



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

PROPUESTA TECNOLÓGICA

**SISTEMA DE MONITOREO DE TEMPERATURA, HUMEDAD Y
CONTROL DE AGUA PARA CULTIVOS DEL INVERNADERO N°2 DEL
CAMPUS SALACHE.**

Proyecto de Titulación presentado-previa a la obtención del Título de Ingeniero
Eléctrico en Sistemas Eléctricos de Potencia

Autores:

Chango Ortiz Rolando Rigoberto

Llanez Iñiguez Richard Jeisson

Tutor:

Ing. Rommel Eusebio Suárez Vinueza. MSc.

LATACUNGA – ECUADOR

Marzo 2021



Universidad
Técnica de
Cotopaxi

DECLARACIÓN DE AUTORÍA



Ingeniería
Eléctrica

Los postulantes, Chango Ortiz Rolando Rigoberto y Llanez Iñiguez Richard Jeisson declaran ser autores de la presente Propuesta Tecnológica: **“SISTEMA DE MONITOREO DE TEMPERATURA, HUMEDAD Y CONTROL DE AGUA PARA CULTIVOS DEL INVERNADERO N°2 DEL CAMPUS SALACHE”**, siendo el Ing. Rommel Eusebio Suárez Vinueza. MSc., tutor del presente trabajo; se excluye expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, se certifica que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de exclusiva autoría.

Latacunga, marzo 2021.

Chango Ortiz Rolando Rigoberto

CC: 180521172-7

Richard Jeisson Llanez Iñiguez

CC: 190080656-1



Universidad
Técnica de
Cotopaxi



Ingeniería
Eléctrica

AVAL DEL TUTOR DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA

En calidad de Director del Trabajo de Investigación sobre el título: “**SISTEMA DE MONITOREO DE TEMPERATURA, HUMEDAD Y CONTROL DE AGUA PARA CULTIVOS DEL INVERNADERO N°2 DEL CAMPUS SALACHE**”, del Sr Chango Ortiz Rolando Rigoberto y el Sr. Jeisson Richard Llanez Iñiguez, de la carrera de Ingeniería Eléctrica, considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Honorable Consejo Académico de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, marzo 2021.

TUTOR

Ing. Rommel Eusebio Suárez Vinueza. MSc

CC: 180416535-3



Universidad
Técnica de
Cotopaxi



Ingeniería
Eléctrica

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 Cotopaxi, y por la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas; por cuanto, los postulantes: Chango Ortiz Rolando Rigoberto y Jeisson Richard Llenez Iñiguez con el título de Proyecto de Investigación: “**SISTEMA DE MONITOREO DE TEMPERATURA, HUMEDAD Y CONTROL DE AGUA PARA CULTIVOS DEL INVERNADERO N°2 DEL CAMPUS SALACHE**”, han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Sustentación del Proyecto.

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

Latacunga, marzo 2021.

Para constancia firman:

Lector 1 (Presidente)

PhD. Secundino Marrero Ramírez

CC: 180416535-3

Lector 2

Ing. Marco Aníbal León Segovia. MSc.

CC: 050230540-2

Lector 3

Ing. Jimmy Xavier Toaza Iza MSc.

CC: 171762106-2



Universidad
Técnica de
Cotopaxi



Ingeniería
Eléctrica

AVAL DE IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA

Latacunga, marzo 2021

PhD. Secundino Marrero

DIRECTOR DE LA CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA EN SEP

Facultad de Ciencia de Ingeniería Aplicadas

Universidad Técnica Cotopaxi

Ciudad. -

Quien suscribe, en calidad de Director de la Carrera de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Técnica de Cotopaxi, CERTIFICO que los postulantes Chango Ortiz Rolando Rigoberto con C.C. 1805211727 y Richard Jeisson Llenez Iñiguez con C.C. 190080656-1, implementaron en las instalaciones de la institución del campus Salache el proyecto de propuesta tecnológica titulado: **“SISTEMA DE MONITOREO DE TEMPERATURA, HUMEDAD Y CONTROL DE AGUA PARA CULTIVOS DEL INVERNADERO N°2 DEL CAMPUS SALACHE”**. En la ejecución de dicho proyecto los Sres. demostraron habilidades y conocimientos en su especialidad; así también generaron resultados que les serán de gran utilidad al área de electricidad, por cuanto se enfocaron en solucionar problemas inherentes al monitoreo de la calidad de energía.

Durante su trabajo los Sres. en mención se hicieron acreedores de nuestra confianza por la responsabilidad, honestidad y profesionalismo demostrado.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo a los interesados dar uso a este documento como estimen conveniente.

Atentamente;

Ing. Secundino Marrero Ramírez. PhD.
C.C: 175710790-7

AGRADECIMIENTO

Ante todo, a DIOS gracias por darme la suficiente lucidez, inteligencia y perseverancia para lograr la meta propuesta, agradezco de una forma especial e infinita a mi Madre y a mi Padre que con su esfuerzo y dedicación me ayudaron a culminar mi carrera universitaria y me dieron el apoyo suficiente para no decaer cuando todo parecía complicado e imposible.

A la universidad TÉCNICA DE COTOPAXI y maestros de gran sabiduría por transmitirme sus conocimientos y dedicación que los ha regido.

Rolando Rigoberto

AGRADECIMIENTO

Primero a Dios por guiarme a lo largo de mi carrera, por ser mi luz y fortaleza en momentos de debilidad y por darme una vida colmada de aprendizajes, experiencias y mucha prosperidad.

Le doy gracias a mi hermana Nancy, a mis padres Hernán y Patricia, a mis hermanos y familiares por apoyarme en todo momento, por los valores que me inculcaron desde pequeño, y por estar pendiente a cada momento.

A Janeth, por haberme apoyado en cada momento, por darme la fuerza para salir adelante y sobre todo por su paciencia y amor incondicional.

A todos mis amigos en especial a Danny, Andrea, Cristian, que me apoyaron desde el principio y nunca dejaron de confiar en mí.

Richard Jeisson

DEDICATORIA

A Dios, por siempre brindarme pruebas para desarrollar mis habilidades, a mi familia por los momentos difíciles que me han enseñado a valorarlos cada día más. A mis padres por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad, mucho de mis logros se los debo a ustedes entre los que se incluye éste. Me formaron con reglas y con algunas libertades, pero al final de cuentas, me motivaron constantemente para alcanzar mis anhelos.

Rolando Rigoberto

DEDICATORIA

Mi tesis la dedico principalmente a mi hermana, quien me brindó su apoyo desde el principio, me alentó a seguir adelante y a luchar por mis metas es por ella que he llegado tan lejos.

Quiero además dedicar esta tesis a mi familia por confiar en mí, que a pesar de los inconvenientes han estado ahí siempre.

Por ultimo quiero dedicar la tesis a Janeth, quien nunca ha dejado de confiar en mí y que sin duda es y será un pilar fundamental en mi vida.

Richard Jeisson

ÍNDICE GENERAL

Contenido	Pág.
DECLARACIÓN DE AUTORÍA	ii
AVAL DEL TUTOR DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN.....	iv
AVAL DE IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA.....	v
AGRADECIMIENTO	vi
AGRADECIMIENTO	vii
DEDICATORIA.....	viii
DEDICATORIA.....	ix
ÍNDICE DE TABLAS	xiii
RESUMEN	xvi
ABSTRACT	xvii
AVAL DE TRADUCCIÓN.....	xviii
1. INFORMACIÓN GENERAL.....	1
2. DISEÑO INVESTIGATIVO DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA.....	2
2.1 Título de la propuesta tecnológica.....	2
2.2 Tipo de alcance.....	2
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 problemática y problema	4
2.6.1 Situación problemática	4
2.6.2. Problema.....	5
2.7 Hipótesis	5
2.8 Objetivos.....	5
2.8.1 Objetivo general	5
2.8.2 Objetivos específicos.....	5
2.9 Descripción de las actividades y tareas propuestas con los objetivos establecidos.....	6
3. MARCO TEÓRICO	7
3.1 Antecedentes de la investigación.....	7
3.2. Marco referencial.....	9
3. 2.1 Sistema de medida	9
3.2.1.1 Sistemas.....	9

3.2.2 Sistema de monitoreo	17
3.2.2.1 Sistemas de monitores aplicados	17
3.2.2.2 Elementos que se aplicaron en la investigación	19
3.2.2.3 Topologías de redes	23
3.2.2.4 Componentes del sistema de monitoreo	24
3.3. Sistema de monitoreo de temperatura	25
3.3.1 Humedad relativa.....	25
3.3.2 Iluminación.....	26
3.3.3 CO2.....	26
3.3.5 Trasmisión de datos del sistema de riego	26
3.4. Sistema de riego.....	27
3.4.1. Sistema de riego por goteo	28
3.4.2 Sistema de riego programado	28
3.4.3 Sistema de riego automático.....	28
3.4.5 Sistema de riego por nebulización.....	29
3.4.6 Tubería para el sistema de riego	30
4. METODOLOGÍA.....	30
4.1. Tipo de investigación.....	30
4.1.1. Investigación Descriptiva	30
4.1.2. Investigación de campo	30
4.1.3. Investigación experimental.....	30
4.2. Métodos de investigación	30
4.2.1. Método Analítico.....	30
4.2.2. Método de medición	31
4.3. Técnicas e instrumentación	31
4.3.1 Comunicación punto a punto.....	31
4.3.2 Software LabView	31
4.3.3 Software.....	31
4.3.4 HMI.....	31
4.3.5 Equipos	31
4.3.6 Multímetro	31
4.3.7 Motores	31
4.3.8 Sensores de humedad y temperatura.....	32
4.3.9 Medidor Sentron PAC 2200	32
4.3.10 TIA PORTAL.....	32
5. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	33
5.1 Diagrama de bloques.	34

5.2 Rango de humedad.	34
5.3 Rango de Temperatura.....	35
5.4 Dimensionamiento de las bombas de agua.....	35
5.5 Selección del Breaker	36
5.6 Dimensionamiento del contactor.	36
5.7 Selección del PLC	37
5.8 Dimensionamiento del Relé Térmico	38
5.9 Características de la pantalla HMI KTP400 4"	39
5.10 Programación en el TIA PORTAL.....	41
5.11. Programación de la Pantalla HMI	44
5.12 Curva de humedad vs tiempo	47
6. Presupuesto y análisis de impacto	48
6.1. Listado de materiales	48
6.2. Presupuesto total del sistema.....	50
6.3 Calculo del VAN y el TIR.....	50
6.4 Análisis de impactos.....	51
6.4.1 Impacto técnico.....	51
6.4.2 Impacto social.....	51
6.4.3 Impacto ambiental	52
6.4.3 Impacto económico.....	52
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	52
7.1. CONCLUSIONES	52
7.2. RECOMENDACIONES	53
8. BIBLIOGRAFÍA	53
9. ANEXOS	56
Manual de usuario	74

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 3.1: Estructura de un sistema de medidas y control	9
Figura 3.2: Sensor de humedad	10
Figura 3.3: Arquitectura del sistema de monitoreo	17
Figura 3.4: SENTRON PAC 2200	19
Figura 3.5: Pantalla simatic HMI KTP 400.....	20
Figura 3.6: SIMATIC IOT 2020.....	21
Figura 3.7: PLC y sistema para control de riego automatizado del invernadero.....	21
Figura 3.8: Módulo estación remota.....	27
Figura 3.9: Conexión de entradas PCL.....	28
Figura 3.10: Conexión de salidas PCL y conexión de EV1 y EV2 que son las electroválvulas marca Nelson y EV3 es la electroválvula	29
Figura 5.1: Diagrama de Bloques	34
Figura 5.2: Datos de la placa de las bombas centrífugas	36
Figura 5.3: Contactor	37
Figura 5.4: Relé Térmico.....	38
Figura 5.5: Plano de Esquema de Control Automático y Manual	40
Figura 5.1: Segmento 1 programación – sensores de humedad IOT.....	41
Figura 5.2: Segmento 1 programación – sensores de temperatura IOT	41
Figura 5.3: Segmento 3 de la programación – Acondicionamiento de la señal de humedad...	41
Figura 5.4: Segmento 4 de la programación – Arranques de bomba 1	42
Figura 5.5: Segmento 5 de la programación – Arranques de bomba 2	42
Figura 5.6: Segmento 4 - "MARCA" cuando la humedad 1 es menor o igual al 25%	43
Figura 5.7: Segmento 5 "MARCA" cuando la humedad 1 es mayor o igual al 85%	43
Figura 5.8: Pantalla principal HMI.....	44
Figura 5.9: Programación de HMI para la pantalla principal	44
Figura 5.10: Pantalla de control del sistema de riego.....	45
Figura 5.11: programación Pantalla de control del sistema de riego.....	45
Figura 5.12: Curva de variables.....	46
Figura 5.13: Programación Curva de variables	46
Figura 5.14: Curva de humedad vs tiempo.....	48
Figura 6.1: Curva de recuperación anual de la inversión	51
Figura I.1: Herramientas y material para acometida	56
Figura II.1: EPP'S.....	56
Figura III.1: Instalación de alimentación.....	57

Figura IV.1: Instalación de canaletas y riel din	57
Figura V.1: Corte de tablero	58
Figura VI.1: Perforacion de tablero	58
Figura VII.1: Montaje de equipos.....	59
Figura VIII.1: Conexión interna del tablero	59
Figura IX.1: Comprobacion de funcionamiento SENTRON PAC.....	60
Figura IX.1: Ajuste de borneras	60
Figura XI. 1: Colocacion de tablero de control	61
Figura XII.1: Pruebas de alimentacion del tablero de control	62
Figura XIII.1: Conexión de electroválvulas	62
Figura XIV.1: Comprovación de la pantalla HMI.....	63
Figura XVI.1: Colocación del flotador de nivel	63
Figura XVIII.1: Ubicación de electrovalvula en tanque de reservorio.....	64
Figura XIX.1:Ubicación de sensores de humedad	65
Figura XX.1:Alimentacion de tuberia para el llenado del reservorio.....	65
Figura XXI.1: Colocacion de antena ubiquiti punto a punto.....	66
Figura XXII.1: Instalacion de la rack de datos hacia la antena	66
Figura XXIII.1: Conexión del TC	67
Figura XXIV.1: Conexión total del tablero	67
Figura XXV.1: Conexión de KPT y Router para trasnmisión de datos	68
Figura XXVI.1: Sistema de monitoreo.....	68
Figura XXVII.1: Módulo de control operando.....	69
Figura XXVIII.1: Programación.....	71

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1: Actividades para los objetivos específicos	6
Tabla 3.2: Características del sensor de humedad	11
Tabla 3.2: Tipos de PCL.....	22
Tabla 5.1: Características de las bombas de agua.	35
Tabla 5.2: Corriente de la Bomba de agua.	36
Tabla 5.3: Corriente de la Bomba de agua.	37
Tabla 5.4: Características del PLC AC/DC/RELAY CPU 1212C 24VAC.....	37
Tabla 5.5: Características de la pantalla HMI KTP400 4"	39
Tabla 5.12. Datos para la obtención de humedad vs tiempo	47
Tabla 6.1: Gastos Directos.....	48
Tabla 6.2: Presupuesto total.....	50
Tabla 6.3: Valores económicos anuales pretendidos.....	50
Tabla 6.4: Calculo del VAN y TIR.....	51

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

TÍTULO: “SISTEMA DE MONITOREO DE TEMPERATURA, HUMEDAD Y CONTROL DE AGUA PARA CULTIVOS DEL INVERNADERO N°2 DEL CAMPUS SALACHE”.

