón realice su respectiva función asignada dentro de cada estructura de programación.

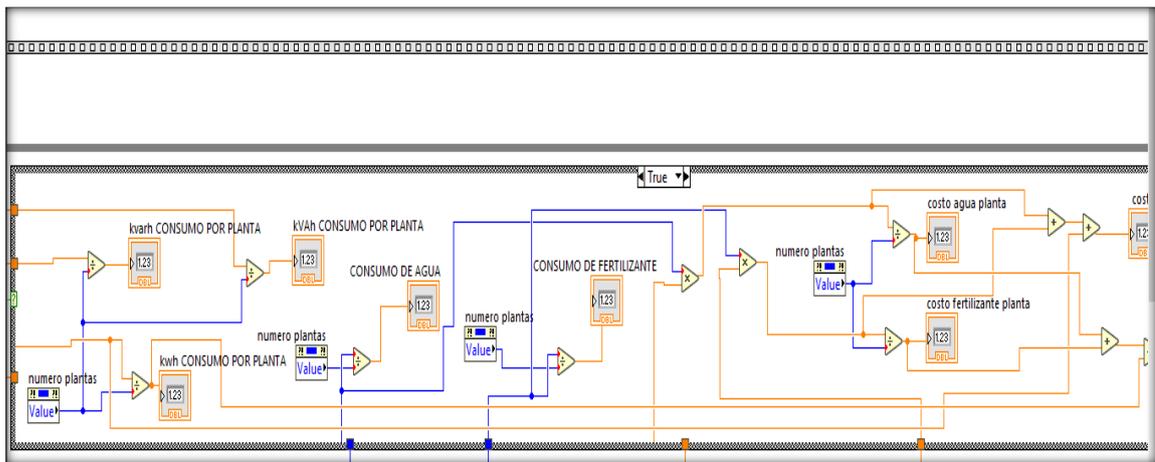


Anexo IX. 6 Programación en el software LabView de los indicadores energéticos de operación



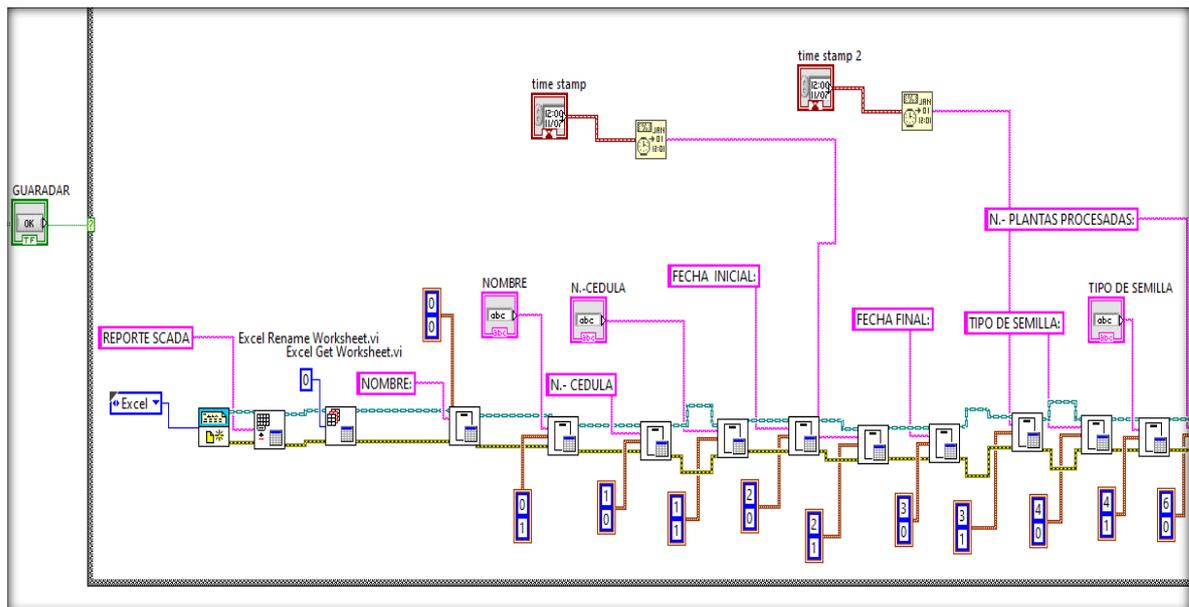
Anexo IX. 7 Programación para abrir el archivo de Excel

Para el reporte de los indicadores de operación se programó mediante una estructura llamada flat sequence structure la cual permite que todas las funciones que se encuentran dentro de la misma sigan un orden o una secuencia de acciones, luego se insertó otra estructura llamada While loop, la cual permite ejecutar la misma acción del código varias veces y dentro de esta estructura se creó otra estructura Case structure para hacer el llamado a cargar los datos de Excel de las energías la cual cumple una función tipo booleana de acciones de verdadero y falso, además de ello en el selector de casos colocamos un botón el cual abrirá el archivo Excel.



Anexo IX. 8 Calculo de indicadores de operación

Para el cálculo de los indicadores de operación se programó dentro de la estructura While loop, allí se creó otra estructura como es la Case estructura en la cual mediante los valores a procesar escritos en la interfaz gráfica realiza las diferentes operaciones matemáticas.



Anexo IX. 9 Programación para guardar el reporte

Para guardar en un archivo Excel el reporte de los indicadores de operación se programó mediante una estructura Case estructura la cual está dentro del While loop, en ella se indica la fila y columna en la que queremos que se guarde nuestro reporte, los valores a guardar son calculados automáticamente por el sistema SCADA.

ANEXO X.

Calculo del VAN y TIR, realizado en la hoja de Excel.

Anexo X. 1 Calculo del VAN y TIR, realizado en la hoja de Excel

AÑO	INVERSION (\$)	INGRESOS (\$)	MANTENIMIENTO (\$)	TOTAL
0	1892,2	0	0	-1892,2
1	36	500	20	444
2	36	500	20	444
3	36	500	20	444
4	36	500	20	444
5	36	500	20	444
6	36	500	20	444
		TASA	8,5%	
			VAN	128,98
			TIR	11%

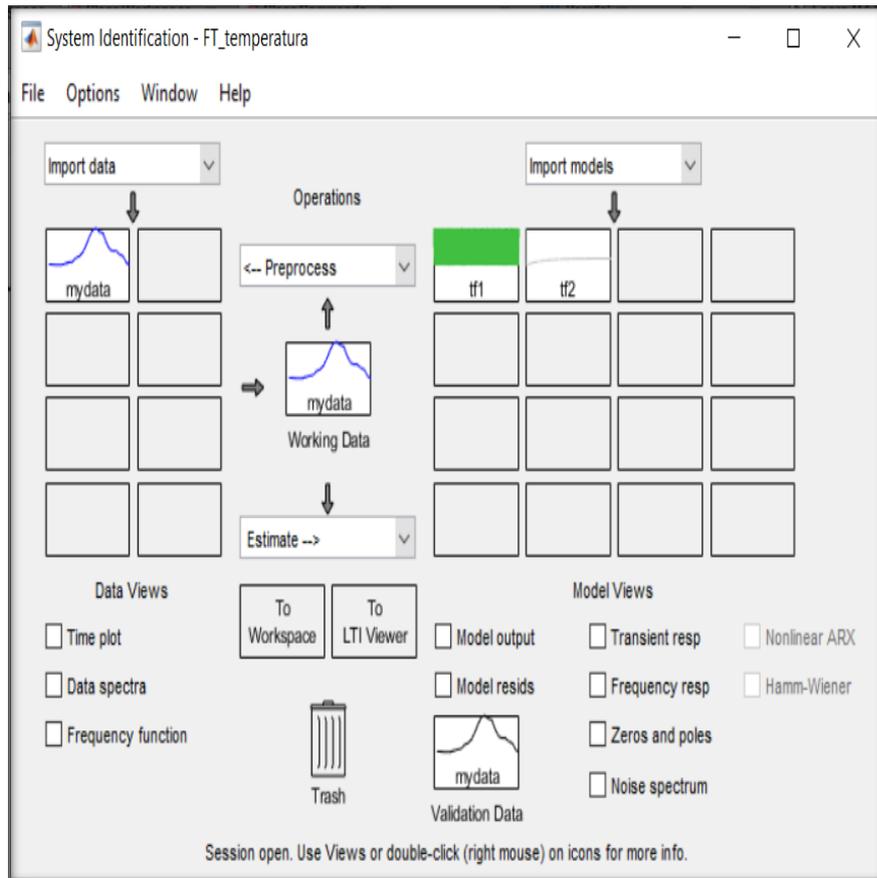
Anexo XI.

Cálculo de la función de transferencia

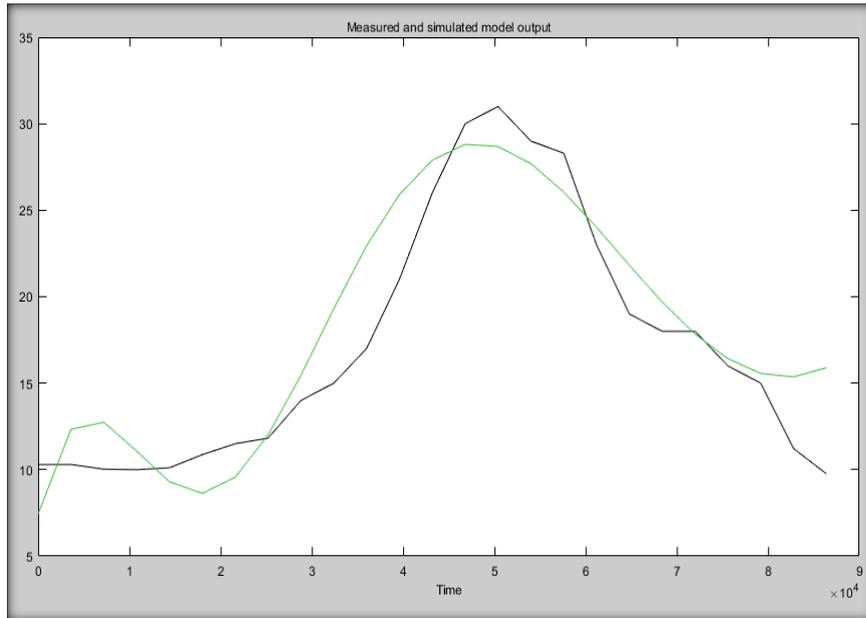
```
From input "u1" to output "y1":  
      7.935e-13 s + 1.077e-16  
-----  
s^4 + 0.0001307 s^3 + 2.447e-08 s^2 + 5.603e-13 s + 8.653e-17  
Name: tf1  
Continuous-time identified transfer function.  
  
Parameterization:  
  Number of poles: 4   Number of zeros: 1
```

Anexo XI. 1 Función de transferencia realizada en Matlab

Para el cálculo de la función de transferencia se lo realizo en el software Matlab y se consideró como datos de entrada (tiempo) y como datos de salida (temperatura) que fueron tomados del registro de temperatura de un día, la cual indica el comportamiento matemático respecto a la temperatura que estuvo expuesta a semilla.