Autores:

Rolando Rigoberto Chango Ortiz – Richard Jeisson Llanez Iñiguez

RESUMEN

La presente propuesta tecnológica fue realizada en el sector de Salache Provincia de Cotopaxi con el objetivo de diseñar e implementar un sistema automatizado para el control de humedad y temperatura en un invernadero el cual nos permitió controlar las variables climatológicas que varían de acuerdo al tipo de cultivo. El sistema se encuentra conformado por equipos eléctricos y electrónicos tales como PLC S7 1200, analizador de energía Sentron PAC 2200, sensores de temperatura, humedad y nivel, los cuales permitieron realizar el control de manera manual y automática. El sistema consta de tres electroválvulas distribuidas por secciones, dos bombas de 1 Hp que trabajarán para obtener la presión óptima, para reducir el uso el agua se realizara el proceso de riego por goteo y aspersión. Para la operación de forma remota se realizó mediante una interfaz gráfica (HMI) para el personal encargado del invernadero, que de acuerdo al comportamiento de las variables climatológicas que se presenten en el invernadero puedan efectuar las acciones de control y monitoreo. La implementación del sistema automatizado para el control de temperatura y humedad mejoró la eficiencia del sistema de riego, además nos ayudó a ahorrar el recurso hídrico, por ende, podría ser un proyecto de gran utilidad no solo para los estudiantes del campus Salache, sino para el sector agrícola de la provincia ya que mejora su productividad en este ámbito.

Palabras clave: Automatización, humedad, temperatura, implementación.

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI

FACULTY OF SCIENCE AND ENGINEERING APPLIED

TITLE: "MONITORING SYSTEM OF TEMPERATURE, HUMIDITY AND WATER CONTROL FOR CROPS IN GREENHOUSE N°2 OF THE SALACHE CAMPUS".

Authors:

Rolando Rigoberto Chango Ortiz – Richard Jeisson Llanez Iñiguez

ABSTRACT

This technological proposal was carried out in the sector of Salache, Cotopaxi Province, with the objective of designing and implementing an automated system for the control of humidity and temperature in a greenhouse, which allowed us to control the climatological variables that vary according to the type of crop. The system is made up of electrical and electronic equipment such as PLC S7 1200, energy analyzer Sentron PAC 2200, temperature, humidity and level sensors, which allowed us to perform the control manually and automatically. The system consists of three solenoid valves distributed by sections, two 1 Hp pumps that will work to obtain the optimum pressure, to reduce the use of water the process of drip irrigation and sprinkling will be carried out. For the remote operation, a graphic interface (HMI) was used for the greenhouse personnel, which, according to the behavior of the climatological variables that occur in the greenhouse, can carry out the control and monitoring actions. The implementation of the automated system for temperature and humidity control improved the efficiency of the irrigation system and also helped us to save water resources; therefore, it could be a very useful project not only for the students of the Salache campus, but also for the agricultural sector of the province, since it improves its productivity in this area.

Key words: Automation, humidity, temperature, implementation.



Universidad
Técnica de
Cotopaxi

CENTRO DE IDIOMAS

AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que: La traducción del resumen de tesis al Idioma Inglés presentado por los señores egresados de la Carrera de **INGENIERÍA ELÉCTRICA** de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas; **CHANGO ORTIZ ROLANDO RIGOBERTO** y **LLANEZ IÑIGUEZ RICHARD JEISSON** cuyo título versa “**SISTEMA DE MONITOREO DE TEMPERATURA, HUMEDAD Y CONTROL DEL AGUA PARA CULTIVOS DE INVERNADERO N°2 DEL CAMPUS DE 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 los peticionarios hacer uso del presente certificado de la manera ética que estimare conveniente.

Latacunga,

marzo 2021

Atentamente,

Lic. Marcelo Pacheco
DOCENTE
CENTRO DE
IDIOMAS C.C.
0502617350

1803027935 Firmado
VICTOR digitalmente por
HUGO 1803027935
ROMERO VICTOR HUGO
GARCIA ROMERO GARCIA
Fecha: 2021.03.09
12:37:46 -05'00'

1. INFORMACIÓN GENERAL

Título del Proyecto

“SISTEMA DE MONITOREO DE TEMPERATURA, HUMEDAD Y CONTROL DE AGUA PARA CULTIVOS DEL INVERNADERO N°2 DEL CAMPUS SALACHE”.

Fecha de inicio: octubre del 2021.

Fecha de finalización: marzo del 2021.

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

Facultad de Ciencias de la Ingeniería y
Aplicadas.

Ingeniería Eléctrica en Sistemas Eléctricos
de Potencia

Proyecto de investigación vinculado: Automatización de procesos

Equipo de Trabajo:

Tutor del proyecto de investigación:

Nombre: Ing. Rommel Eusebio Suárez Vinueza. MSc.

Celular: 0984535832

Cédula de Ciudadanía: 180416535-3

Correo electrónico: rommel.suarez@utc.edu.ec

Coordinador uno del proyecto de investigación:

Nombre: Chango Ortiz Rolando Rigoberto

Celular: 0994750895

Cédula de Ciudadanía: 1805211727

Correo electrónico: rolando.chango@utc.edu.ec

Dirección: Cantón Píllaro, Provincia de Tungurahua

Coordinador dos del proyecto de investigación:

Nombre: Jeisson Richard Llenez Iñiguez

Celular: 0993361872

Cédula de Ciudadanía: 190080656-1

Correo electrónico: jeisson.llanez6561@utc.edu.ec

Dirección: Cantón Zamora, Provincia Zamora Chinchipe.

Línea de investigación:

Energías Alternativas y Renovables, Eficiencia Energética y Protección Ambiental.

Sublíneas de investigación de la carrera:

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

TIPO DE PROPUESTA TECNOLÓGICA:

En el proyecto se desarrollará una propuesta tecnológica la cual mediante un sistema realice el monitoreo de temperatura, control de humedad y agua para cultivos del invernadero N°2 de Salache.

2. DISEÑO INVESTIGATIVO DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA

2.1 Título de la propuesta tecnológica

Sistema de monitoreo de temperatura, humedad y control de agua para cultivos del invernadero N°2 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 enfocada a las necesidades que presentan los estudiantes y docentes que realizan actividades en el invernadero #2 del Centro Experimental Académico Salache” de la Universidad Técnica de Cotopaxi, por lo cual requieren un sistema de monitoreo de temperatura, control de humedad y agua para cultivos del invernadero, que ocasiona pérdida de tiempo, desaprovechamiento de agua y disminución en la producción de cultivos de rosas.

La implementación del sistema contará con sensores los cuales estarán encargados de detectar la humedad y temperatura en cada área específica del invernadero, los mismos que enviarán una señal de apertura o cierre del agua a las electroválvulas, este sistema tendrá una optimización adecuada en la producción de sus cultivos, ya que mantendrá una temperatura y humedad dentro de los rangos establecidos, lo que permitirá el mejoramiento en la producción de cultivos de rosas.

El sistema será capaz de recolectar datos mediante sensores ubicados dentro del invernadero los cuales detectarán la temperatura y humedad que se encuentra en el área del terreno, determinando la acción que se debe ejecutar para mantener los niveles adecuados dentro del rango óptimo para el cultivo de rosas, este proceso se obtendrá mediante la activación de las bombas de agua.

2.5 Objeto de estudio y campo de acción

2.5.1 Objeto de estudio

La implementación del sistema en el invernadero N°2.

2.5.2 Campo de acción

Automatización, control y monitoreo.

2.6 Situación problemática y problema

2.6.1 Situación problemática

El proyecto requiere un sistema de monitoreo de temperatura, control de humedad y agua para cultivos de rosas del invernadero #2 del “centro experimental Salache” de la Universidad Técnica de Cotopaxi, de esta manera controlar y monitorear, adquirir datos de las variables del invernadero, generando una menor cantidad y calidad de la producción esperada. El sistema para el control, monitoreo, adquisición de datos del invernadero se basa en la utilización de sensores específicos, controladores programables y analizadores de parámetros eléctricos en algunos casos es necesario el uso de un software especializado para descifrar y recopilar las señales que detectan los sensores.

El invernadero de estudio está ubicado en el sector de Salache donde se encuentran cultivos de rosas. Estos cultivos necesitan de su respectivo porcentaje de humedad de tal manera que se evidencia la afectación por el exceso de agua provocando pérdida de producción en dicho invernadero, además estas variables no controladas y monitoreadas de forma remota no cuentan con un almacenamiento de datos para consecutivamente adquirir una base de datos de los indicadores energéticos de operación y también conocer el comportamiento de la variables por lo tanto, el proyecto detallado a continuación consiente una solución, adicional se conoce que anteriormente existía un sistema de monitoreo y control de humedad, el cual no soluciono el problema de riego, ya que no contaba con la presión necesaria o a su vez la sobrepasaba, lo cual afecta directamente a las tuberías del sistema y los cultivos del invernadero.

Por ende para solucionar este inconveniente se ha visto necesario efectuar el monitoreo de temperatura, control de humedad y agua mediante el sistema automatizado el cual integra una interfaz gráfica que proporcione la ejecución de manera remota a los estudiantes o personal técnico que se encuentren encargados del invernadero N°2 del Campus Salache, una vez que se controla la humedad se mejora la calidad del cultivo, aumentando la producción y obteniendo mejores rendimientos en cuanto al crecimiento de las rosas.

2.6.2. Problema.

La ausencia del sistema de monitoreo de temperatura, control de humedad y agua mediante el sistema automatizado en el invernadero N°2 de la Universidad Técnica de Cotopaxi del Campus Salache, es necesario para el proceso óptimo del desarrollo de los cultivos de rosas.

La Universidad Técnica de Cotopaxi en el Campus Salache, existe un invernadero dedicado al cultivo de rosas el cual que para su delicada producción y desarrollo es preciso contar con un sistema de monitoreo de temperatura, humedad y control de agua que almacene los datos de las variables climatológicas del invernadero.

Al implementar el método de control remotamente en invernaderos por medio de la automatización del sistema, es adecuada para optimizar el proceso de desarrollo de los cultivos, y aumentar la calidad y cantidad de la producción, minimizando los patrones de error y deterioro de las rosas en su proceso de crecimiento, el cual podrá ser ejecutado por el personal de mantenimiento, docentes o estudiantes autorizados para operar el invernadero.

2.7 Hipótesis

La implementación de un sistema de monitoreo de temperatura, control de humedad y agua para cultivos del invernadero N°2 del Campus Salache permitirá visualizar de forma remota las variables climatológicas, las cuales influyen en el desarrollo de la producción de cultivos de rosas.

2.8 Objetivos

2.8.1 Objetivo general

Repotenciar el sistema de monitoreo de temperatura, humedad y control de agua del invernadero N°2 del Campus Salache en el periodo 2021.

2.8.2 Objetivos específicos

- Realizar una investigación mediante fuentes bibliográficas sobre un sistema de monitoreo considerando variables ambientales y eléctricas.
- Diseñar planos en las diferentes áreas de desarrollo como; eléctrico y control.
- Implementar el módulo de control repotenciado, realizando las conexiones adecuadas en el invernadero N°2 del Campus Salache.
- Realizar un análisis de factibilidad técnica y económica del sistema de monitoreo y control.

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

Tabla 2.1: Actividades para los objetivos específicos

Objetivos Específicos	Actividad	Resultados de la Actividad	Verificación
Realizar una investigación mediante fuentes bibliográficas sobre un sistema de monitoreo considerando variables ambientales y eléctricas.	Indagación 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.
Diseñar planos en las diferentes áreas de desarrollo como: eléctrica y control.	Elección del software AutoCAD en el cual se realizará el diseño de los planos.	Planos de instalaciones eléctricas Planos de conexión del sistema de monitoreo y control.	Diagrama eléctrico
Implementar el módulo de control, realizando las conexiones adecuadas en el invernadero N°2 del Campus Salache.	Instalar los sensores, equipos de monitoreo y control, así como los actuadores para la activación de las bombas Independizar la alimentación de 110V	Instalación del sistema de monitoreo y control automático. Instalación de acometida principal	Correcto funcionamiento de cada elemento y equipos a utilizar. Voltaje adecuado en el subtablero eléctrico
Realizar un análisis de factibilidad técnica y económica del sistema de monitoreo y control.	Análisis de variables energéticas mediante Sentron PAC2200. Análisis de costo de inversión del proyecto mediante el TIR y VAN.	Factibilidad y viabilidad del proyecto.	Implementación del sistema de monitoreo y control.

3. MARCO TEÓRICO

3.1 Antecedentes de la investigación

Para el desarrollo de la presente investigación, se ha hecho referencia a los siguientes trabajos para sustentar de forma teórica:

Un sistema de control hacia la automatización es un proceso que ayuda a facilitar y optimizar los recursos que son aplicados en sistemas mecánicos como de procesos, en el área electrónica la automatización realiza algo importante, a través de estos sistemas aumenta la producción y incremento en la características de los productos, permitiendo el control de las variables climatológicas de humedad y temperatura tal es el caso de los invernaderos.

En el artículo técnico realizado por Lugo y otros en 2016 se describe algunos sistemas que se han desarrollado durante años atrás, en este aspecto se destaca el sistema (SCS-Scheduler) fue creado por Brats, en 1985 y se refiere a un programa de cómputo adecuado para manejo de riego, control y encendido de riego [1].

Así también Wessels, desarrolló un sistema de prototipo (CIMS), el cual ayudó al manejo del tiempo real, protección de heladas, control de fertirrigación de cítricos, usando datos de humedad del suelo y datos de una estación meteorológica automatizada [1].

El estudio de Moreno y otros en 2016, describen la utilización de un programa efectivo conocido como (AUTRI Versión 1.0) que sirve para la automatización de un riego localizado, en base a estrategias que determinan el momento real de riego mediante un balance hídrico calculado mediante variables meteorológicas, datos de suelo, cultivo y variables de humedad por medio de un electro tensiómetro [2].

En el trabajo de desarrolló un sistema automático de riego en tiempo real, este programa se aplica varios algoritmos cuyo propósito es procesar los datos meteorológicos, de la superficie y cultivo como efecto para otras formas de riego, los datos se procesan por intermedio de un datalogger de la corporación Campbell Scientific Inc., mediante los puestos de control cubren los requerimientos para un cultivo de alta productividad [3].

Según el estudio Muñoz y otros se describe a la automatización, como un sistema que es realizado por un software, a través de un sensor ayuda a cualquier tipo de cultivo ya sea de frutas o de flores mediante las señales adquiridas por medio de sensores de temperatura y humedad relativa para ser filtradas, amplificadas y digitalizadas, para ser procesadas por medio

de un micro controlador, este proyecto tiene la finalidad de realizar un ahorro de agua [4].

Este tipo de automatización para sistema de riego y control, también han sido aplicados en países como Perú, Brasil, Chile y Ecuador, en donde se utilizó las características físicas de los invernaderos mediante la aplicación de la telemetría y se hace por medio de un microcontrolador que es conectado a un teléfono celular, el cual transmite las variables a través de llamadas de datos, usando el estándar Hayes (Comandos AT que son protocolos de comunicación) [4].

Además, un sistema de automatización inteligente tiene tres partes; entrada, control, salida. La primera se puede obtener información meteorológica obtenida por la evapotranspiración, la segunda a partir de la información meteorológica de los cultivos y de los suelos se puede hacer un balance hídrico y en la tercera parte se subdividió en tres partes en una interfaz electrónica de comunicación que se vincula con una interface de potencia y un módem celular. Partiendo de aquí los dispositivos actúan como electroválvulas, ventiladores calefactores entre otros, por lo que facilita la automatización riego a partir de variables del suelo, clima y cultivo [5].

Para realizar pruebas por medio de la aplicación de un sistema de monitoreo de humedad de un invernadero se establece que; consta de tres etapas la primera que de uso periférico del sistema constando de dos módulos: RF y RTC, la segunda etapa se basó en pruebas de distancias de los módulos RF y la tercera etapa que se realizó fue el de probar el sistema de regadío para probar la integración remota entre la estación remota y el módulo de control [6].

En el trabajo de Vascones y Chamba se ha implantado un sistema de la nube de comunicación GSM (Sistema de radiotelefonía celular digital), que es dispuesto hacia el sistema de riego y puede ser comprobado la función en tiempo real, debido a que los sensores de humedad funcionan de manera aceptable en comparación de los sensores de alta presión [7].

En el trabajo de Pardo, de Universidad Técnica de Cotopaxi menciona que se ha utilizado la implementación de un módulo lógico programable enfocado a mejorar las condiciones en los ciclos de riego, en base del tipo de cultivo por lo que se implementó un controlador de riego del cultivo de acuerdo a las características y humedad, mejorando así la producción y tecnificación de riego de forma esporádica [8].

3.2. Marco referencial

3.2.1 Sistema de medida

Se denomina así a la combinación de dos o más elementos y subconjuntos de partes necesarias para realizar varias funciones, el resultado de la medida debe ser: independiente del observador, basada en la experimentación, de tal forma que exista una correspondencia entre las relaciones numéricas y las relaciones entre las propiedades descritas en la siguiente figura [9].

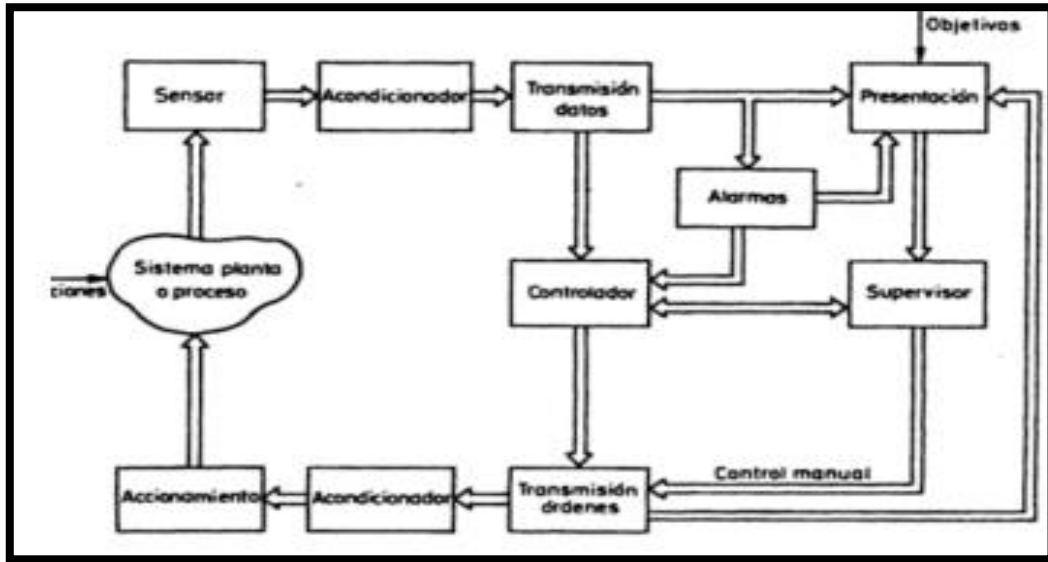


Figura 3.1: Estructura de un sistema de medidas y control

Fuente: [9]

3.2.1.1 Sistemas

Representa un conjunto de procesos continuos que siguen un control mediante la creación de un programa electrónico o informático y se caracterizan por la salida del proceso en forma de flujo continuo de material, como por ejemplo la purificación de agua o la generación de electricidad [9].

Una de las ventajas importantes que realiza el sistema de control es que se hace insensible a las perturbaciones y mantiene la exactitud sobre la comparación de la señal realimentada y la señal de entrada resulta la señal de error, la que es minimizada con la acción de control [9].

Sistema de control abierto.- La salida no es afectada por la señal de la entrada, la salida no se realimenta para compararla con la entrada, por tanto tiene dos elementos están divididos por el controlador y el proceso controlado [10].

Sistema de control cerrado.- el controlador se alimenta de la señal de error de desempeño, la

cual representa la diferencia entre la señal de entrada y la señal de realimentación con el fin de reducir el error y llevar la salida del sistema a un valor deseado [10].

Elementos que conforman un sistema:

1.- Sensores. - Los sensores son aquellos que transportan información de cómo se encuentra el automatismo de acuerdo al uso que se le de cómo; pulsadores, finales de carrera, sensores. Además, es un tipo de transductor que convierte energía del mundo físico a energía eléctrica, que puede ser pasada a un sistema computacional o controlador. Existen redes de sensores inalámbricos que incluyen actuadores que les permiten controlar directamente el mundo físico. Por ejemplo, un actuador puede ser una válvula de control del flujo de agua caliente, un motor que abre o cierra una puerta, o una bomba que controla el nivel de combustible inyectado en un motor. Por tanto se describe las siguientes características: [10].

- **Sensores de humedad**



Figura 3.2: Sensor de humedad

Fuente: [11]

El sensor de temperatura y humedad del suelo S-Soil MT-02 se proporciona con alta precisión y alta sensibilidad. Al medir la constante dieléctrica de la reacción del suelo, el suelo dirige el contenido de humedad real estable además puede medir el volumen de humedad del suelo. Ajustándose a las normas internacionales que sirven para el monitoreo de humedad del suelo, experimento científico, riego con ahorro de agua, vegetales de invernadero, flores, pasto, suelo, cultivo de plantas, velocidad medida del tratamiento de aguas residuales, almacenamiento de granos, control de invernadero, agricultura de precisión, al mismo tiempo en la medición del agua, clima y contenido de partículas. [11].

Entre las caracterizas sobresalen:

Alta precisión de medición, respuesta rápida, buena intercambiabilidad Buen rendimiento de sellado, resistencia a la corrosión, enterrado durante mucho tiempo en el suelo El curado de resina epoxi retardante de llama, completamente impermeable, puede soportar los fuertes golpes externos Aguja que utiliza materiales de calidad, puede resistir la electrólisis a largo plazo, puede resistir la corrosión del ácido y el álcali en el suelo Alta precisión de medición, rendimiento confiable, los efectos del contenido de sal del suelo son pequeños, adecuados para todo tipo de suelo. Tener protección de potencia inversa. [11].

Tabla 3.2: Características del sensor de humedad

ESPECIFICACIONES	DETALLE
Temperatura del suelo <ul style="list-style-type: none"> • Abarcar • Precisión • Resolución 	- 40 °C hasta +80 °C ± 0,5 °C 0,1 °C
La humedad del suelo <ul style="list-style-type: none"> • Abarcar • Precisión • Resolución 	De completamente seco a completamente saturado (de 0% a 100% de saturación) ± 3% (0 ~ 53%); ± 5% (53 ~ 100%) 1%
Parámetros generales <ul style="list-style-type: none"> • Modelo del Producto • Interfaz • Protocolo • Fuente de alimentación 	S-Suelo MT-02 RS-485 MODBUS-RTU RS485 3,6 ~ 30 V CC

<ul style="list-style-type: none"> • Consumo actual • Área de medición • Tiempo de respuesta • Clasificación del IP • Longitud del cable • Temperatura de funcionamiento • Temperatura de almacenamiento • El material de la sonda • Material de sellado • Instalación • Peso del dispositivo 	<p>Máx. 40 mA a 24 V CC</p> <p>Un área de cilindro (con la sonda como centro, diámetro: 7 cm, altura: 7 cm) Menos de 1 segundo</p> <p>IP68 5 metros - 40 ~ 85 °C - 40 ~ 85 °C</p> <p>Acero inoxidable de grado alimenticio</p> <p>La resina epoxi retardante de llama negra</p> <p>Todo enterrado o sonda en todo el medio medido 270g</p>
--	--

Fuente: [11]

El cableado se diferencia de la siguiente manera:

Amarillo: RS485 + / A / T +

Blanco: RS485-

Rojo : - / B / TVCC +, fuente de alimentación

Negro: VCC-, tierra de potencia

Verde: SET, V + (potencia) cuando el módulo de arranque en el "modo de configuración". No conectado o conectado con el GND cuando arranca en "modo de funcionamiento"[11].

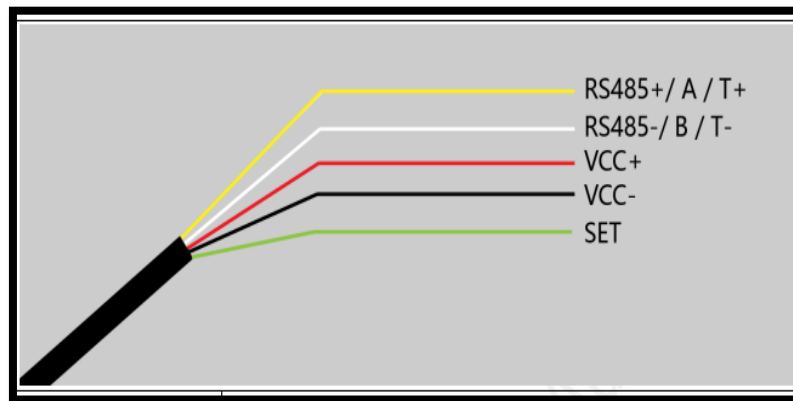


Figura 3.2.1: Conexión del sensor de humedad

Fuente: [12]

La instalación corresponde a los siguientes métodos:

- **Método de medición rápida:** las ubicaciones de medición seleccionadas, el derecho a evitar las rocas, para garantizar que la aguja no toque las piedras como un objeto duro, de acuerdo con la profundidad requerida de corte, abra la superficie del suelo, mantenga el grado de estanqueidad del suelo original debajo del cuerpo del sensor, apretado verticalmente insertado en el suelo, no se puede insertar antes y después de agitar, asegúrese de un contacto cercano con el suelo. Un punto de medición dentro de una prueba de rango pequeño debe promediar repetidamente [11].
- **Enterrado en el método de medición subterráneo:** diámetro de perforación vertical mayor a 20 cm de profundidad del pozo, de acuerdo con las necesidades de medición, luego el cable del sensor se inserta en la pared del pozo en un nivel dado de profundidad, la compactación del relleno sanitario del pozo, asegura el contacto cercano con la tierra. Estable después de un período de tiempo, puede durar días, meses o incluso más para medir y registrar [11].

Si la medición de la superficie es dura, primero debe perforarse (el diámetro debe ser menor que el diámetro de la sonda), y luego insertarse en el suelo y la compactación y medición del suelo; El sensor debe evitar vibraciones e impactos violentos, pero no con la percusión de un objeto duro. [11].

Sensor de control de humedad

El monitorear la humedad del suelo le puede ayudar a tomar mejores decisiones en la programación del riego, tales como el determinar la cantidad de agua a aplicar y cuándo

aplicarla. También le puede ayudar a igualar los requerimientos de agua del cultivo con la cantidad aplicada con el riego; y así evitar pérdidas de agua excesivas por percolación profunda o por escurrimientos o bien evitar aplicar una cantidad insuficiente [12].

Se divide en tres aspectos:

La capacidad de campo. - Es el contenido de agua en el suelo después de aplicar un riego pesado y cuando la velocidad del drenaje cambia de rápida a lenta. Este punto se logra cuando toda el agua gravitacional se ha drenado. La capacidad de campo se logra normalmente dos o tres días después del riego y se alcanza cuando la tensión del agua en el suelo es de aproximadamente 0.3 bars (30 centibars ó 3 m de columna de agua) en suelos arcillosos o de 0.1 bars en suelos de textura media [12].

El punto de marchitez permanente. - Representa el contenido de agua en el suelo al cual las plantas no se pueden recuperar y se marchitan aun cuando se les adiciona suficiente humedad. Este parámetro puede variar de acuerdo a las especies de las plantas y al tipo de suelo, y ha sido determinado por experimentos en invernaderos. (...) Generalmente se utiliza un valor medio de 15 bars (153 m). El agua higroscópica es cuando el agua está retenida fuertemente por las partículas del suelo (por debajo del punto de marchitez permanente) y no puede ser extraída por las raíces de la planta [12].

El agua disponible para la planta. - Es el contenido de agua retenido entre la capacidad de campo y el punto de marchitamiento permanente. Generalmente, este parámetro se expresa en pulgadas de agua por pie de profundidad del suelo. Éste depende de factores tales como la textura del suelo, densidad aparente y estructura [12].



Figura 3.3: Características del sensor de humedad

Fuente: [12]

Monitoreo de humedad del suelo y control de riego

El diseño del programa para efectuar la medición y monitoreo continuo del contenido hídrico del suelo, como así también el control del sistema de riego, esto es apertura y cierre de las electro-válvulas solenoides, se ha realizado mediante el entorno LabVIEW 7.1. Respecto al diseño visual, el programa consta de una ventana con dos pestañas: (i) Monitoreo de Humedad y (ii) Configuración. En la primer pestaña, se presenta: la medición de humedad actual que cada sensor brinda, un historial de la evolución de la humedad en cada zona, el tiempo de inicio, finalización y duración de la última dosis de riego, el estado actual de cada electro-válvula de comunicación entre los sensores y la PC; etiquetas o nombres de cada sensor, tiempo de muestreo, valores de humedad de referencia (set-point) para cada sector y direcciones de disco donde se guardan los archivos conteniendo la información referida a la evolución histórica del sistema de riego, y los valores de referencia de humedad para efectuar el control [12].