Anexo XI. 2 Configuración en Matlab para la función de transferencia

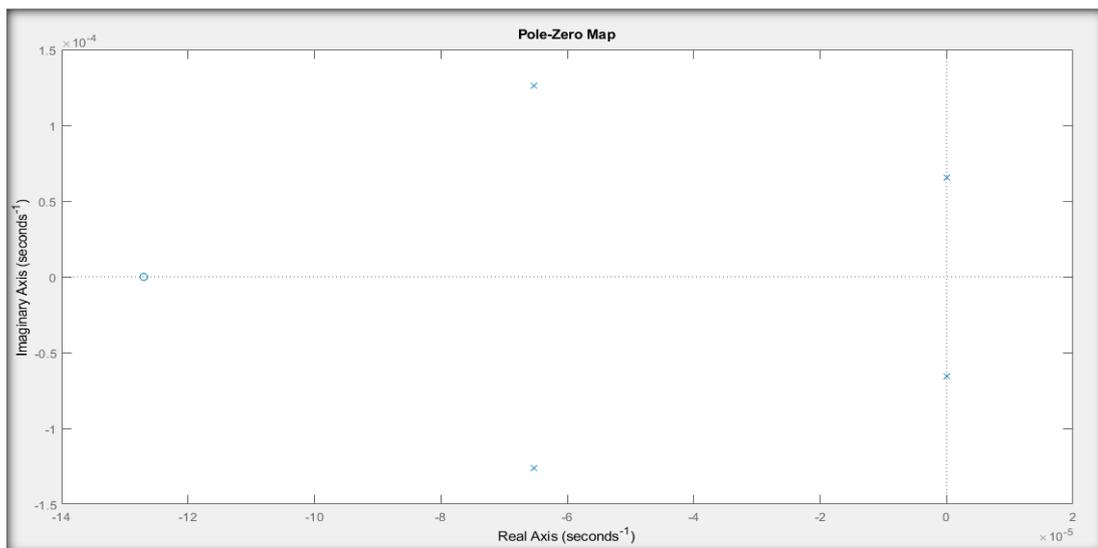


Anexo XI. 3 Curva de la función de transferencia vs curva de temperatura

La figura del Anexo XI.3, la curva de color negro indicó el comportamiento de la temperatura y la curva de color verde representa la función de transferencia respecto a la curva de temperatura, las mismas que son representadas automáticamente en el software Matlab.

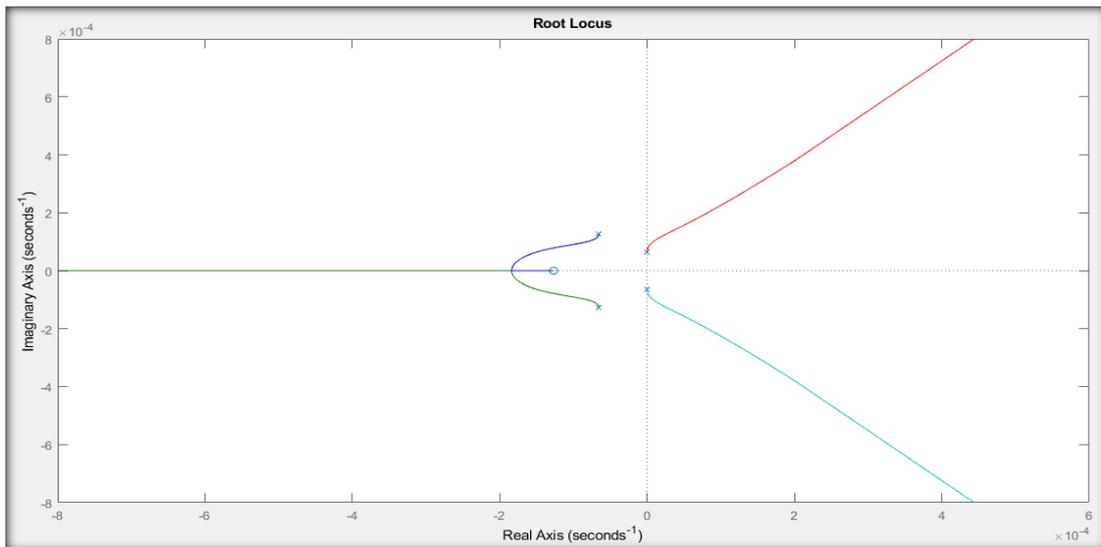
Estabilidad del Sistema

Para la determinación de la estabilidad del sistema se lo realiza bajo el criterio de estabilidad de polos y también por medio del lugar geométrico de las raíces.



Anexo XI. 4 Estabilidad por medio de polos y ceros

La figura Anexo XI. 4 determina que el sistema se encuentra estable porque los polos de la ecuación (función de transferencia), se encuentran situados en lado izquierdo del plano.



Anexo XI. 5 Estabilidad por el lugar geométrico de las raíces

Se determina que mediante el lugar geométrico de las raíces (Root Locus), el sistema si es estable porque los cuatro polos y un cero se encuentran en la parte izquierda del plano.

ANEXO XII.

RESUMEN GLOBAL

El presente trabajo se lo realizó con el propósito de ayudar a los estudiantes y docentes de la carrera de Ingeniería Agronómica y contribuir al desarrollo de investigación de la carrera de Ingeniería Eléctrica en la automatización del invernadero de granos andinos de la Universidad Técnica de Cotopaxi del Campus Salache, realizar el control y monitoreo de forma remota de las variables climatológicas como son temperatura, humedad y al análisis de los indicadores energéticos de operación como voltaje, corriente, potencia y energía. Para el desarrollo de todas las acciones mencionadas se realizó una serie de pasos, primero el diseño de la comunicación mediante un canal de datos de 5Mbps de velocidad que es una conexión entre dos puntos con un ancho de banda fijo, una de las ventajas es el incremento en la confiabilidad de sus enlaces y en su comunicación, después se procedió a la configuración de los equipos PLC S7 1200, HMI y Sentron Pac 3200, cada uno de ellos con sus respectivas direcciones IP para monitorear de forma remota se diseñó la base de tags para el PLC y se utilizó las variables que se encuentran de la programación del software Tia Portal (ver Anexo XIII) y se direccionó a través del Servidor Opc y para monitorear las mediciones del analizador de energía Sentron Pac 3200 se diseñó la base de tags mediante las direcciones del holding registrar, posteriormente se procedió a realizar la programación gráfica en el software LabView desarrollando pantallas y botones para controlar las variables climatológicas y visualizar los indicadores energéticos de operación en tiempo real con su respectivo registro en una base de datos.

Según el Ing. Marco Rivera agrónomo y encargado del proyecto de investigación granos andinos, manifestó que el beneficio de la implementación del sistema SCADA ayuda al desarrollo de los diferentes cultivos optimizando la calidad y cantidad, además mencionó con este sistema se podrá dar a las plantas los beneficios necesarios para su desarrollo.

ANEXO XIII.