La configuración consiste en la lectura y escritura de un archivo (guardado en memoria) el cual contiene la información de los parámetros del programa. Esta rutina está íntimamente relacionada con la pestaña de configuración, donde gran parte de los parámetros son mostrados para que el operario configure el sistema según las necesidades. [12]

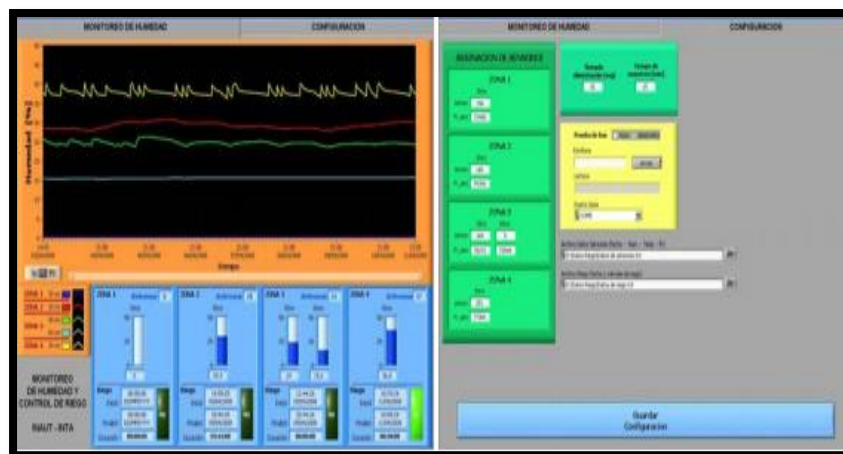


Figura 3.3.1: Características del sensor de humedad

Fuente: [12]

1.- Funcionalidad

Una tecnología que se ha estado implementando en diferentes áreas (Luo, 2012) son las redes inalámbricas de sensores (RIS o WSN, por sus siglas en inglés). Una RIS consiste de varios módulos electrónicos (nodos sensores) que tienen acoplados diferentes sensores cada uno. Los nodos sensores son distribuidos en un área general a monitorear. Cada nodo sensor mide de forma puntual las variables, utilizando los sensores que le fueron incorporados, para luego

procesar esta información. Después la información en el nodo sensor es transmitida de modo estratégico e inalámbrico entre los demás nodos sensores de la RIS o de manera directa a un nodo coordinador [12].

2.- Actuadores.- Son dispositivos mecánicos que tienen como función mover otros elementos mecánicos por medio de la fuerza que trae consigo una acción proveniente de presión neumática (actuadores neumáticos), de presión hidráulica (actuadores hidráulicos), y de fuerza eléctrica (actuadores electromecánicos) [10].

3.- Electroválvulas. - Son aquellos elementos mixtos que se activan mediante una función eléctrica exterior y su parte primordial es el electroimán que efectúa las funciones propias de las válvulas distribuidoras neumáticas.

4.- Bomba de riego.- Son herramientas que se encargan de suministrar la cantidad de riego de los cultivos y depende de la fuente de energía que se vaya a usar para determinar motobombas y electrobombas [11].

5.- Breaker o Interruptor Automático.- Representa un mecanismo encargado de proteger a la instalación y al motor contra sobrecargas y cortocircuitos que tiene la capacidad de actuar cuando se detecta una falla sin dañarse lo cual permite inmediatamente su restablecimiento [11].

6.- Contactor.- Se encarga de cerrar los contactos para permitir la circulación de la corriente se produce cuando la bobina del contacto recibe corriente eléctrica, comportándose como un electroimán [11].

7.- Relé térmico.- Está encargado en el mecanismo de acción de bombas, cuya misión está en desconectar el circuito e la intensidad cuando sea consumida por las bombas y que exceda en un tiempo, evitando que el bobinado se quemara [11].

8.- Sensor de humedad. - Se adecuan como dispositivos en un sistema de riego automático y sirve para controlar la humedad del suelo permitiendo detectar cuando necesite agua para el cultivo a la vez permite que los niveles de agua excedan sobre el cultivo [11].

9.- Transformador 24 AC. - Son dispositivos eléctricos encargados de aumentar o disminuir el voltaje en un circuito de corriente alterna por medio de un campo magnético

manteniendo así la potencia. Está constituido por dos bobinas con distintas vueltas sobre un núcleo cerrado, estas bobinas están acopladas por un material ferromagnético para así poder disminuir las pérdidas que puede existir en el transformador [11].

3.2.2 Sistema de monitoreo

Un sistema de monitoreo sirve para la toma de decisiones tanto económicas como efectivas, con el objetivo de prever ciertos problemas en el proyecto y posibilita el estudio a fondo sobre el estado climático dentro del invernadero por medio de las variables utilizadas como temperatura, humedad relativa. Siendo captadas por medio de sensores especializados y los datos, ser enviados a un microcontrolador el que los prepararía para ser remitidos a un computador [12].

También, consiste en detectar la temperatura y controlar la humedad del medio ambiente de un invernadero, en las que presenta una ingeniería central para el sistema por medio del uso de la web como medio tecnológico aplicado al proceso de monitoreo, para ello se desarrolla un subsistema por medio del servidor web que se ejecuta en el invernadero. El software de monitoreo del servidor permite obtener información de los sensores inalámbricos, su función principal es el ajuste de parámetros, visualización, consulta, análisis, reporte de procesamiento y alarma para los datos en tiempo real, monitoreo online en tiempo real, visualización de curva en tiempo real mediante un gráfico y la comunicación en tiempo real a distancia [13].

Como se presenta en la siguiente figura:

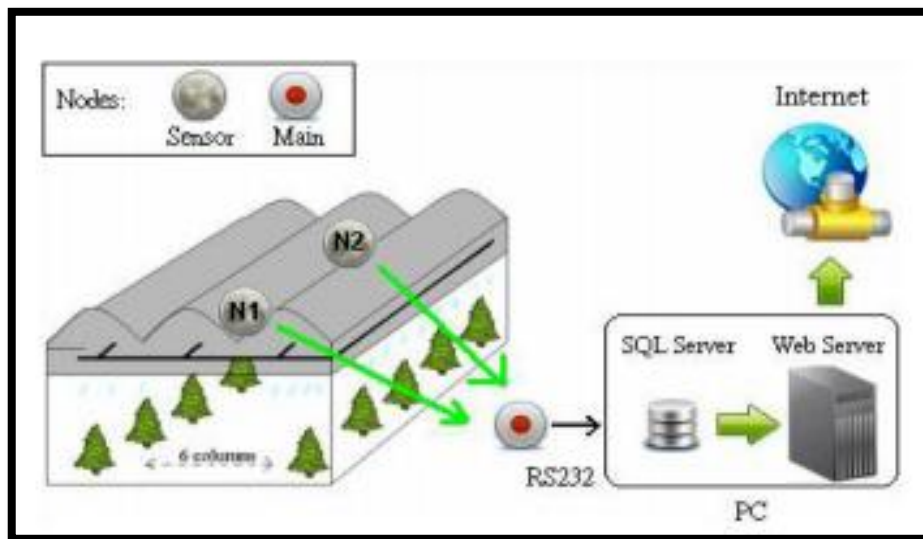


Figura 3.3: Arquitectura del sistema de monitoreo

Fuente: [13]

3.2.2.1 Sistemas de monitores aplicados

- **SCADA**

El nombre SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) o Control Supervisor y Adquisición de Datos por su traducción al español, se aplica a sistemas de control en los que el proceso está disperso en una amplia superficie geográfica, utilizándose en el control de oleoductos, sistemas de transmisión de energía eléctrica, yacimientos de gas y petróleo, redes de distribución de gas natural, subterráneos [13].

Entre las partes de un sistema SCADA, se encuentran: Las unidades remotas, o Remote Terminal Unit (RTU): Reciben las señales de los sensores de campo, y comandan los elementos finales de control. Un sistema SCADA puede tener decenas de RTUs, distribuidas en una amplia superficie geográfica. En forma 16 16 periódica son interrogadas por la Estación Maestra, pudiendo tener capacidad de control, o no [13].

La Estación Maestra o Máster Terminal Unit (MTU): Representa un conjunto de equipos que cumple las siguientes funciones: Interroga en forma periódica a las RTUs, y les transmite consignas; siguiendo usualmente un esquema maestro-esclavo [13].

- **Sistema IDE Sublime Text**

Sistema IDE permite los atajos del teclado acceder de forma inmediata a un programa, el IDE aplica un esquema de color determinado. Mientras que Sublime text es un editor de código que está escrito en C++ y Python y sirve para programar diferentes lenguajes de programación y formatos documentales de texto, utilizados en la actualidad: Java, Python, Perl, HTML, JavaScript, CSS, HTML, XML, PHP, C, C++, etc. Su interfaz es limpia e intuitiva y soporta el uso de Snippets, Plugins y sistemas de construcción de código [13].

- **Sistema IDE Arduino**

Posee su propio IDE, así como su propio lenguaje de programación y como NodeMCU es compatible, porque es un programa de instalación libre y necesaria [13].

- **Sistema Micro controlador**

Un micro controlador (Microcontroller) es un circuito integrado digital monolítico que contiene todos los elementos de un procesador digital secuencial síncrono programable de arquitectura Harvard o Princeton (Von Neuman) [13].

Su costo reducido y su consumo de energía y velocidad adaptables, resultan apropiados para numerosas aplicaciones. Además, poseen mecanismos de seguridad de funcionamiento (Safety) y proporcionan protección del equipo electrónico contra copias y modificaciones del programa no autorizadas (Security) [13].

3.2.2.2 Elementos que se aplicaron en la investigación

- **SENTRON PAC 2200**

Hace referencia a un multímetro tipo central de medida para la visualización de todos los parámetros de red relevantes en la distribución de energía eléctrica en baja tensión. Puede realizar mediciones monofásicas, bifásicas, trifásicas que son utilizadas e en redes (sistemas) en esquema TN, TT e IT de dos, tres o cuatro conductores [14].

Como se muestra en la siguiente figura:



Figura 3.4: SENTRON PAC 2200

Fuente: [14]

Dispone de una serie de útiles funciones de monitoreo, diagnóstico y servicio técnico, un contador de tarifa doble de energía activa y reactiva, un contador universal y un contador de horas de funcionamiento para monitorear el tiempo de servicio de consumidores conectados. Para la comunicación se puede utilizar la interfaz Ethernet integrada o un módulo de interfaz opcional [14].

- **Pantalla simatic HMI KTP 400**

Denominados como basic o panels o KTP400, cuya función se basa en la aplicación de máquinas pequeñas y comprende los paneles con pantallas panorámicas de alta resolución de 4"; 7"9" y 12", y el manejo combinado con teclas táctil. Además, se puede elegir variantes para la conexión a PROFINET/Ethernet, o variantes para PROFIBUS DP/MPI, paralelos a los paneles de segunda generación. [14] Como se presenta a continuación:

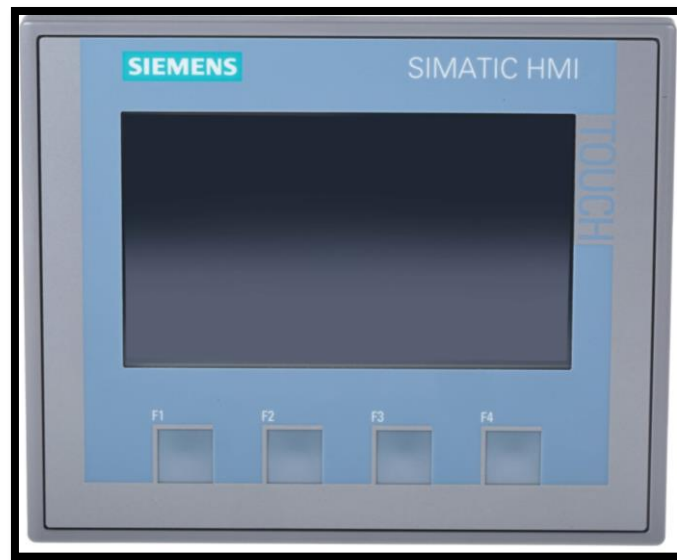


Figura 3.5: Pantalla simatic HMI KTP 400
Fuente: [14]

- **SIMATIC IOT 2040 24VDC 1GB RAM 2 ETHERNET INDUSTRIAL**

SIMATIC IOT2020 es una pasarela inteligente que estandariza la comunicación entre varias fuentes de datos, luego analiza y reenvía las comunicaciones a los destinatarios correspondientes, y es fácil de implementar. Es ideal como puerta de enlace entre la nube o el nivel de TI de la empresa y la producción. La apertura del sistema permite soluciones personalizadas [21].

Entre las principales características de la plataforma, se tiene que:

- Soporte Yocto Linux
- Ampliado fácilmente con protectores Arduino y tarjetas miniPCIe
- Diseño industrial compacto y montaje en carril DIN
- Procesador Intel Quark de alto rendimiento y ahorro de energía y numerosas interfaces: Intel Quark x1020 (+ arranque seguro), 1 GB de RAM, 2 puertos Ethernet, 2 puertos RS232 / 485, reloj en tiempo real respaldado por batería

- Calidad SIMATIC probada y extremadamente robusta.



Figura3.6: SIMATIC IOT 2020
Fuente: [15]

- **PLC (Controlador Lógico Programable)**

Es un instrumento electrónico, que utiliza memoria programable para guardar instrucciones sobre la implementación de determinadas funciones, como operaciones lógicas, secuencias de acciones, especificaciones temporales, contadores y cálculos para el control mediante módulos de E/S analógicos o digitales sobre diferentes tipos de máquinas y de procesos [13].

Sin embargo, en el trabajo de investigación se ha utilizado el PLC SIMATIC- 1200 INACEL CIA. LTDA, el mismo que prevé un núcleo de nueva línea para la sistematización de tareas [13].



Figura 3.7: PLC y sistema para control de riego automatizado del invernadero

Fuente: [13]

El campo de aplicación de los PLCs es muy diverso e incluye diversos tipos de industrias, así como de maquinaria. A diferencia de las computadoras de propósito general, el PLC está diseñado para múltiples señales de entrada y salida, amplios rangos de temperatura, inmunidad al ruido eléctrico y resistencia a la vibración y al impacto [13].