Líneas de código del TIA PORTAL

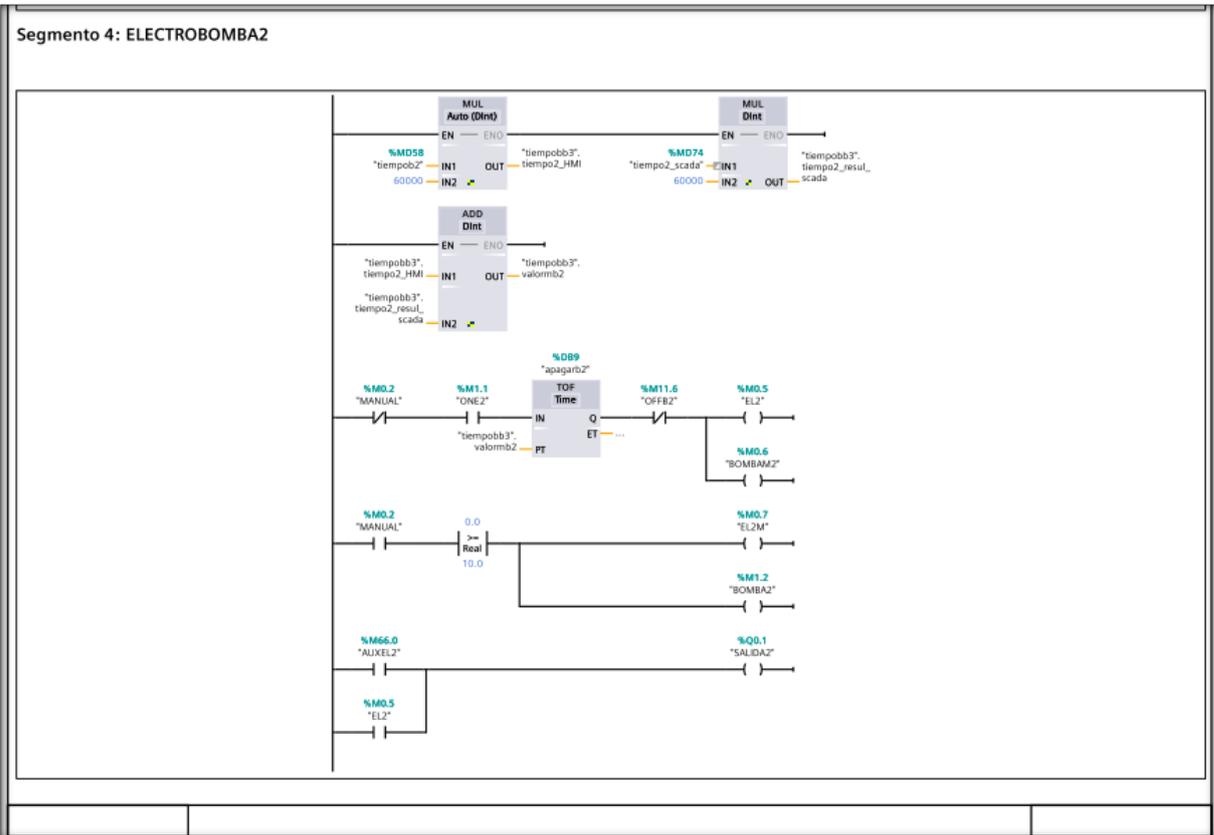
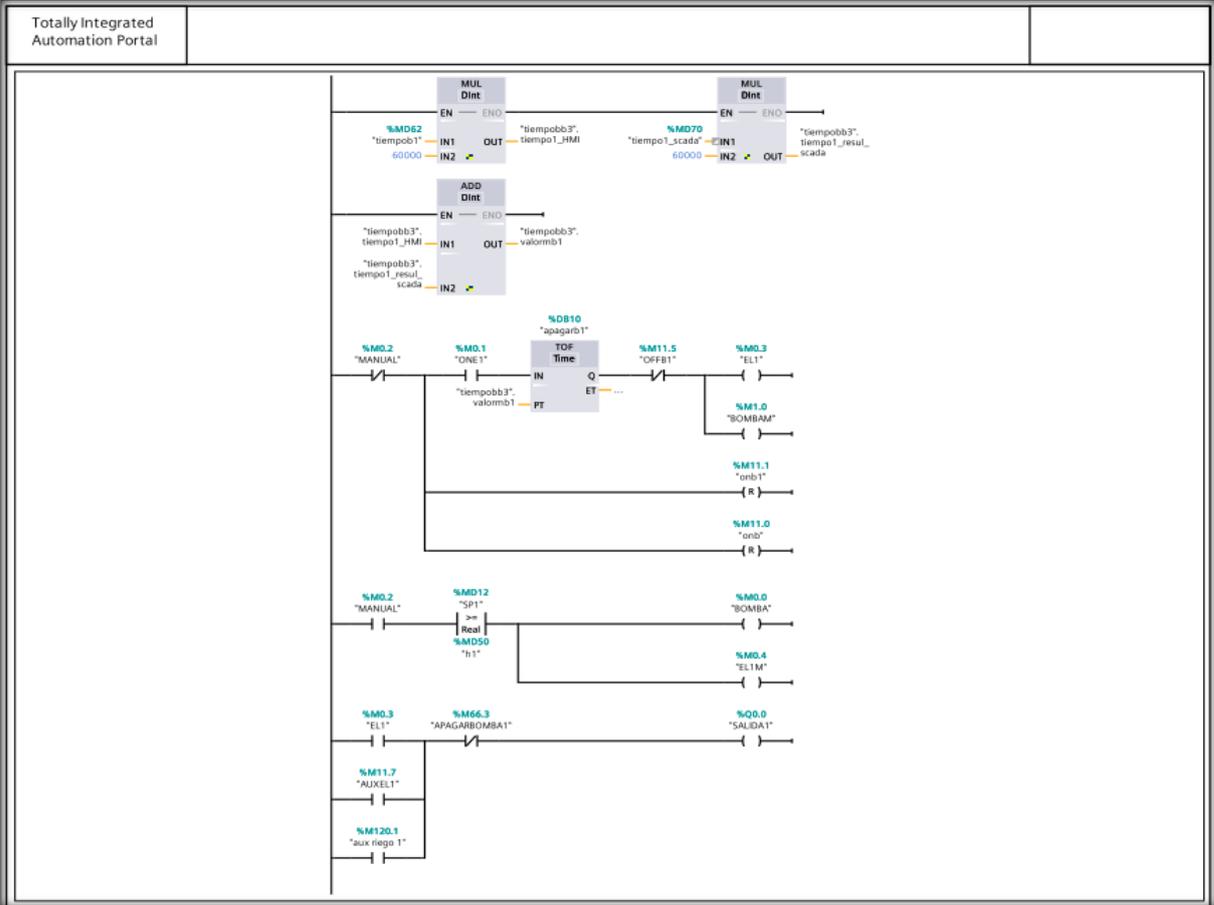
Segmento 1: LECTURA DE VARIABLES

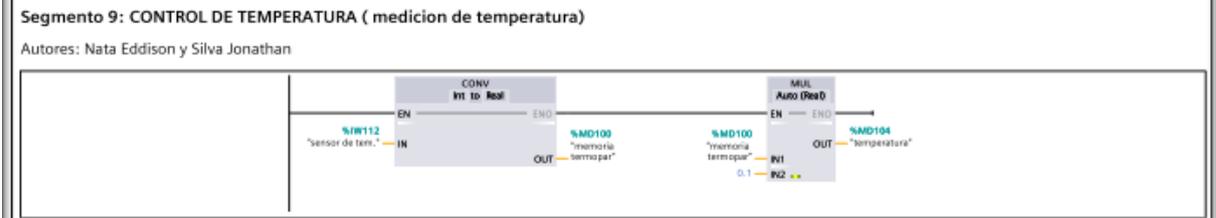
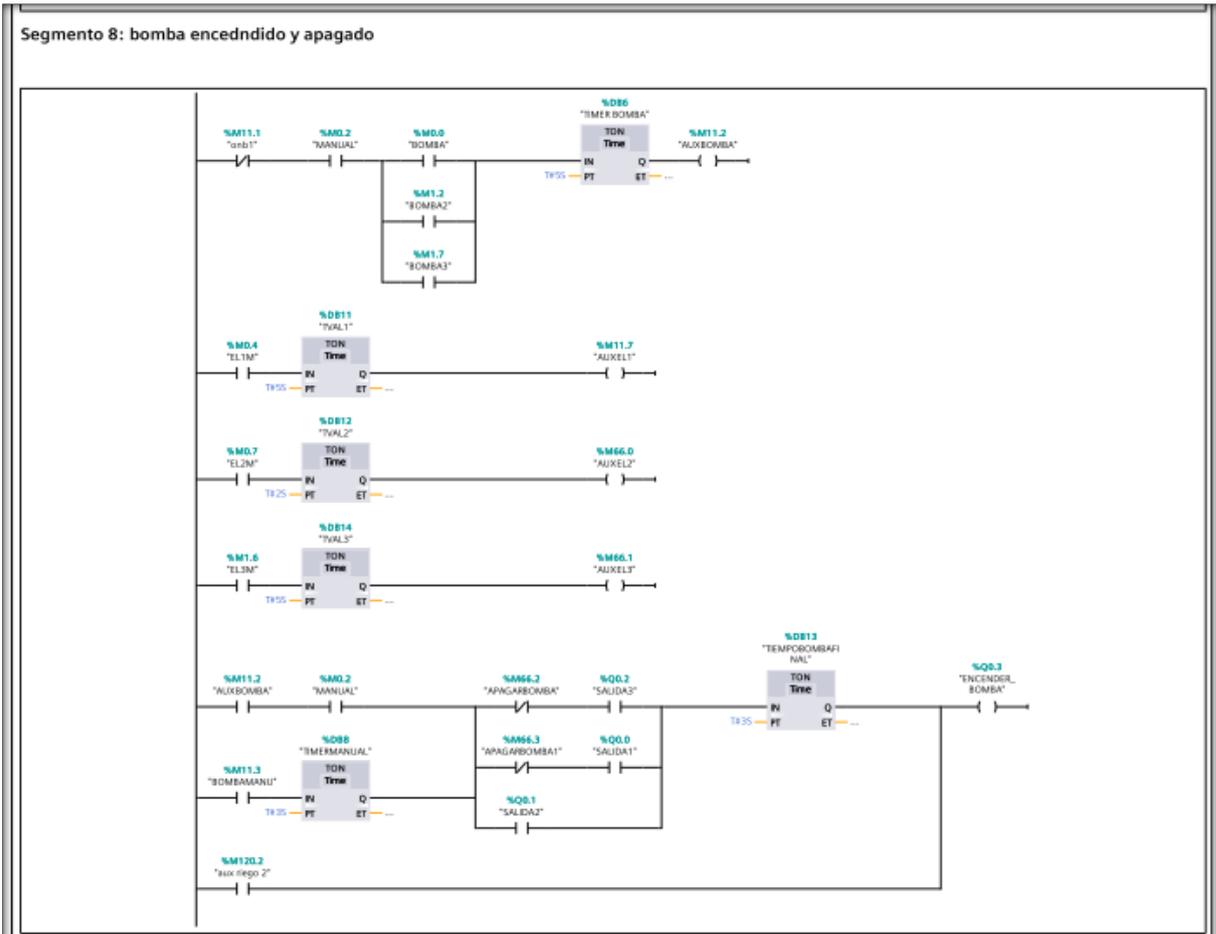
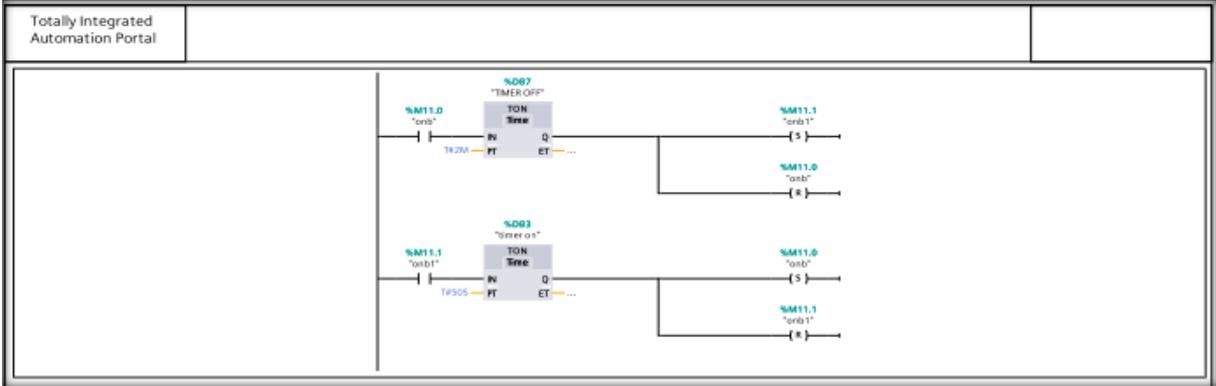