Bajo estos aspectos se clasifican los siguientes tipos de PCL, de acuerdo a la capacidad en el número de E/S, en el tamaño de memoria, en su aspecto físico y otros, es que es posible clasificar los distintos tipos expuestos en la siguiente tabla:

Tabla 3.2: Tipos de PCL

TIPOS	CONCEPTO
PLC compactos	<p>Incorporan CPU, PS, módulos de entrada y salida en un único paquete. A menudo existe un número fijo de E/S's digitales no mayor a 30, una o dos canales de comunicación (para programar el PLC y la conexión de los buses de campo) y HMI. Además, puede haber una entrada para el contador de alta velocidad y una o dos E/S's analógicas.</p> <p>Por medio de aumentar el número de las E/S's de una PLC compacta individual se incrementa, los módulos que pueden ser conectados. Estos se colocan en un paquete, similar al del mismo PLC. Estos PLC's de tipo compacto se utilizan en automoción como substitutos de los relés</p>
PCL modular	<p>Son aquellos que son más potentes y tienen más funciones. La CPU, SM, CP y otros módulos se encuentran generalmente en paquetes separados en un riel DIN o en un riel con una forma especial y que se comunica con la CPU a través de un sistema bus. Tiene un número limitado de lugares para los módulos, pero en la mayoría de los casos, este puede aumentarse. se utilizan</p>

	<p>para el control, regulación, posicionamiento,</p> <p>procesamiento de datos, manipulación, comunicación, monitorización, servicios-web</p>
PCL de tipo en montaje rack	<p>Tienen las mismas funciones y capacidad del PCL modular, la diferencia radica en que el rack contiene ranuras para los módulos y el sistema bus para intercambiar información entre los diferentes módulos. Dispone de un panel frontal con una interfaz-HIM. La ventaja principal es que pueden permitir un intercambio más rápido de los datos entre los módulos y el tiempo de reacción por parte de los módulos es menor.</p>
PLC con panel Operador y Controlador Lógico Programable (OPLC)	<p>El PLC posee una interfaz HMI para su funcionamiento y una monitorización de los procesos automáticos y las máquinas. La HMI consiste principalmente en un monitor y un teclado o una pantalla táctil. El monitor puede ser bien de tipo texto o gráfico.</p>

Fuente: [13]

3.2.2.3 Topologías de redes

Relacionan la manera en que se interconecta las computadoras para el intercambio de información y datos entre sí; es decir, es como una familia de comunicación que marca los parámetros para el diseño de la red, tanto de forma lógica como física; entre las principales se tiene la topología estrella, anillo y bus.

- **Estrella**

La información procesada es en base a la computadora central en cada dispositivo es servido por su propia conexión. El intercambio de datos entre periféricos inicialmente centralizado o desde la periferia, es siempre manejado vía el nodo. Esta topología tiene la ventaja de que si

una de las líneas está sujeta a interferencias, solo el dispositivo conectado a ella es afectado [14].

- **Anillo**

La información es pasada de dispositivo a dispositivo. No hay un control central en el anillo, en vez de esto, cada dispositivo asume el rol de controlador a intervalos estrictamente definidos. Teóricamente no existe límite para el número de dispositivos permitidos. Para evitar esto, se incorporan interruptores de baipás que automáticamente conmutan cuando un dispositivo falla. Esto también permite a los dispositivos ser añadidos o removidos sin interrumpir la operación normal. Una variación de la estructura en anillo es la conocida como token ring [14].

- **Bus**

Un bus con ramas se dice que tiene una estructura en árbol. La información llega al receptor sin la ayuda de ningún otro dispositivo; en efecto, en contraste a una estructura en anillo, las estaciones individuales son pasivas. Si se añade un dispositivo al bus, no se requieren interfaces adicionales en las estaciones existentes. Así, el problema de un número limitado de participantes relacionados con la estructura en estrella no aparece. La cantidad de cableado necesario es pequeño y se pueden agregar nuevos dispositivos sin problema. Una estructura en bus permite una comunicación cruzada objetiva para cualquiera de los dispositivos conectados. Desde que todos se conectan a un cable común, la transmisión debe ser estrictamente regulada [14].

- **Node Red**

Es una herramienta de programación que se utiliza para conectar dispositivos de hardware, APIs y servicios de internet. Adecuado para los equipos dedicados al Internet de las cosas Industrial (IoT) y personal dedicado al diseño y prueba de soluciones para la comunicación de equipos de planta con aplicaciones de IT. Dado que la mayoría de los dispositivos IoT para industria 4.0 posibilitan realizar un programa de control con la herramienta de Node-Red [14].

3.2.2.4 Componentes del sistema de monitoreo

Se define al conjunto de componentes de un sistema entre las cuales se relaciona sobre las interfaces de comunicación y se compone de los siguientes módulos; monitoreo central, del cliente, adquisición de datos.

Monitoreo central.- Es un subsistema del monitoreo del servidor web del invernadero y permite obtener información de los sensores inalámbricos, su función principal es el ajuste de parámetros, visualización, consulta, análisis, reporte de procesamiento y alarma para los datos en tiempo real [14].

Monitoreo del cliente.- Se ejecuta en la red y permite observar la información que es generada por el monitoreo central [14].

Adquisición de datos. - La red de adquisición y transmisión de datos es construida sobre una red inalámbrica de sensores y bus RS232. Los nodos sensores dispuestos en el invernadero son de temperatura, humedad del aire y de humedad del suelo. El nodo central es un chip CC2430, el que recibe información de cada nodo sensor en forma inalámbrica, y la carga al servidor por conducto del Bus RS232 con el fin de guardar los datos [14].

3.3. Sistema de monitoreo de temperatura

Es importante conocer las necesidades y limitaciones de un cultivo específico, en este sentido se menciona al cultivo de flores se debe considerar los siguientes aspectos: [15].

- Temperatura mínima letal. Aquella por debajo de la cual se producen daños en la planta.
- Temperaturas máximas y mínimas biológicas. Indican valores, por encima o por debajo respectivamente del cual, no es posible que la planta alcance una determinada fase vegetativa, como floración, fructificación, etc.
- Temperaturas nocturnas y diurnas. Indican los valores aconsejados para un correcto desarrollo de la planta

Se basan en el ordenador de un sistema central que se conecta con un conjunto de sensores, que recogen variaciones de varios parámetros en valores programados inicialmente. Esta estación se provee de forma meteorológica registra valores de temperatura exterior e interior, humedad relativa, velocidad del viento, la iluminación [15].

3.3.1 Humedad relativa

Se considera a la masa de agua en unidad de volumen o unidad de masa de aire en relación con la máxima que sería capaz de contener a la misma temperatura. Existe una relación inversa de la temperatura con la humedad por lo que, a elevadas temperaturas, aumenta la capacidad de contener vapor de agua y por tanto disminuye la HR. Con temperaturas bajas, el contenido en HR aumenta [16].

Sin embargo, el HR es un factor climático que modifica el rendimiento final de los cultivos por lo que cuando el HR es excesivo las plantas disminuyen la transpiración por ende el crecimiento como consecuencia se producen abortos florales y aplazamiento del polen produciendo una enfermedad criptógama a las plantas. Y si es muy bajo las plantas se hidratan y no corren mayor riesgo [16].

3.3.2 Iluminación

Se refiere que a mayor luminosidad en el interior del invernadero se debe aumentar la temperatura, la HR y el CO₂, para que la fotosíntesis sea máxima; por el contrario, si hay poca luz pueden descender las necesidades de otros factores. Para mejorar la luminosidad natural se usan los siguientes medios: [16].

- Materiales de cubierta con buena transparencia.
- Orientación adecuada del invernadero.
- Materiales que reduzcan el mínimo las sombras interiores.
- Aumento del ángulo de incidencia de las radiaciones sobre las cubiertas.
- Acolchados del suelo con plástico blanco.

3.3.3 CO₂

El anhídrido carbónico de la atmósfera, representa el factor principal para el crecimiento de plantas porque realiza la función de fotosíntesis. La concentración normal de CO₂ en la atmósfera es del 0,03%. Este índice debe aumentarse a límites de 0,1-0,2%, cuando los demás factores de la producción vegetal sean óptimos, si se desea el aprovechamiento al máximo de la actividad fotosintética de las plantas [16].

Las concentraciones superiores al 0,3% resultan tóxicas para los cultivos. Los niveles aconsejables de CO₂ varían de acuerdo a la radiación solar de la ventilación, temperatura, entre los 18 y 23° C de temperatura, descendiendo por encima de los 23-24° C. respecto a la luminosidad y humedad [16].

3.3.5 Trasmisión de datos del sistema de riego

La unidad de transmisión de datos, es aquella que está ubicada dentro del invernadero su acción es transmitir radiofrecuencia las señales a una unidad de procesamiento remota, encargada de llevar la información hasta un computador personal para visualizar y almacenar los datos, además de realizar el control del sistema de riego y enviar la señal de activación, vía radiofrecuencia, a la unidad de procesamiento en el invernadero [17].

Para llevar a cabo esta transmisión se aplica dispositivos transceptores conocidos como TRF2.4GHz, que operan en la banda libre de frecuencia de 2.4GHz, con modulación GFSK y comunicación Full Dúplex, poseen un alcance de 150 metros con una tasa de transferencia de 1Mbps, su consumo de potencia es bajo [17].

Bajo este aspecto se utiliza el microcontrolador PIC18F2550 que ayuda a adquirir las señales del invernadero, las mismas que son transmitidas por medio de protocolo de comunicación RS232 hacia el microcontrolador PIC16F628 quien se comunica con el dispositivo de transmisión inalámbrica. Posteriormente el transceptor envía una información hacia la unidad de procesamiento para luego transmitirlos mediante un protocolo de comunicación de USB de un computador personal para luego visualizarlo en la pantalla LabView [17].

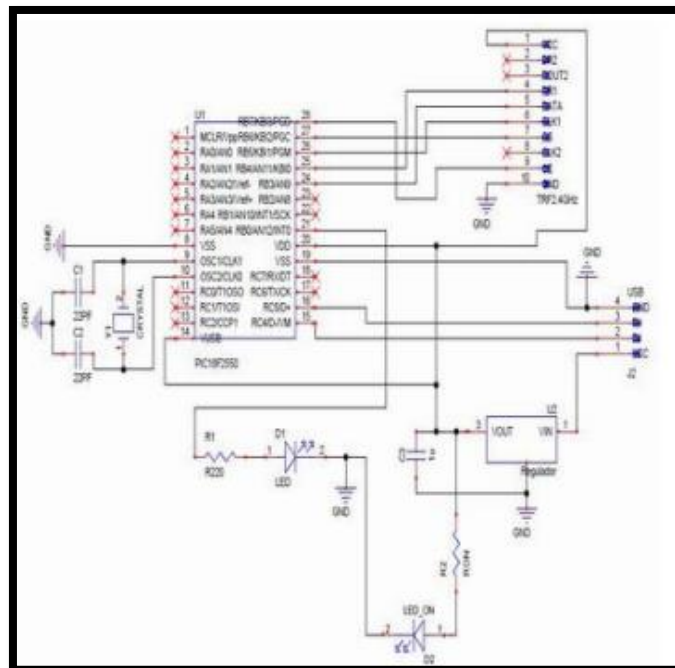


Figura 3.8: Módulo estación remota
Fuente: [17]

3.4. Sistema de riego

Es el conjunto de elementos físicos, que influyen en una determinada área sobre el adecua

miento de un cultivo, en torno a la necesidad de agua que requieran las plantas de un invernadero, esta función se realiza por goteos o emisores [18].

3.4.1. Sistema de riego por goteo

Su aplicación es realizada por un conteo de gotas uniforme y constante en donde el cultivo puede obtener mayor humedad para que pueda tener un buen crecimiento mediante la absorción de los nutrientes necesitado de riegos continuos en un intervalo de tiempo [18].

3.4.2 Sistema de riego programado

A través de un PCL, se hace posible establecer la cantidad definida de riego de acuerdo a las condiciones del suelo, temperatura o estado del cultivo que pueden proceder al horario que manualmente lo realice el ingeniero agrónomo en base a las horas sincronizadas. Para aplicar un producto al cultivo o realizar un riego fuera de lo programado, es posible ordenar un riego inmediato a través de la opción botón de riego manual, con el cual es posible realizar riegos de refresco, cuya duración puede ser definida y controlada desde el PLC. La duración típica para este tipo de riego es de 5 minutos [18].

3.4.3 Sistema de riego automático

El diseño comprende la forma continua para la aplicación de una segunda fase de un proyecto y sirve para monitorear permanentemente los parámetros como son, temperatura, humedad, radiación solar. Identificando el mejor momento para el riego. Se describe en la siguiente figura:

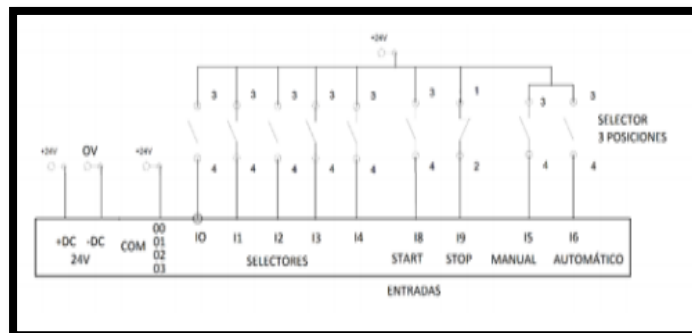


Figura 3.9: Conexión de entradas PCL
Fuente: [18]

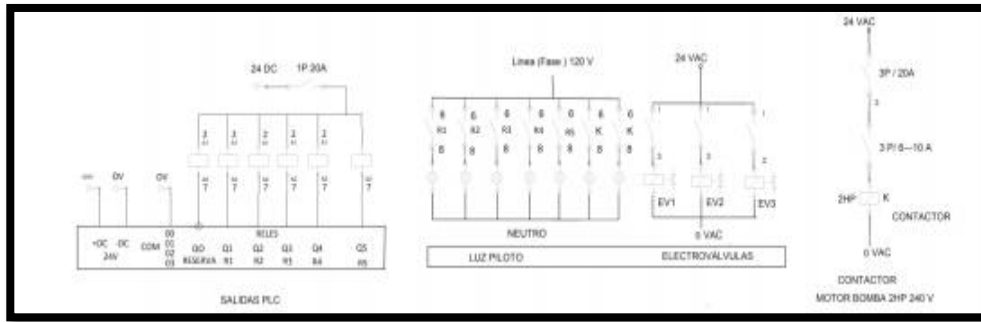


Figura 3.10: Conexión de salidas PCL y conexión de EV1 y EV2 que son las electroválvulas marca Nelson y EV3 es la electroválvula Fuente: [18]

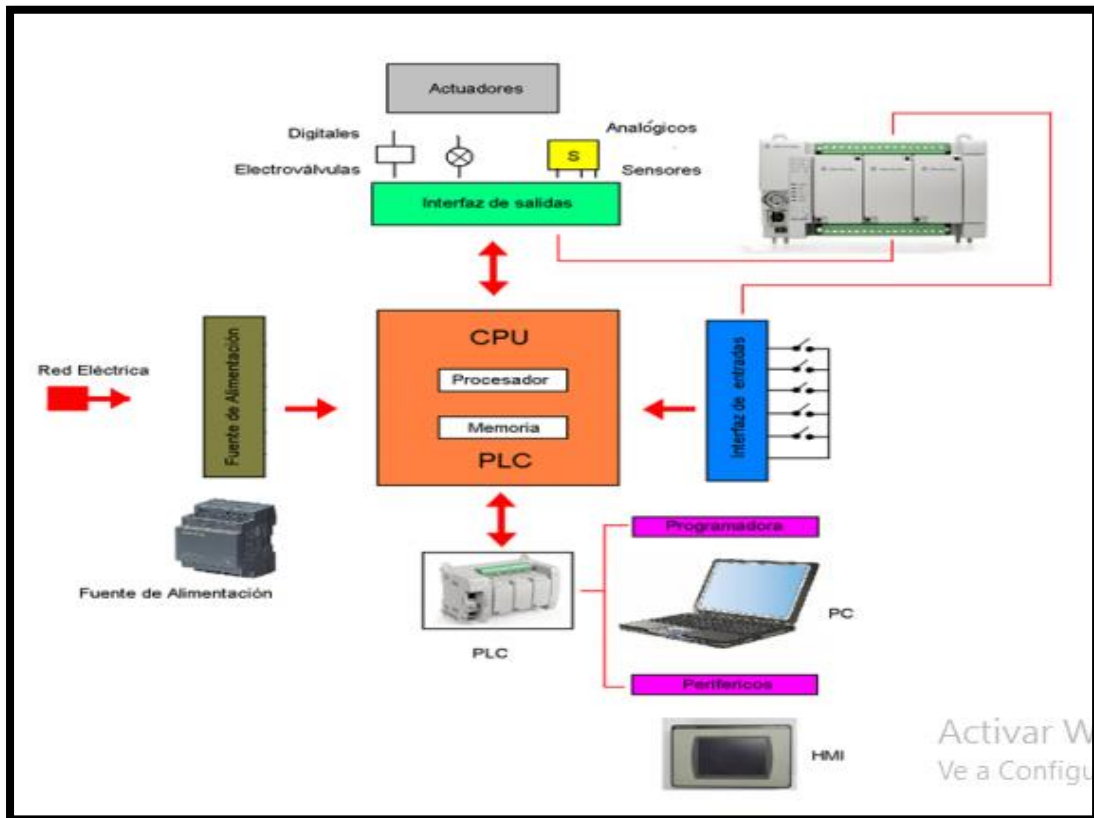


Figura 3.11: Diagrama de bloques para el sistema de riego Fuente: [18]

3.4.5 Sistema de riego por nebulización

Los emisores expulsan agua en forma de neblina sobre los cultivos que además de suministrar agua o fertilizante, contribuye a disminuir temperatura y elevar el nivel de humedad relativa. Por lo que, proporciona un riego uniforme y el tamaño de la gota no

ocasiona ningún daño a los cultivos y no compacta el sustrato [19].

El sistema de riego es ideal para: forraje verde hidropónico, germinación de semillas, producción de estacas o esquejes y producción de hongos porque está diseñado para brindar una amplia gama de caudales y diámetros de mojados, brindando un riego eficiente en todas las fases de crecimiento de tus plantas y para ahorrar agua y fertilizantes [19].

3.4.6 Tubería para el sistema de riego

La tubería es una herramienta necesaria que se encarga de la distribución del agua, en un determinado espacio adecuado para los cultivos del invernadero además para la ejecución de este elemento consta de dos tuberías como es la principal que transporta el recurso hídrico desde la fuente hacia el interior del invernadero. La secundaria es aquella que transporta el agua desde la tubería principal hacia las diferentes subdivisiones. Finalmente la tubería lateral que se conecta los goteros para el posterior regadío [20].

4. METODOLOGÍA

4.1. Tipo de investigación

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

4.1.2. Investigación de campo: se realizará en el campus de Salache de la Universidad Técnica de Cotopaxi en el invernadero N° 2, en la cual se obtendrá datos como los de humedad y temperatura, necesarios para la realización del sistema de control automatizado para el invernadero.

4.1.3. Investigación experimental: Con la obtención de los datos obtenidos de humedad y temperatura en el invernadero, se utilizarán para la ejecución del control automático de los mismos, dando paso al desarrollo de la programación más óptima que se pueda utilizar.

4.2. Métodos de investigación

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

4.2.2. Método de medición: se dará con los datos técnicos como niveles de humedad y temperatura, mediante la obtención de datos en el lugar de ejecución del proyecto, además que se utilizó equipos adecuados como sensores de humedad y temperatura, los cuales servirán para fijar los límites en los cuales deben mantenerse.

4.3. Técnicas e instrumentación

Con las mediciones de los sensores de humedad y temperatura se logra establecer una probabilidad de los rangos mínimos y máximos que puede llegar a alcanzar el invernadero, fijando los rangos óptimos en los cuales deben permanecer, permitiendo obtener la presión del agua a través de los sensores ubicados en el invernadero.

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 2200 entre un servidor OPC y este se comunicará con el software LabView y de esta manera se desarrollará el sistema.

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

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

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

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

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

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

movimiento de las aspas de los ventiladores para el control de la temperatura.

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

4.3.9 Medidor Sentron PAC 2200: 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.

4.3.10 TIA PORTAL: Software de ingeniería que permite manejar y configurar los procesos que deseamos automatizar, robusto, confiable y eficiente, su programación es basada en lenguaje KOP (Lenguaje de escaleras) y FUP (lenguaje por funciones), convirtiéndolo en uno de los softwares mayormente utilizados en el ámbito industrial.

El TIA PORTAL es uno de los mejores softwares para realizar los procesos de automatización requeridos, y para el presente proyecto se utilizó su última versión, la V15. En la presente propuesta se utilizó el lenguaje de escaleras para el desarrollo del control de las electroválvulas, ya que al poder trabajar con gráficos parecidos a contactos abiertos y cerrados facilita la programación del proceso, además, cuenta con funciones adicionales tales como: contadores, temporizadores, comparadores, matemáticas, etc.

5. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1 Diagrama de bloques.

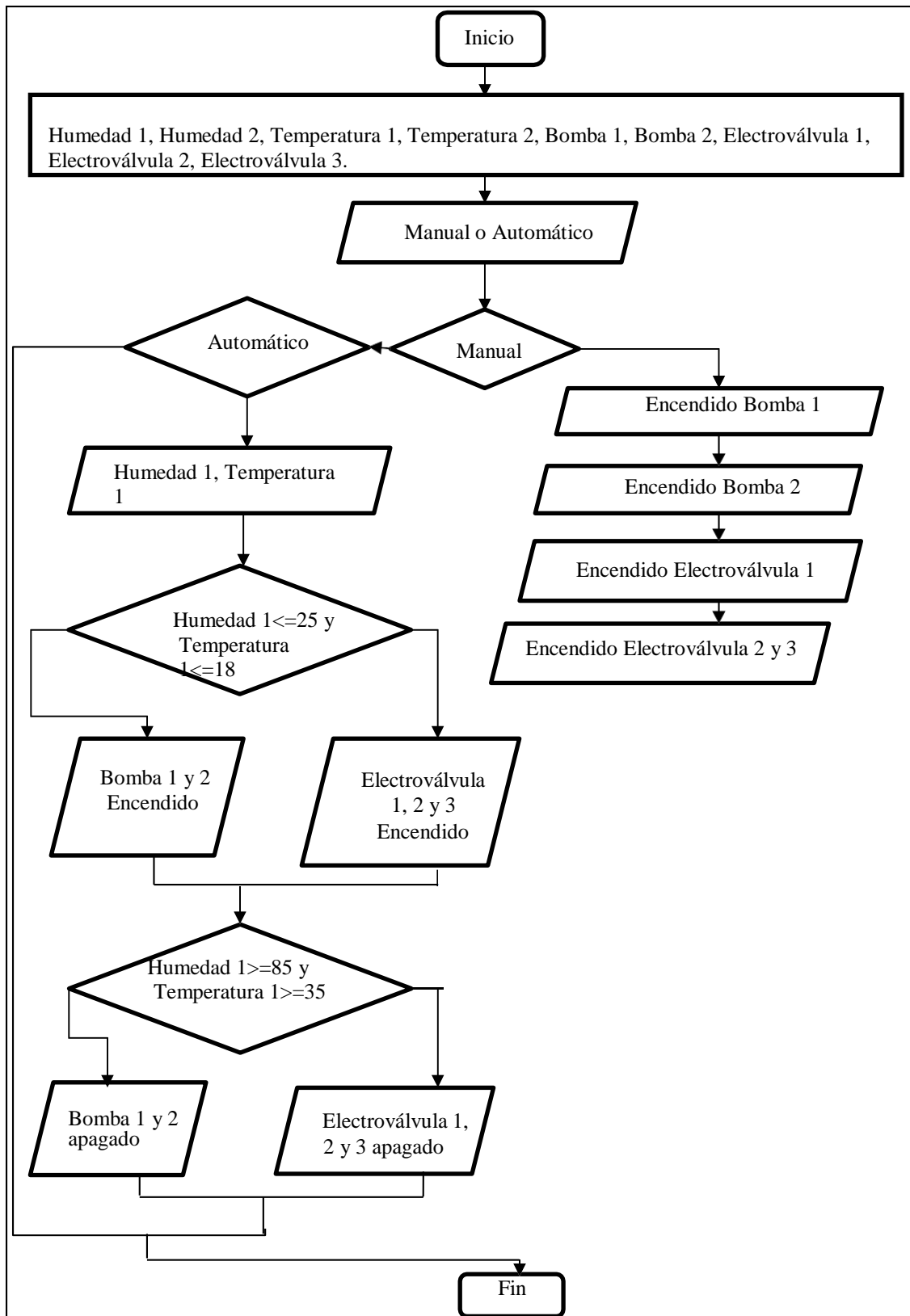


Figura 5.1: Diagrama de Bloques

5.2 Rango de humedad.

Según lo realizado y colectivamente con el asesoramiento de técnicos expertos en la materia, se ha puesto en consideración que el porcentaje de humedad para el invernadero será del 85 % de humedad y que el 25 % es humedad nula.

El encendido de las bombas de agua junto con sus respectivas electroválvulas se realizará al 85 % de humedad puesto que es porcentaje adecuado para el correcto desarrollo del cultivo de rosas.

Tal porcentaje tendrá un gran ayuda para los cultivos dentro del invernadero, por lo cual, la implementación del sistema de control de humedad es de mayor eficacia ya que mediante este sistema se puede llegar a este valor siempre y cuando aumente la producción del cultivo.

5.3 Rango de Temperatura

Para el sistema de monitoreo temperatura se realizó mediante la visita en el tablero de control ubicado en el bloque adjunto, además establecer los rangos de temperatura que van desde los 18 a 35 °C, si la temperatura censada es mayor al valor de temperatura máxima establecida el sistema de manera automática disminuirá el porcentaje, además si la temperatura alcanza un valor de 36° C, si con esta condición no se logra disminuir la temperatura entra la etapa de encendido de las electroválvulas para el riego en las secciones.

5.4 Dimensionamiento de las bombas de agua

Las bombas de agua utilizadas en este proyecto, tienen las siguientes características:

Tabla 5.1: Características de las bombas de agua.

Bomba de agua de 1HP	
Potencia	1 HP
Litros por minuto	50
Succión máxima	8 metros
Voltaje	110 voltios
Caudal máximo	60 metros

Fuente: [8]



Figura 5.2: Datos de la placa de las bombas centrífugas.

Fuente: [8]

5.5 Selección del Breaker

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

Para la selección del Breaker utilizado en el proyecto, nos basamos en la siguiente tabla:

Tabla 5.2: Corriente de la Bomba de agua.

CONSUMO DE AMPERAJE DE LA BOMBA DE AGUA (A CARGA TOTAL DE (60Hz)							
Monofásico			VDC				
HP	115 V	230 V	HP	120 V	240 V	HP	240 V
1/6	4,4	2,2					
1/4	5,8	2,9	1/4	2,9	1,5	15	55
1/3	7,2	3,6	1/3	3,6	1,8	20	72
1/2	9,8	4,9	1/2	5,2	2,6	25	89
3/4	13,8	6,9	3/4	7,4	3,7	30	106
1	16	8	1	9,4	4,7	40	140
1 ½	20	10	1 ½	13,2	6,6	50	173
2	24	12	2	17	8,5	60	206

Fuente: [8]

5.6 Dimensionamiento del contactor.

Ya que el contactor es uno de los elementos más importantes dentro del control de las bombas centrífugas, éste se debe dimensionar de la manera más adecuada.

Su misión es la de cerrar unos contactos, para permitir el paso de la corriente a través de ellos. El contactor utilizado tiene las siguientes características:



Figura 5.3: Contactor

Fuente: [8]

Tabla 5.3: Corriente de la Bomba de agua.

Características del contactor monofásico	
Tensión nominal de la bobina	110 V
Corriente de carga inductiva	32 A
Corriente de carga resistiva	50 A
Montaje de Relé	Carril DIN
Número de polos	1

Fuente: [8]

5.7 Selección del PLC

El PLC seleccionado para el proyecto fue el PLC S7-1200 CPU: 1212C, que tiene las siguientes características:

Tabla 5.4: Características del PLC AC/DC/RELAY CPU 1212C 24VAC

CARACTERÍSTICAS	CPU 1212C
E/S Integrada	8 ED/6SD
E/S Análogas integradas (0-10V)	2 EA
Expansión tarjeta señal (SB)	1
Expansión módulos de señal (SM)	2
Expansión módulos de comunicación (CM)	3
Memoria de programa / Datos	25 KB/1 KB
Expansión de memoria	24 MB

Tipo de ejecución CPU (bit de operación)	0.1 μ S
Contadores rápidos	3x100 kHz
1x30 kHz	-
3x30 kHz	-
Reloj tiempo real	Sí
Salida de pulsos	2x100 kHz
Interfaces de comunicación	1xEthernet
Grado de protección	IP20
Dimensiones AnxAixPr (mm)	90x100x75

Fuente: [8]

5.8 Dimensionamiento del Relé Térmico

Para la selección del relé térmico se debe multiplicar por un factor, el cual nos dice que la corriente necesaria para el arranque de un motor es 3 veces la corriente nominal, tenemos:

$$I_{Relé} = 3xI_n \quad (5.1)$$

$$I_{Relé} = 3x10A$$

$$I_{Relé} = 30A$$

Donde I_n es la corriente nominal y $I_{Relé}$ es la corriente del Relé Térmico.