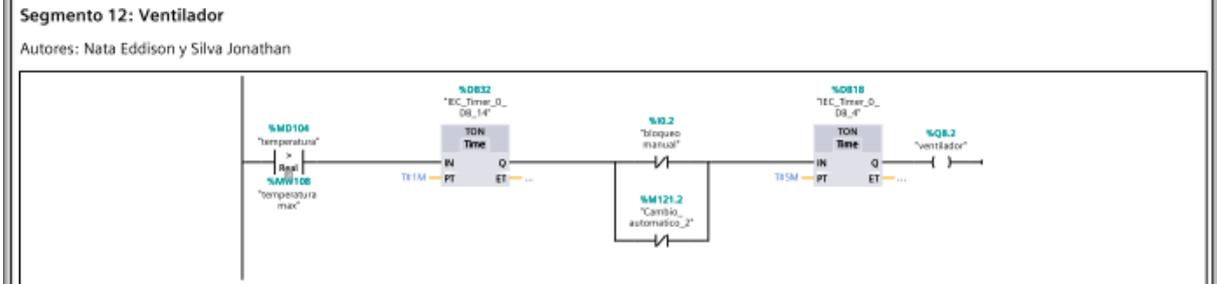
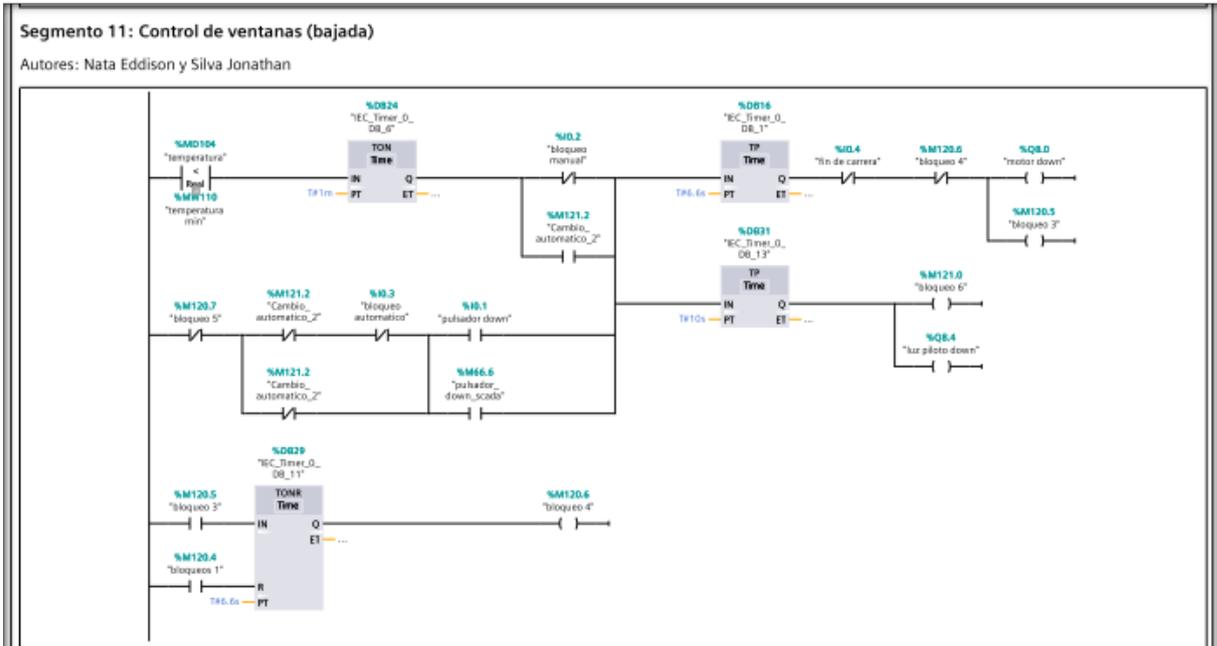
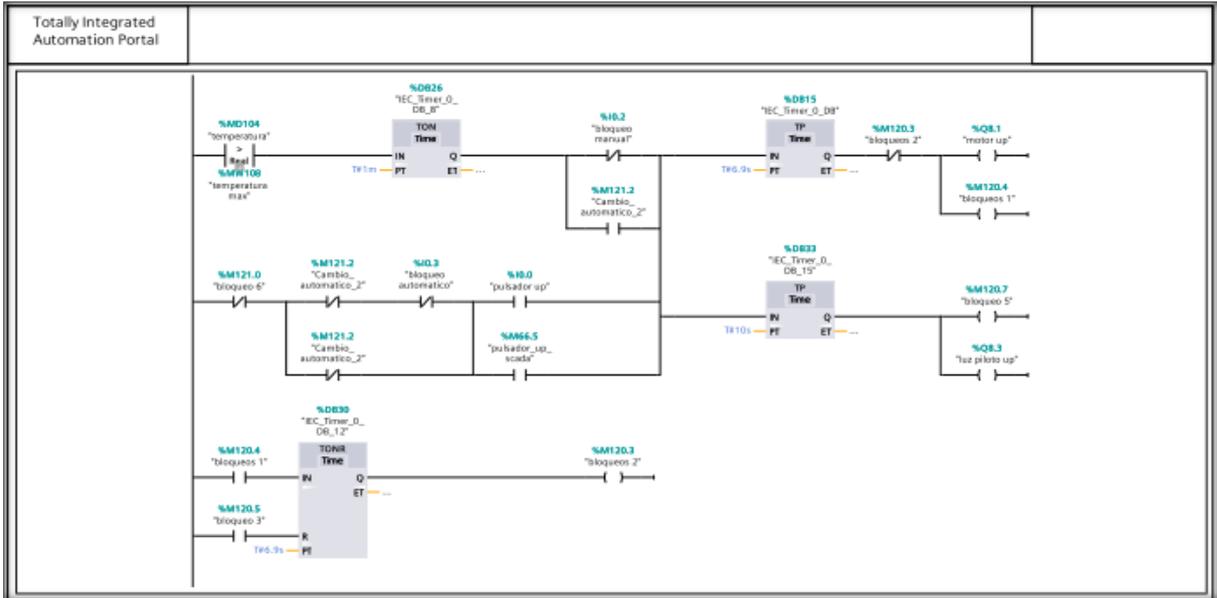
Segmento 2:

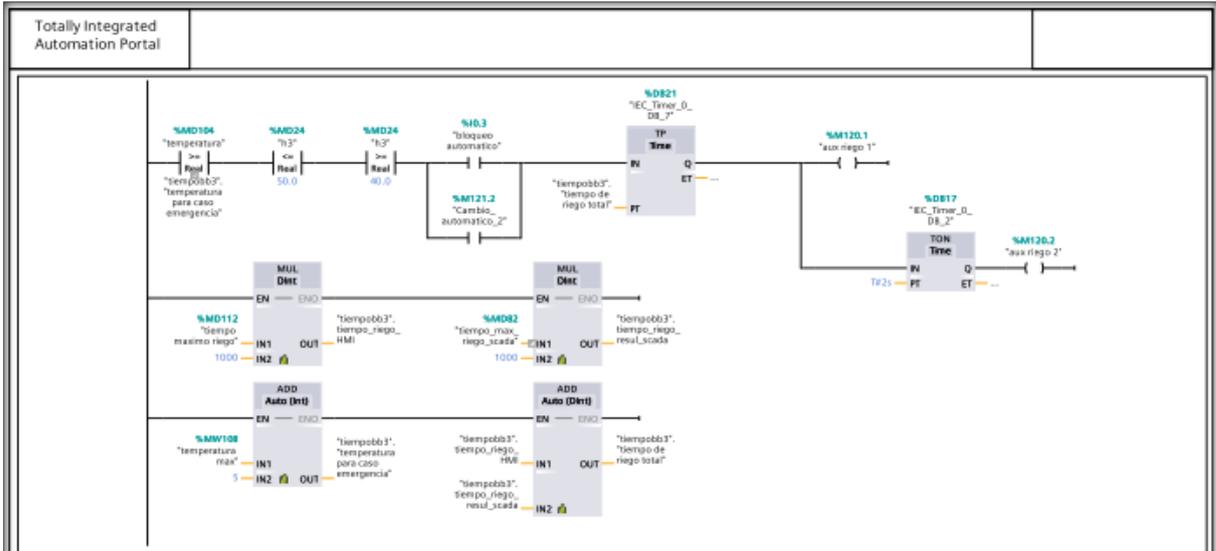


Segmento 3: ELECTROBOMBA1



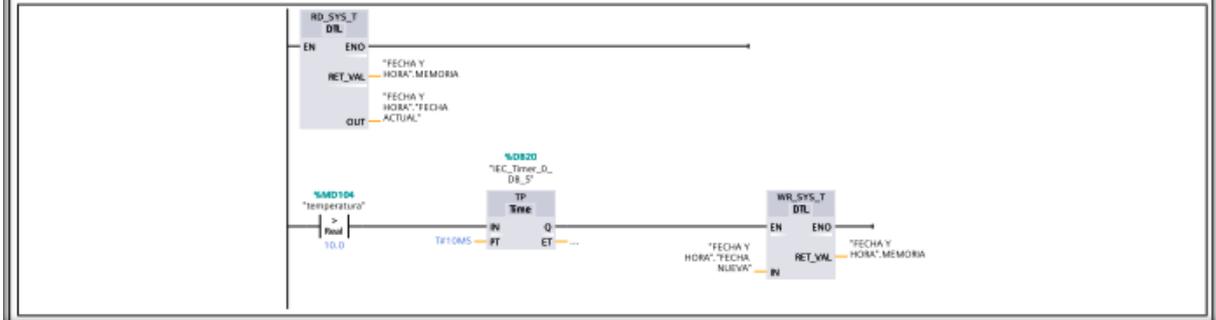






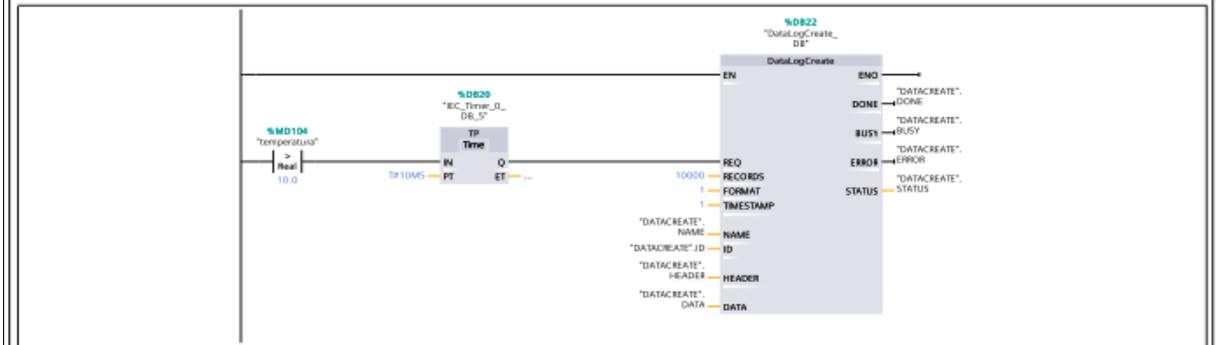
Segmento 14: cambio de hora del sistema

Autores: Nata Eddison y Silva Jonathan



Segmento 15: datalogger (registro de datos de temperatura)

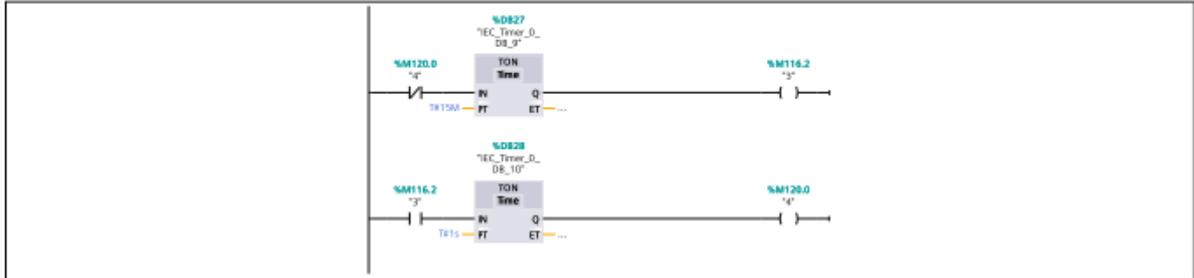
Autores: Nata Eddison y Silva Jonathan



Segmento 16: tiempo para el registro de datos (datalogger)

Autores: Nata Eddison y Silva Jonathan.....

este segmento es el tiempo que pasara para cada registro en el archivo creado por el datalogcreate, es decir guardara los datos cada (x) tiempo q determinemos en %DB7



Segmento 17: activacion para escribir en el registro de datos (datalogger)

Autores: Nata Eddison y Silva Jonathan.....

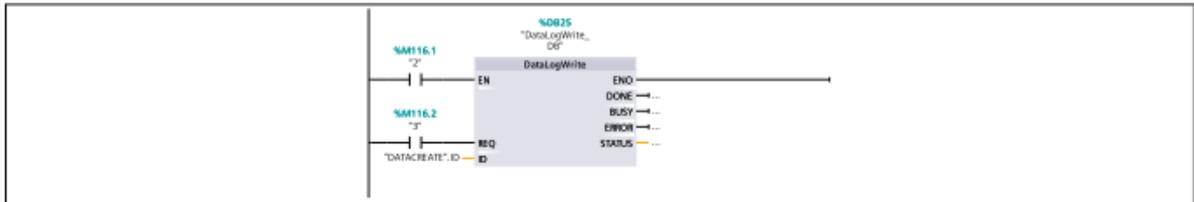
este segmento es la apertura para empezar a escribir, es decir esta bobina se activara solo si el dataloggercreate funciono correctamente y creo el archivo, caso contrario no se activara.



Segmento 18: escritura en (datalogger)

Autores: Nata Eddison y Silva Jonathan.....

este segmento es el q dara la señal para q escriba en el archivo creado, solo funcionara si el segmento 17 esta activo ya que sera el que indique que el archivo fue creado correctamente.



Segmento 19: mover la variable de escritura

Autores: Nata Eddison y Silva Jonathan.....

este segmento es el que envia el dato a guardar en el archivo creado por datalogcreate, dependiendo del numero de variables que se ingrese y datos a registrar...actualmente solo tenemos 1 variable q es la temperatura, estas variables se definen en el bloque, DATACREATE [DB23], en la opcion de header y data.



MANUAL



MANUAL DEL SISTEMA SCADA



AUTORES:

- **ALVAREZ
JORGE**
- **MOSQUERA
BRYAN**

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	4
1. CONFIGURACIÓN DEL NI OPC SERVER PARA EL PLC	4
2. CONFIGURACIÓN DEL NI OPC SERVER PARA EL SENTRON PAC 3200	5
3. COMPROBACIÓN DEL CANAL DE DATOS.	7
4. PANTALLA PRINCIPAL DEL SISTEMA SCADA.....	8
5. CONTROL MANUAL HUMEDAD.....	9
6. CONTROL AUTOMÁTICO DE HUMEDAD.....	11
7. CONTROL AUTOMÁTICO DE TEMPERATURA.	12
8. CONTROL MANUAL DE TEMPERATURA	14
9. VARIABLES DE PROCESO.....	15
10. ANALIZADOR DE ENERGÍA.	17
11. REPORTE DE CULTIVOS	18

INDICE DE IMAGENES

Imagen 1	Propiedades del dispositivo PLC	5
Imagen 2	Propiedades del dispositivo Sentron PAC-3200	6
Imagen 3	Comprobación del canal de datos	7
Imagen 4	Pantalla principal del sistema SCADA	8
Imagen 5	Pantalla principal seleccionando C. MANUAL DE HUMEDAD	9
Imagen 6	Pantalla de control manual de humedad	10
Imagen 7	Pantalla principal seleccionando C. AUTOM. DE HUMEDAD	11
Imagen 8	Pantalla del control automático de humedad.....	11
Imagen 9	Pantalla principal seleccionando C. AUTOM. DE TEMPERATURA	12
Imagen 10	Pantalla del control automático de temperatura	13
Imagen 11	Pantalla principal seleccionando C. MANUAL DE TEMPERATURA.....	14
Imagen 12	Pantalla de control manual de temperatura	14
Imagen 13	Pantalla principal seleccionando VARIABLES DE PROCESO.....	15
Imagen 14	Pantalla de visualización de las variables de proceso.....	16
Imagen 15	Pantalla principal seleccionando ANALIZADOR DE ENERGÍA	17
Imagen 16	Pantalla de inicio del analizador de energía	17
Imagen 17	Pantalla principal seleccionando el reporte de cultivos.	18
Imagen 18	Reporte de Cultivos	19

INTRODUCCIÓN

El presente manual, se realizó para conocer los procedimientos de operación del sistema SCADA para el control, monitoreo y análisis de indicadores de operación del invernadero del Campus Salache, en el cual se detalla cómo realizar cada acción de control o monitoreo, activación de la base de datos, parámetros a considerarse antes de correr el sistema.

1. CONFIGURACIÓN DEL NI OPC SERVER PARA EL PLC

El NI OPC Server, es una librería del software LabView que permite comunicación entre el sistema SCADA desarrollado en el proyecto, para ello seguimos los siguientes pasos mostrados en la tabla.

Tabla 1: Tabla de configuración del PLC con el servidor opc server

1. Nombre del canal	PLC-Siemens-Salache
2. Controlador de dispositivo	Siemens TCP/IP Ethernet
3. Adaptador de red	Por defecto
4. Siguiente	Finalizar
Una vez configurado estos parámetros procedemos a crear nuestro Subcanal	
1. Nombre del Subcanal	S7 1200-Salache
2. Modelo del dispositivo	S7 1200
3. Dirección de identificación	10.10.11.133
4. Siguiente	Finalizar

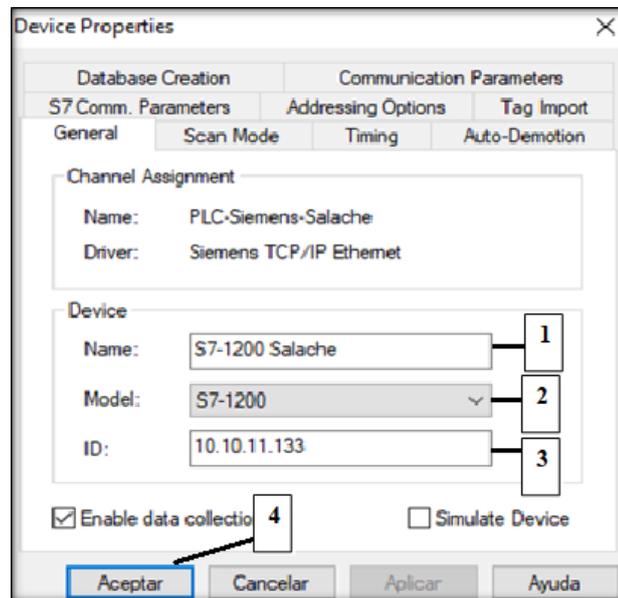


Imagen 1 Propiedades del dispositivo PLC

- 1.- Inserta el nombre del dispositivo.
- 2.- Seleccionar el modelo del dispositivo.
- 3.- Insertar la dirección de identificación.
- 4.- Presionar aceptar.

2. CONFIGURACIÓN DEL NI OPC SERVER PARA EL SENTRON PAC 3200

El NI OPC Server, es una librería del software LabView que permite comunicación entre el sistema SCADA desarrollado en el proyecto, para ello seguimos los siguientes pasos mostrados en la tabla.

Tabla 2: Tabla de configuración del Sentron Pac 3200 con el servidor opc server del Sentron PAC 3200

1. Nombre del canal	MODBUS / TCP
2. Controlador de dispositivo	Modbus TCP/IP Ethernet
3. Adaptador de red	Por defecto
4. Siguiente	Finalizar

Una vez configurado estos parámetros procedemos a crear nuestro Subcanal	
1. Nombre del Subcanal	SESTRON PAC 3200
2. Modelo del dispositivo	Modbus
3. Dirección de identificación	10.10.11.131.1
4. Des enmarcar la opción	Usar cero como base de direccionamiento
5. Seleccionar la opción	Usar el orden de bytes predeterminados por Modbus, Siguiente
6. Especificar el tamaño máximo de bloque a leer por el dispositivo	Entradas 64 bytes y salidas 64 bytes, registros 64 y Finalizar

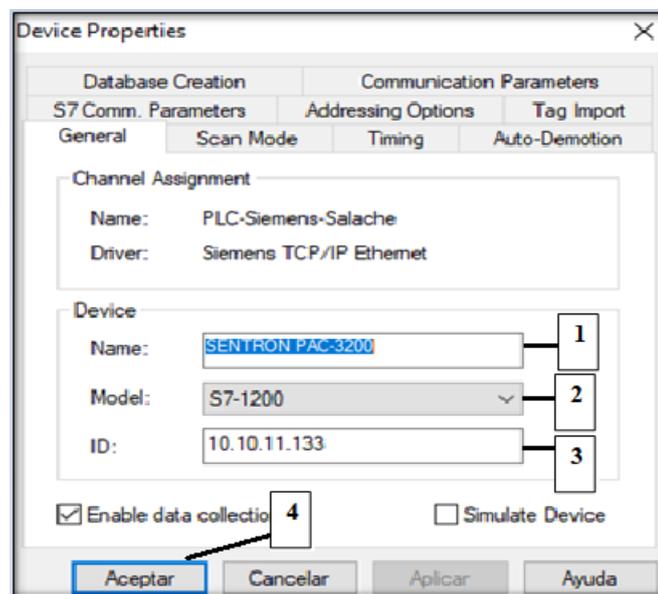


Imagen 2 Propiedades del dispositivo Sentron PAC 3200

DESPUES

- 1.- Inserta el nombre del dispositivo.
- 2.- Seleccionar el modelo del dispositivo.
- 3.- Insertar la dirección de identificación.

4.- Presionar aceptar.

Una vez que se obtuvo las configuraciones de los equipos, permite realizar el control y monitoreo del invernadero de forma remota a través del sistema SCADA.

3. COMPROBACIÓN DEL CANAL DE DATOS.

Antes de poner en funcionamiento el sistema SCADA, es necesario conocer si los equipos se encuentran en red con el canal de datos.

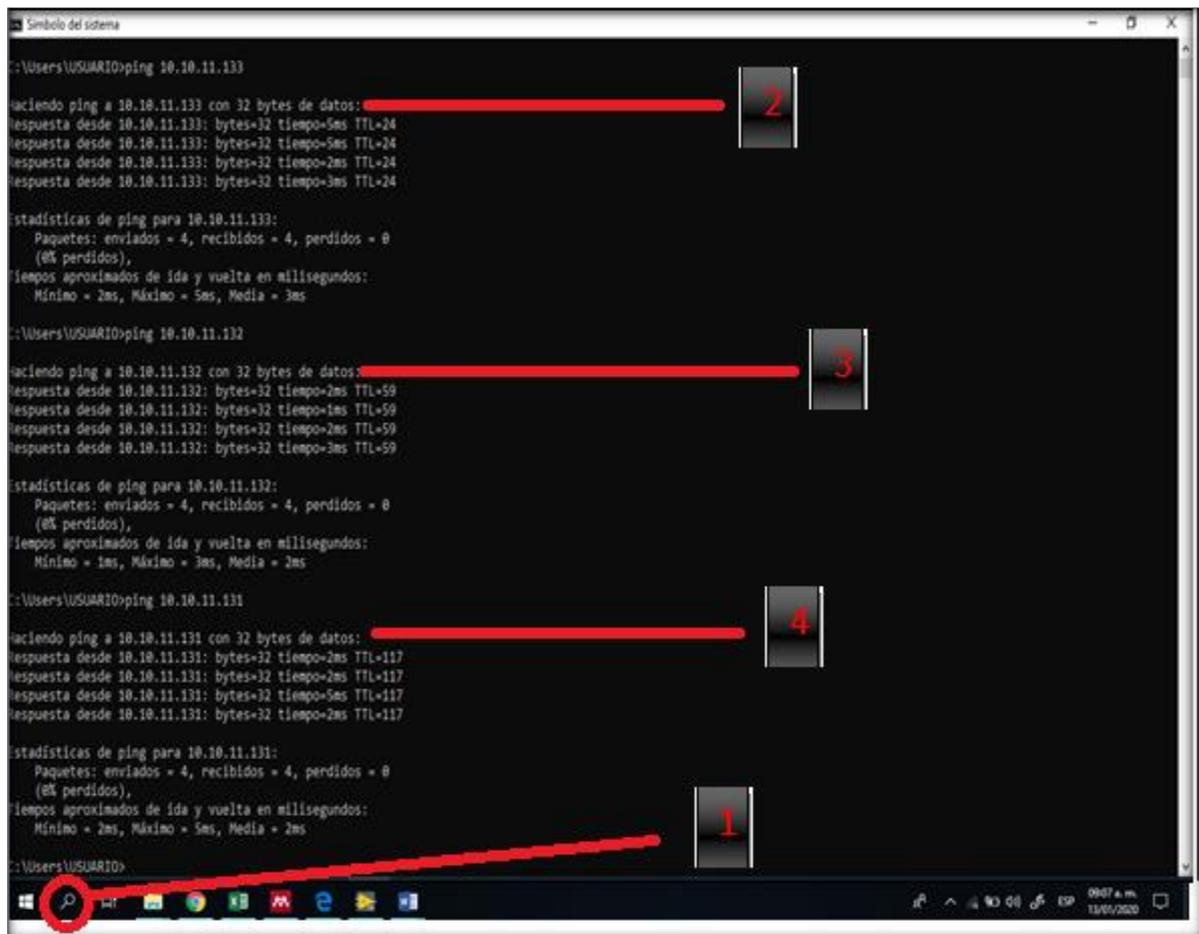


Imagen 3 Comprobación del canal de datos

Para realizar esta acción debemos seguir los siguientes pasos:

- 1.- Primero: Dar clic en el buscador de la pantalla principal de nuestro pc e ingresamos el comando cmd.
- 2.- Ingresar la palabra ping 10.10.11.133 que es el comando para verificar que el PLC se encuentra en red con el canal de datos

3.- Ingresar la palabra ping 10.10.11.132 que es el comando para verificar que el HMI, se encuentra en red con el canal de datos

4.- Ingresar la palabra ping 10.10.11.131 que es el comando para verificar que el SENTRON PAC 3200 se encuentra en red con el canal de datos.

4. PANTALLA PRINCIPAL DEL SISTEMA SCADA

Al ingresar al programa aparecerá el panel principal del sistema SCADA en él se debe realizar los siguientes pasos:



Imagen 4 Pantalla principal del sistema SCADA

Pasos

- 1.- Presionar en la flecha para poder realizar las diferentes acciones que se desee realizar.
- 2.- Control manual de humedad, se encarga del encendido y apagado de las electroválvulas de manera manual y la medición de la humedad del suelo dentro del invernadero.
- 3.- Control automático de humedad, se encarga del encendido y apagado de las electroválvulas de manera automática dependiendo de los rangos de humedad establecidos.
- 4.- Variables de proceso, se encarga de interpretar de manera gráfica el comportamiento de las variables climatológicas tanto de humedad como de temperatura dentro del invernadero.

- 5.- Control automático de temperatura, se encarga de subir o bajar las cortinas dependiendo de los rangos de temperatura establecidos, también de la ventilación forzada y en caso de emergencia de la misma.
- 6.- Control manual de temperatura, se encarga de subir o bajar las cortinas de acuerdo a la necesidad que se presente de manera manual.
- 7.- Analizador de energía, muestra los valores de los indicadores de operación del invernadero.
- 8.- Reporte de cultivos, nos sirve para conocer el consumo de energía, agua y fertilizante el mismo que también calcula el valor a pagar por cada consumo.
- 9.- Activar Base De Datos, se lo utiliza para cuando deseemos que nuestro sistema empiece a realizar un registro de datos, mismo que se creara en una hoja de Excel.
- 10.- Close, utilizado para cerrar el sistema.

5.- CONTROL MANUAL HUMEDAD.



Imagen 5 Pantalla principal seleccionando C. MANUAL DE HUMEDAD

Para ingresar al control manual de humedad presionar el botón **C. MANUAL DE HUMEDAD (2)** mismo que dirigirá a la siguiente pantalla



Imagen 6 Pantalla de control manual de humedad

Pasos

- a.- En este recuadro se inserta el tiempo el cual va a permanecer encendido las bombas de agua para el riego
- b.- Al presionar este botón se enciende el sistema de riego
- c.- al presionar este botón el sistema de riego se apaga.
- d.- La siguiente luz es la que indica si el sistema de riego esta encendido o apagado.
- e.- En el siguiente recuadro se observa el porcentaje de humedad medido a través de los sensores.
- f.- Al presionar este botón INICIO, regresa al panel principal del sistema SCADA.