Figura 5.4: Relé Térmico

Fuente: [8]

5.9 Características de la pantalla HMI KTP400 4"

Tabla 5.5: Características de la pantalla HMI KTP400 4"

CARACTERÍSTICAS	PANTALLA HMI KTP400 4"
Pantalla	Pantalla TFT de 4,3" (Resolución de 480 x 272, 64.000 colores)
Tipo	Pantalla táctil con 4 teclas de función táctiles programables
Interfaz	1 interfaz Ethernet
Puertos	1 puerto USB
Dimensiones	141 x 116 x 41 mm (An x Pr x Al)
Tensión de alimentación	24 V DC

Fuente: [8]

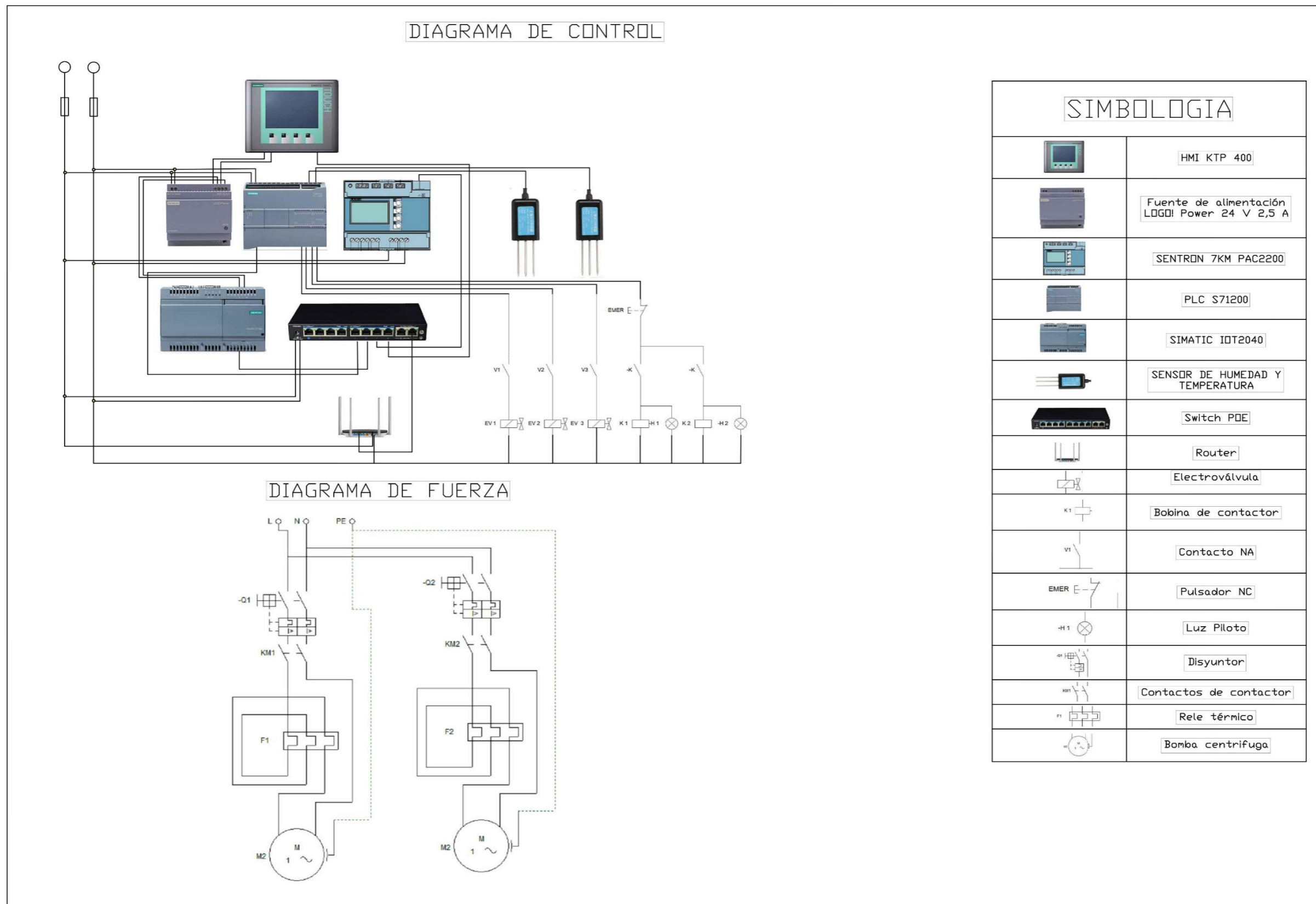


Figura 5.5: Plano de Esquema de Control Automático y Manual

5.10 Programación en el TIA PORTAL

Para la etapa de programación se realiza el primer segmento, en el cual se definen las variables tanto de entradas como de salidas, y se designan los debidos nombres a cada uno de los elementos que estarán involucrados.

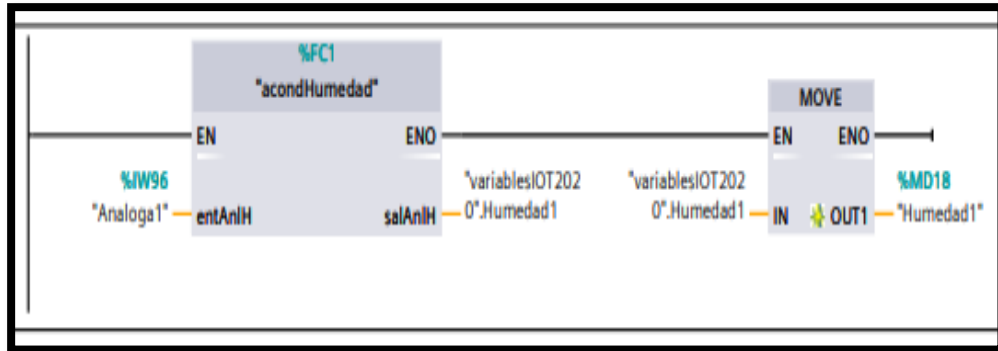


Figura 5.1: Segmento 1 programación – sensores de humedad IOT

El segundo segmento, en el cual se definen el acondicionamiento de la temperatura para enviar al IOT

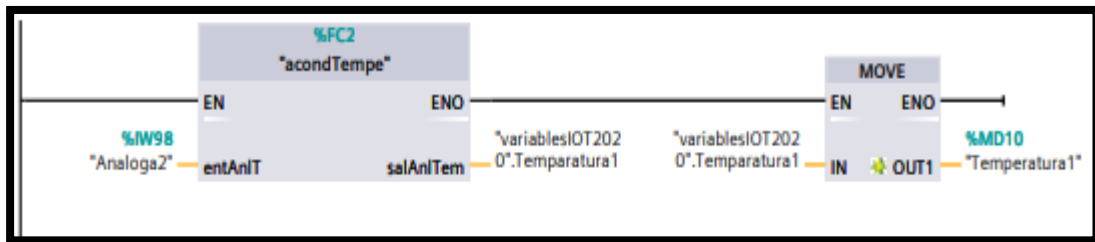


Figura 5.2: Segmento 1 programación – sensores de temperatura IOT

Posteriormente se realizó el debido acondicionamiento del sensor de humedad, logrando así, asignar un mínimo y un máximo a los sensores de humedad.

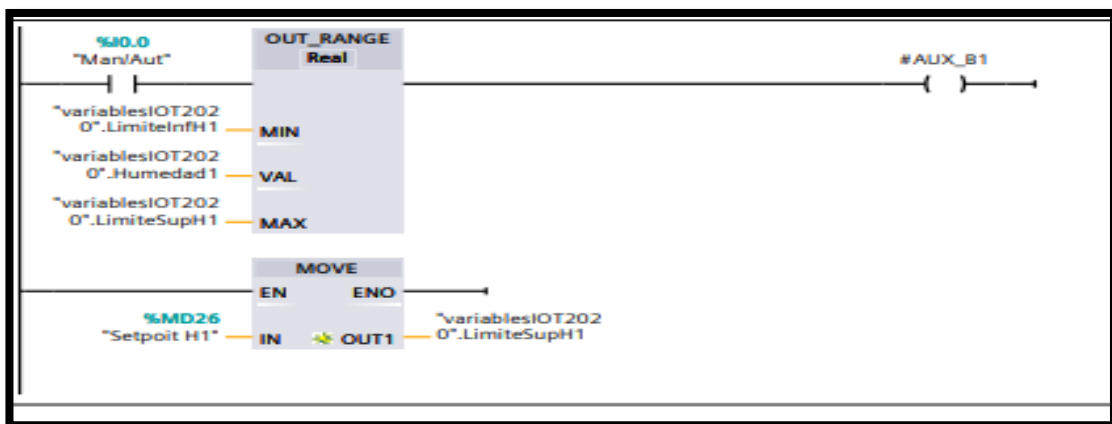


Figura 5.3: Segmento 3 de la programación – Acondicionamiento de la señal de humedad

Una vez realizado el acondicionamiento de las señales de entrada, procedemos con el segmento 4, en el cual se ponen los límites del funcionamiento de las electroválvulas y de las bombas de agua que, de acuerdo a la señal del sensor de humedad, éstos pueden encenderse, como también apagarse siempre y cuando exista agua en el reservorio caso contrario no se activara por ningún motivo el sistema, ya que esta señal será emitida por un flotador de nivel.

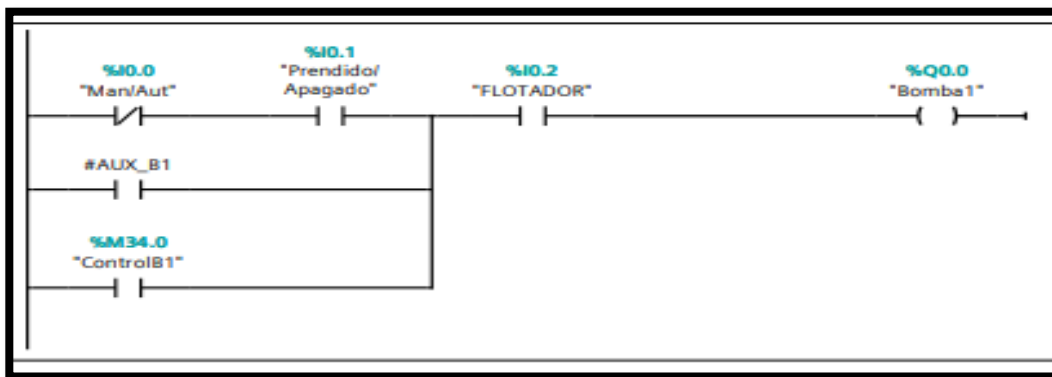


Figura 5.4: Segmento 4 de la programación – Arranques de bomba 1

De igual manera se realiza las condiciones respectivas para el accionamiento de la bomba 2 que depende de la existencia de agua en el reservorio, ya que esta señal será emitida por el flotador de nivel de agua.

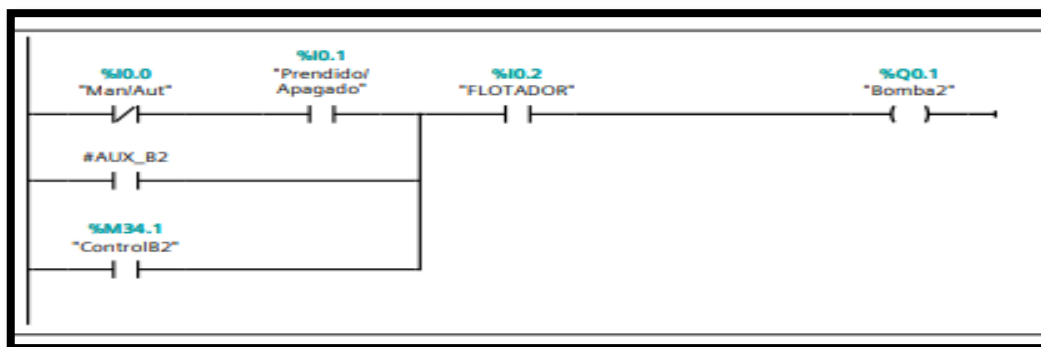


Figura 5.5: Segmento 5 de la programación – Arranques de bomba 2

Posterior mente se refleja todas las variables establecidas para ser emitidas al PLC, y la asignación del rango de humedad En el bloque presentado a continuación, se declara que al momento de que el PLC reciba una señal (previamente escalonada) menor o igual al 25 % por parte del sensor de humedad, se activan las electroválvulas 1 y 2 conjuntamente con las bombas de agua, en lo que significa que el cultivo necesita del recurso de agua.

	Nombre	Tipo de datos	Dirección	Rema...	Acces...	Escrib...	Visibl...	Comenta
1	ManiAut	Bool	%I0.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
2	Prendido/Apagado	Bool	%I0.1		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
3	FLOTADOR	Bool	%I0.2		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
4	Entrada3	Bool	%I0.3		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
5	Entrada4	Bool	%I0.4		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
6	Entrada5	Bool	%I0.5		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
7	Entrada6	Bool	%I0.6		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
8	Entrada7	Bool	%I0.7		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
9	Analoga1	Int	%IW96		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
10	Analoga2	Int	%IW98		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
11	Analoga3	Int	%IW100		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
12	Analoga4	Int	%IW102		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
13	Analoga01	Int	%IW64		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
14	Analoga02	Int	%IW66		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
15	humedadT1	Real	%MD0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
16	salAnT	Real	%MD4		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
17	salAnT(1)	Real	%MD8		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
18	Bomba1	Bool	%Q0.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
19	Bomba2	Bool	%Q0.1		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
20	ElecVal1	Bool	%Q0.2		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
21	ElecVal2	Bool	%Q0.3		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
22	ElecVal3	Bool	%Q0.4		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
23	ControlB1	Bool	%MB4.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
24	Temperatura1	Real	%MD10		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
25	Temperatura2	Real	%MD14		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
26	Humedad1	Real	%MD18		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
27	Humedad2	Real	%MD22		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
28	Setpoint H1	Real	%MD26		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	85
29	Setpoint H2	Real	%MD30		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	85
30	ElecVal4	Bool	%Q0.5		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
31	ControlB2	Bool	%MB4.1		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
32	<Agregar>				<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	

Figura 5.6: Segmento 4 - "MARCA" cuando la humedad 1 es menor o igual al 25%

Por otra parte, al llegar una señal al PLC del 85% por parte del sensor de humedad 1, las bombas de agua y las electroválvulas 1 y 2, se deben desactivar automáticamente, ya que una señal del 85% significa que los cultivos se encuentran en perfectas condiciones de humedad.

	Nombre	Tipo de datos	Dirección	Rema...	Acces...	Escrib...	Visibl...	Comenta
1	ManiAut	Bool	%I0.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
2	Prendido/Apagado	Bool	%I0.1		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
3	FLOTADOR	Bool	%I0.2		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
4	Entrada3	Bool	%I0.3		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
5	Entrada4	Bool	%I0.4		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
6	Entrada5	Bool	%I0.5		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
7	Entrada6	Bool	%I0.6		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
8	Entrada7	Bool	%I0.7		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
9	Analoga1	Int	%IW96		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
10	Analoga2	Int	%IW98		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
11	Analoga3	Int	%IW100		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
12	Analoga4	Int	%IW102		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
13	Analoga01	Int	%IW64		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
14	Analoga02	Int	%IW66		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
15	humedadT1	Real	%MD0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
16	salAnT	Real	%MD4		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
17	salAnT(1)	Real	%MD8		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
18	Bomba1	Bool	%Q0.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
19	Bomba2	Bool	%Q0.1		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
20	ElecVal1	Bool	%Q0.2		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
21	ElecVal2	Bool	%Q0.3		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
22	ElecVal3	Bool	%Q0.4		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
23	ControlB1	Bool	%MB4.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
24	Temperatura1	Real	%MD10		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
25	Temperatura2	Real	%MD14		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
26	Humedad1	Real	%MD18		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
27	Humedad2	Real	%MD22		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
28	Setpoint H1	Real	%MD26		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	85
29	Setpoint H2	Real	%MD30		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	85
30	ElecVal4	Bool	%Q0.5		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
31	ControlB2	Bool	%MB4.1		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
32	<Agregar>				<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	

Figura 5.7: Segmento 5 "MARCA" cuando la humedad 1 es mayor o igual al 85%

5.11. Programación de la Pantalla HMI

Para la programación del HMI de la pantalla, se inicia con todos los detalles de visualización, donde creamos el entorno de inicio como de control.