6. CONTROL AUTOMÁTICO DE HUMEDAD.



Imagen 7 Pantalla principal seleccionando C. AUTOM. DE HUMEDAD

Para ingresar al control automático de humedad se presiona el botón **C. AUTOM. DE HUMEDAD (3)** mismo que dirigirá a la siguiente pantalla.



Imagen 8 Pantalla del control automático de humedad

Pasos

a.- Al presionar este botón se enciende el control automático del sistema.

b.- En el siguiente recuadro insertar el rango de humedad en el que debe encontrarse el invernadero caso contrario se enciende el sistema de riego.

c.- En el siguiente recuadro se observa el porcentaje de humedad medido a través de los sensores.

d.- La siguiente luz indica si el sistema de riego esta encendido o apagado.

e.- Al presionar este botón el sistema de riego se apaga.

f.- Al presionar este botón, regresa al panel principal del sistema SCADA.

7. CONTROL AUTOMÁTICO DE TEMPERATURA.

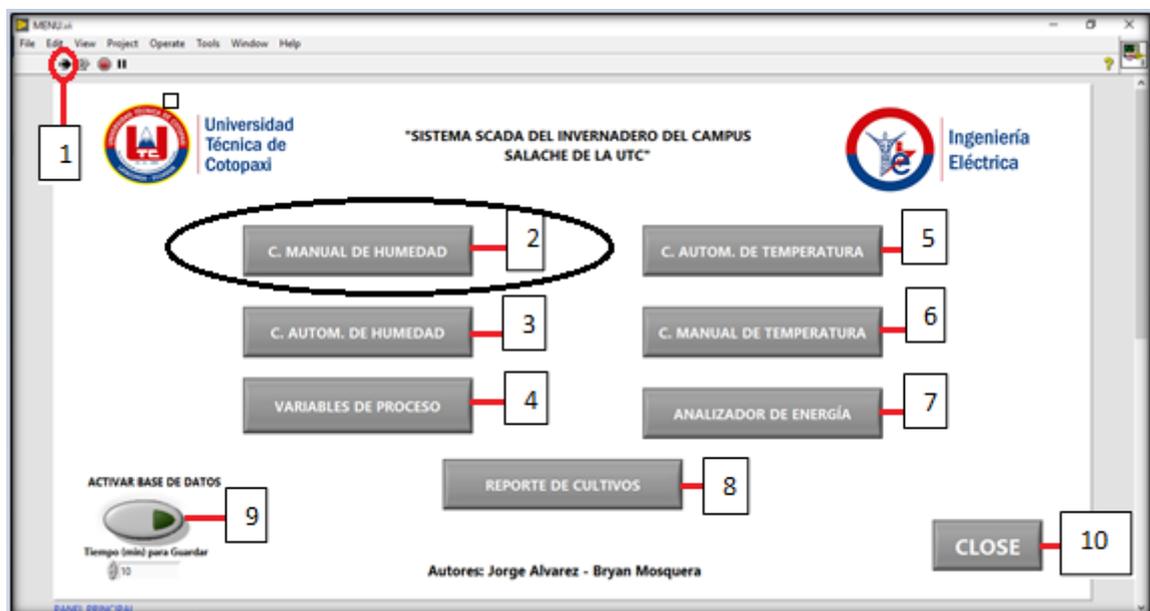


Imagen 9 Pantalla principal seleccionando C. AUTOM. DE TEMPERATURA

Para ingresar al control automático de temperatura presionamos el botón número **C. AUTOM. DE TEMPERATURA (5)** mismo que dirigirá a la siguiente pantalla.

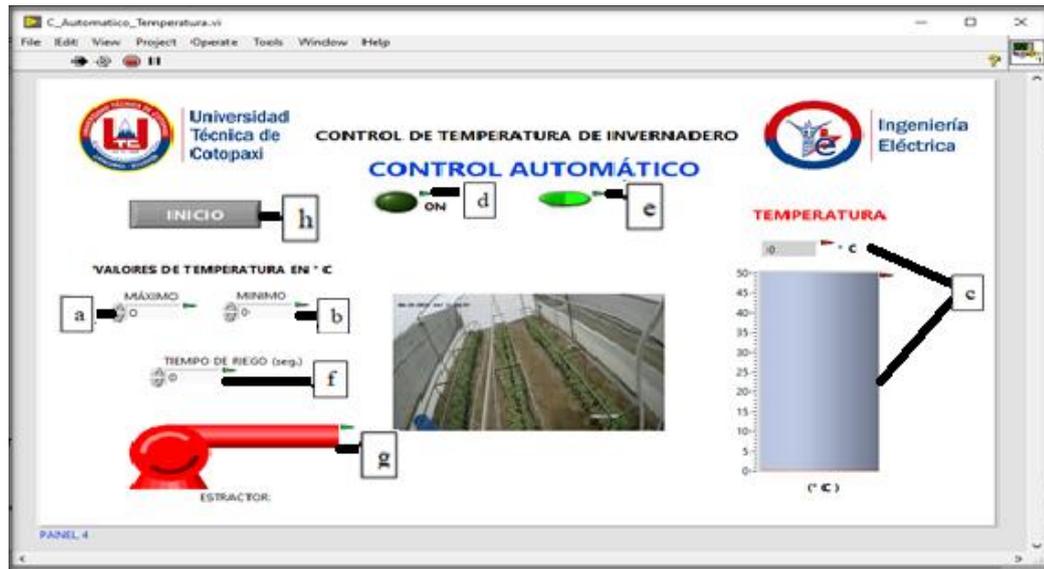


Imagen 10 Pantalla del control automático de temperatura

Pasos

- a.-** En el siguiente recuadro insertar el valor de temperatura máximo al que se puede someter el invernadero, el valor dependerá de la semilla que se vaya a cultivar, que generalmente no debe exceder de 30° C.
- b.-** En el siguiente recuadro insertar el valor de temperatura mínimo al cual puede estar sometido el invernadero, el valor dependerá de la semilla que se vaya a cultivar, rango ideal de 18° C.
- c.-** Los siguientes recuadros representan la temperatura a la que se encuentra sometido el invernadero medidas con el sensor.
- d.-** La luz indica si el sistema se encuentra encendido (on).
- e.-** El botón sirve para seleccionar el modo automático
- f.-** En el siguiente recuadro ingresar el tiempo que va a funcionar el sistema de riego, esto en caso de emergencia y que se necesite realizar una nebulización.
- g.-** Indica que el extractor de aire forzado esta encendido o apagado.
- h.-** Al presionar este botón, regresa al panel principal del sistema SCADA.

8. CONTROL MANUAL DE TEMPERATURA

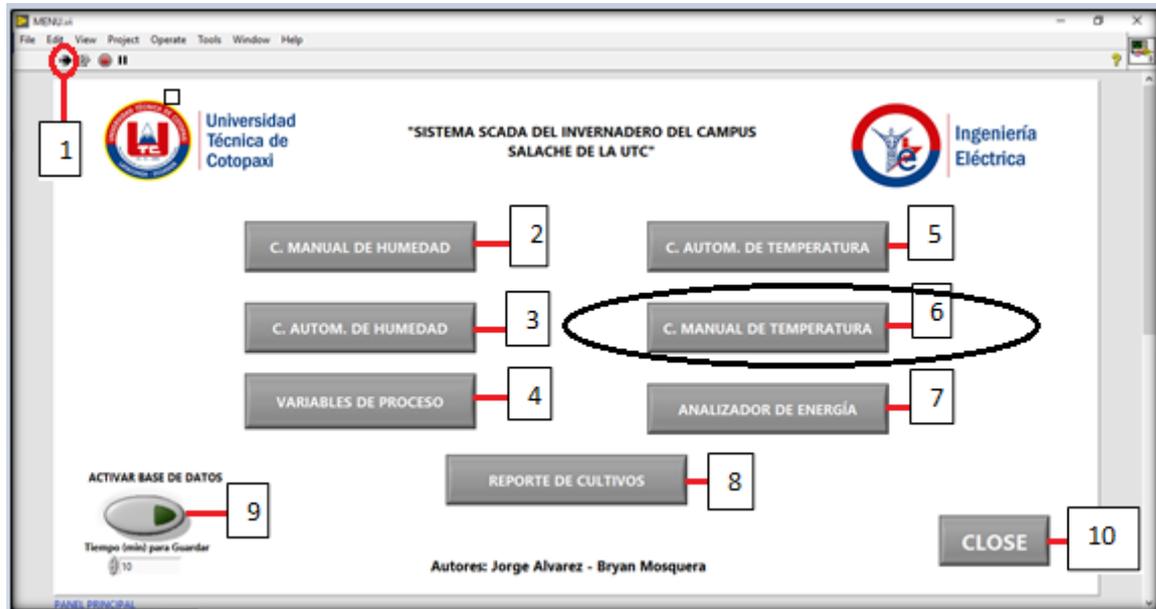


Imagen 11 Pantalla principal seleccionando C. MANUAL DE TEMPERATURA

Para ingresar al control manual de temperatura presionamos el botón **C. MANUAL DE TEMPERATURA (6)** mismo que dirigirá a la siguiente pantalla.

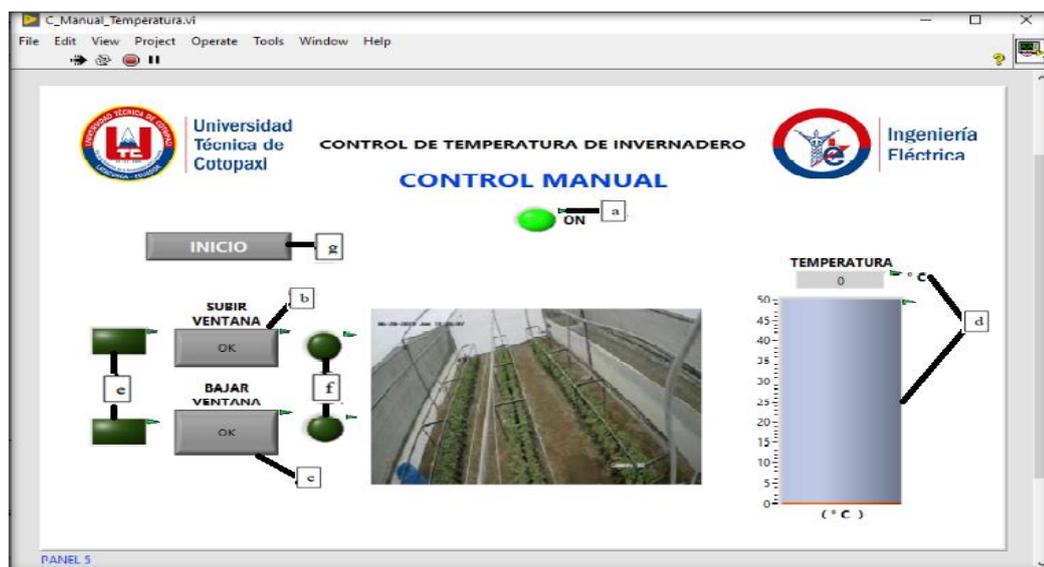


Imagen 12 Pantalla de control manual de temperatura

Pasos

- a.- Las luz indica si el sistema se encuentra activado (on)
- b.- Al presionar el botón las cortinas empezaran a subir, se debe esperar que las cortinas estén completamente arriba para poder ejecutar otra acción.

c.- Al presionar el botón las cortinas empezaran a bajar, hay que esperar que las cortinas se encuentren totalmente abajo para ejecutar otra acción.

d.- Los siguientes recuadros representan la temperatura a la que se encuentra sometido el invernadero medidas con el sensor.

e.- Las siguientes luces indican la posición de las cortinas (arriba) o (abajo)

f.- Es una luz indicadora que muestra que el motor de las cortinas está en marcha, se encenderá cuando se presione el botón de subir o bajar cortina.

g.- Al presionar este botón, regresa al panel principal del sistema SCADA.

9. VARIABLES DE PROCESO



Imagen 13 Pantalla principal seleccionando VARIABLES DE PROCESO

Para ingresar a la visualización de las variables de proceso presionar el botón **VARIABLES DE PROCESO (4)** mismo que dirigirá a la siguiente pantalla

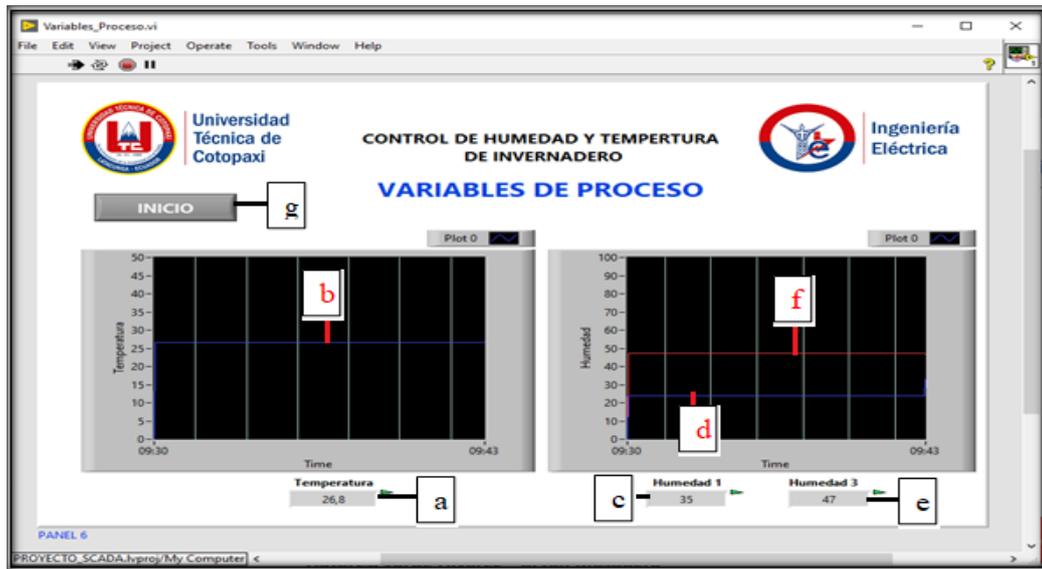


Imagen 14 Pantalla de visualización de las variables de proceso

Pasos

- a.- En este recuadro se observa el porcentaje de la temperatura dentro del invernadero
- b.- En este osciloscopio se observa la gráfica de la temperatura.
- c.- En este recuadro se observa el porcentaje de humedad en la hilera 1 del invernadero.
- d.- Es la representación gráfica del porcentaje de humedad dentro de la hilera 1
- e.- En este recuadro se observa el porcentaje de humedad en la hilera 3 del invernadero.
- f.- Es la representación gráfica del porcentaje de humedad dentro de la hilera 3
- g.- Al presionar este botón, regresa al panel principal del sistema SCADA.

10. ANALIZADOR DE ENERGÍA.



Imagen 15 Pantalla principal seleccionando ANALIZADOR DE ENERGÍA

Para ingresar al analizador de energía, presionar el botón **ANALIZADOR DE ENERGÍA (7)** mismo que dirigirá a la siguiente pantalla

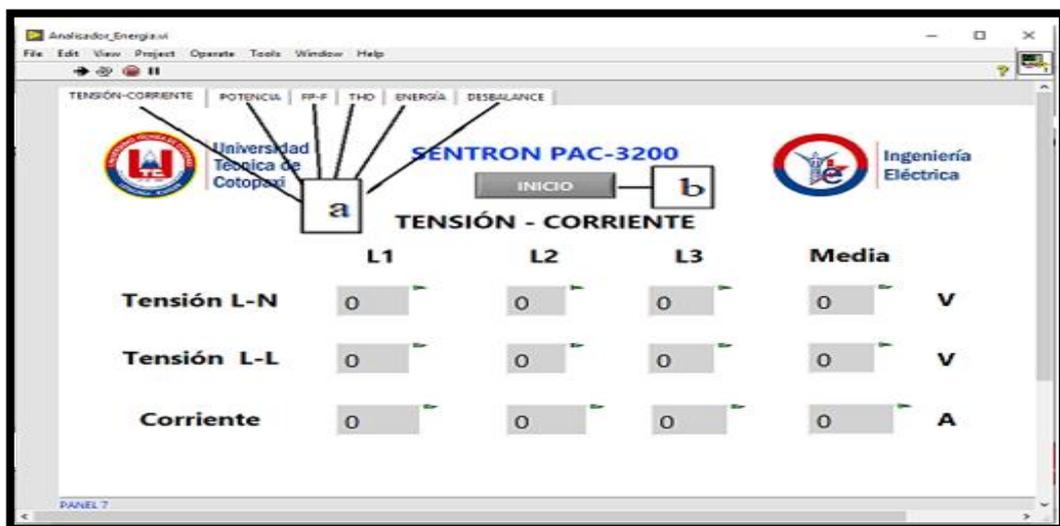


Imagen 16 Pantalla de inicio del analizador de energía

a.- Se puede seleccionar cada una de las ventanas que se desee conocer los parámetros eléctricos ya sea corriente, voltaje, potencia, y energía, estos datos se los recibe directamente del SENTRON PAC 3200 y están medidos en tiempo real.

b.- Al presionar este botón, regresa al panel principal del sistema SCADA.

11. REPORTE DE CULTIVOS



Imagen 17 Pantalla principal seleccionando el reporte de cultivos

Para ingresar al analizador de energía presionar el botón **REPORTE DE CULTIVOS (8)** mismo que dirigirá a la siguiente pantalla.

REPORTE

INICIO

NOMBRE: Jorge Alvarez a
N.-CÉDULA: 0503917809
FECHA INICIAL: 10/04/2018 3/3/2020 b **FECHA FINAL:** 10/04/2018 3/3/2020
TIPOS DE ESPECIE: Quínua N.- DE PLANTAS INICIAL: 100
TIPO DE FERTILIZANTE: Compuesto N.- DE PLANTAS GERMINADAS: 200
CANTIDAD DE FERTILIZANTE: 50 LL. CANTIDAD DE AGUA: 500 LL.

CONSUMO DE ENERGÍA

INGRESAR RANGO DE MUESTRAS: 2 100 **CARGAR** c

CONSUMO:	COSTO \$:	COSTO CONSUMO:	COSTO POR PLANTA:
kWh: 11,84	0,05	0,9474 /\$	0,003509 \$/planta
varh: 0,8258		0,06607 /\$	0,0002447 \$/planta
VAh: 25,62		2,049 /\$	0,00759 \$/planta

CONSUMO DE AGUA POR PLANTA: 1,852 e
CONSUMO DE FERTILIZANTE POR PLANTA: 0,1852 f

COSTO \$:	COSTO POR PLANTA:
0,05	0,09259 \$/LL.
0,6	0,1111 \$/LL.

COSTO DE AGUA: 0,05 g
COSTO DE FERTILIZANTE: 0,6

COSTO TOTAL: 55,95 \$ 0,2072 \$/planta

OBSERVACIÓN: Ninguna h

CREAR

Imagen 18 Reporte de Cultivos

Pasos para utilizar el reporte de cultivos

- a.- Se debe llenar todos los datos necesarios de manera manual, como es nombre, numero de cedula, fecha inicial y final, tipo de semilla, tipo de fertilizante, cantidad de fertilizante, agua, cantidad de agua, número de plantas iniciales y número de plantas procesadas.
- b.- En el rango de muestras ingresar el número de las filas que corresponde desde la fecha inicial y la fecha final que se realizara el registro.
- c.- Pulsar el botón cargar y seleccionar el archivo energías de nuestra base de datos.
- d.- En este botón insertar el costo por kW/h.
- e.- En este botón insertar el costo del agua por cada litro.

f.- En este botón debemos el costo del fertilizante por cada litro.

g.- Redactar si existe algún tipo de observación.

h.- Finalmente pulsar el botón crear, mismo que guardara en una hoja de Excel, el reporte del cultivo, realizado el respectivo cálculo de consumo de los indicadores de operación.