En la presente figura se muestra cómo está realizada la programación para la parte principal de la pantalla detallando los nombres de los autores del proyecto, el tema el cual se está ejecutando, también se puede visualizar como existen un botón el cual nos permite dirigir hacia la pantalla de ejecución del sistema.



Figura 5.8: Pantalla principal HMI

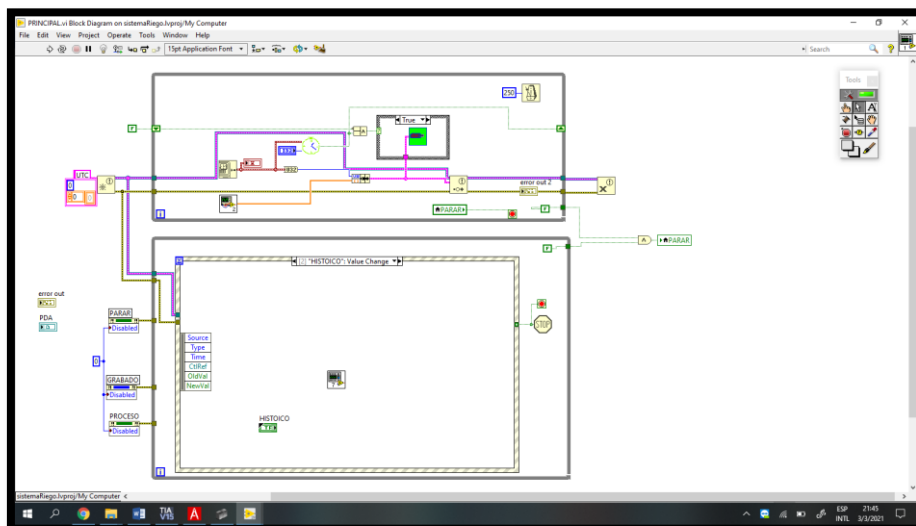


Figura 5.9: Programación de HMI para la pantalla principal

En la presente figura se muestra la programación del control de las bombas de agua y de las electroválvulas de forma manual, la temperatura, y el nivel de agua que se encuentra en el reservorio.

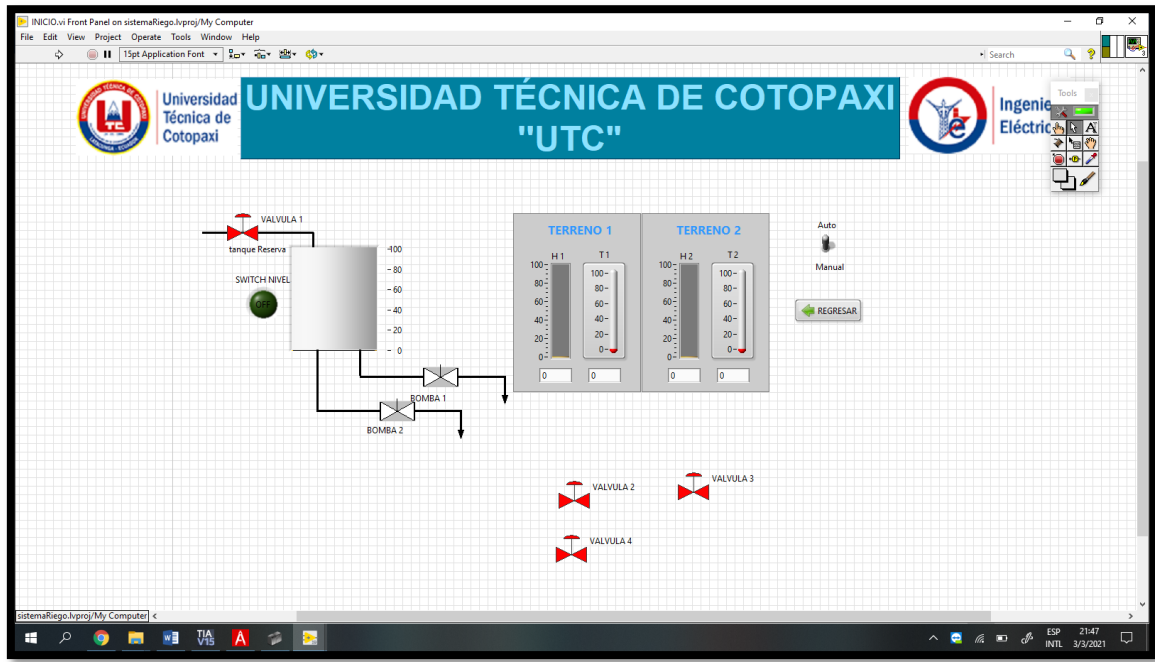


Figura 5.10: Pantalla de control del sistema de riego

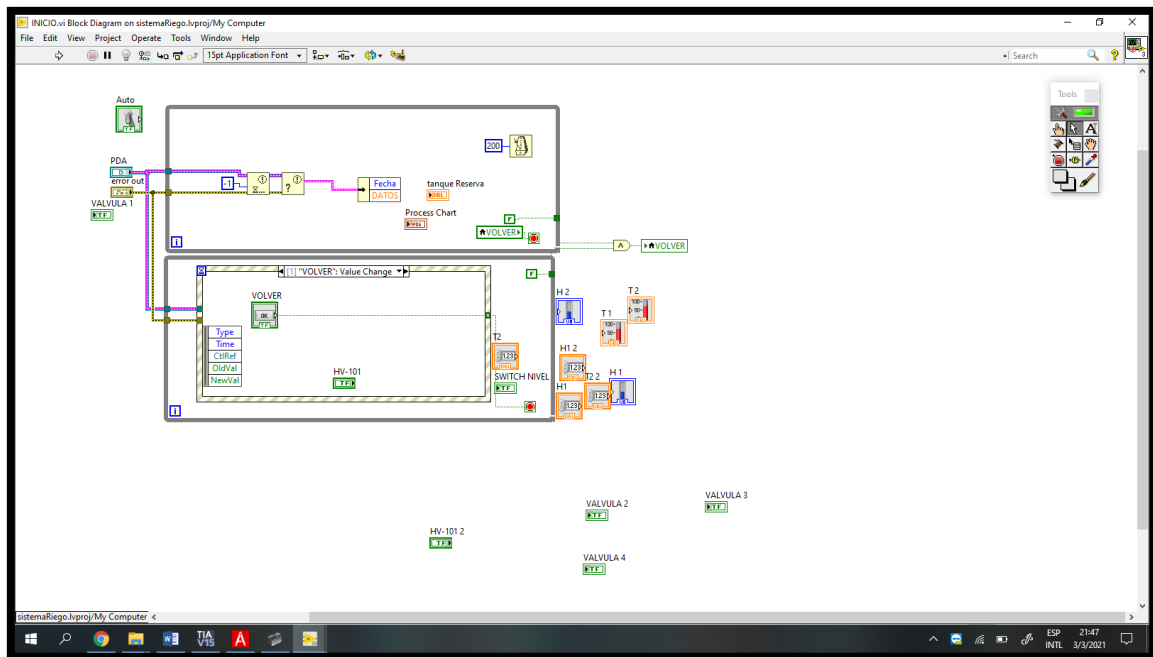


Figura 5.11: programación Pantalla de control del sistema de riego

A continuación, tenemos la programación de las diferentes variables tales como: curva de humedad, temperatura y variables eléctricas, en la cual se podrá visualizar una curva que se dibujará a lo largo del tiempo las 24 horas del día, y mediante esta curva el usuario podrá analizar los días con menos cantidad de humedad y los días con más humedad.



Figura 5.12: Curva de variables

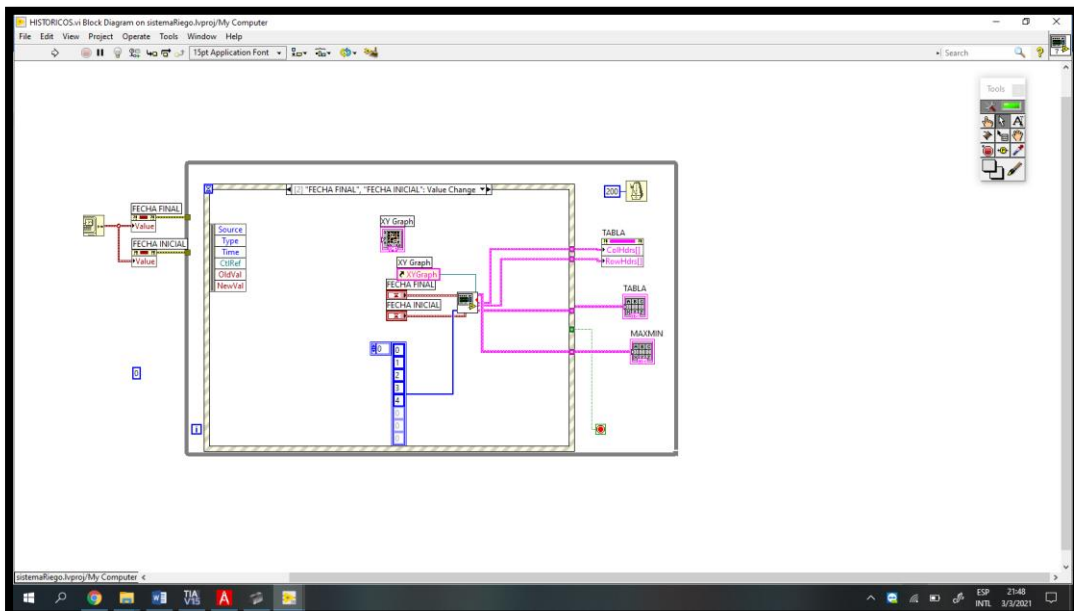


Figura 5.13: Programación Curva de variables

5.12 Curva de humedad vs tiempo

Tabla 5.12. Datos para la obtención de humedad vs tiempo

#	Hora	Humedad %
1	9:15	20,2
2	9:20	20,7
3	9:25	21,2
4	9:30	21,7
5	9:35	22,2
6	9:40	22,7
7	9:45	23,2
8	9:50	23,7
9	9:55	24,2
10	10:00	25
11	10:05	39,9
12	10:10	40,05
13	10:15	40,2
14	10:20	40,35
15	10:25	40,5
16	10:30	40,65
17	10:35	40,8
18	10:40	40,95
19	10:45	39
20	10:50	38,4
21	10:55	37,8
22	11:00	37,2
23	11:05	39,5
24	11:10	40,2
25	11:15	40,9
26	11:20	41,6
27	11:25	42,3
28	11:30	43
29	11:35	43,7
30	11:40	44,4
31	11:45	45,1
32	11:50	45,8
33	12:00	52,2
34	12:05	55,4
35	12:10	58,6
36	12:15	61,8
37	12:20	65,4
38	12:25	72,6
39	12:30	80,5



Figura 5.14: Curva de humedad vs tiempo

6. Presupuesto y análisis de impacto

Este epígrafe de la propuesta tecnológica consiste en detallar la parte económica financiera que tiene un sistema de monitoreo de temperatura, humedad y control de agua para cultivos del invernadero N°2 del campus Salache.

6.1. Listado de materiales

Tabla 6.1: Gastos Directos

ITEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	V.UNITARIO	V.TOTAL
1	Analizador de red SENTRON 7KM PAC2200	1	\$ 395,00	\$ 395,00
2	Gabinete metálico liviano 60x40x20cm ip41 beige	1	\$ 60,00	\$ 60,00
4	Relay 8 pinesplanos my2 2na 2nc 5a 110vac	4	\$ 3,00	\$ 12,00
6	Base para relay 8 pines planos my2	4	\$ 2,50	\$ 10,00
7	Bornera de paso p riel 2 5mm 24 12awg 32a	12	\$ 0,40	\$ 4,80
9	Cable flexible tff #18awg	60	\$ 0,25	\$ 15,00
10	Selector 22mm 3pos plast 2na	1	\$ 3,15	\$ 3,15
11	Amarras 10cm t4hd negra dxn3004n	1	\$ 1,80	\$ 1,80

12	Transformador de corriente 60 5a	1	\$ 12,00	\$ 12,00
14	Terminal puntera simple 18 16awg amarillo	2	\$ 2,25	\$ 4,50
16	Boya con cable de 2 metros 10a 250vac azul	1	\$ 11,50	\$ 11,50
18	Riel din 35mm 1metro	2	\$ 2,45	\$ 4,90
20	Canaleta ranurada gris dxn10042 25x40mm	2	\$ 7,15	\$ 14,30
21	Fusible cilíndrico 10x38mm 2a	4	\$ 0,65	\$ 2,60
22	Base fusible 10x38mm 32a 1p	1	\$ 2,30	\$ 2,30
23	Base fusible con led 10x38 3p 32a	1	\$ 5,25	\$ 5,25
25	Base para relay 8 pines planos my2	2	\$ 1,97	\$ 3,94
26	Ubiquiti litebeam m5 23dbi airmax 5ghz 802.11a/n largo alcance incluye poe	2	\$ 95,00	\$ 190,00
27	Electroválvula 24v	1	\$ 30,00	\$ 30,00
28	Simatic iot2040 24vdc 1gb ram 2 Ethernet industrial 2 rs232 rs485 1 usb	1	\$ 480,00	\$ 480,00
30	Cable utp cat6 de red exterior	100	\$ 0,60	\$ 60,00
31	Triplex Cable de aluminio 3x6 AWG	40	\$ 1,75	\$ 70,00
32	Switch sg108 8 Puertos	1	\$ 25,00	\$ 25,00
33	Memoria SD 8 GB	1	\$ 10,00	\$ 10,00
			sub total	\$ 1.428,04
			IVA 12%	\$ 171,36
			TOTAL	\$ 1.599,40

Fuente: Chango, R. & Llenez, R. (2021)

6.2. Presupuesto total del sistema

Tabla 6.2: Presupuesto total

Rubro	Tipo de recurso		SUBTOTAL
	Efectivo	En especie	
Gastos directos compra y uso de equipos	1599,40	-	1599,40
Gastos indirectos	200,00	-	200,00
TOTAL			1799,40

Fuente: Chango, R. & Llenez, R. (2021)

6.3 Calculo del VAN y el TIR

Tabla 6.3: Valores económicos anuales pretendidos

AÑO	INVERSIÓN	INGRESOS TOTALES	MANTENIMIENTO Y FUNCIONAMIENTO	
0	\$ 1.799,40	\$ -	\$ -	\$ -
1	\$ -	\$576,00	\$92,97	\$483,03
2	\$ -	\$576,00	\$92,97	\$483,03
3	\$ -	\$576,00	\$92,97	\$483,03
4	\$ -	\$576,00	\$92,97	\$483,03
5	\$ -	\$576,00	\$92,97	\$483,03

Tabla 6.4: Calculo del VAN y TIR

							CFN	
							9,32%	
							TASA DE DESCUENTO	
PROYECTO	INVERSIÓN	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5		
SISTEMA DE RIEGO	\$ - 1.799,40	\$483,0 3	\$483,0 3	\$483, 03	\$483,0 3	\$483,03	\$63,92	10,6 9%

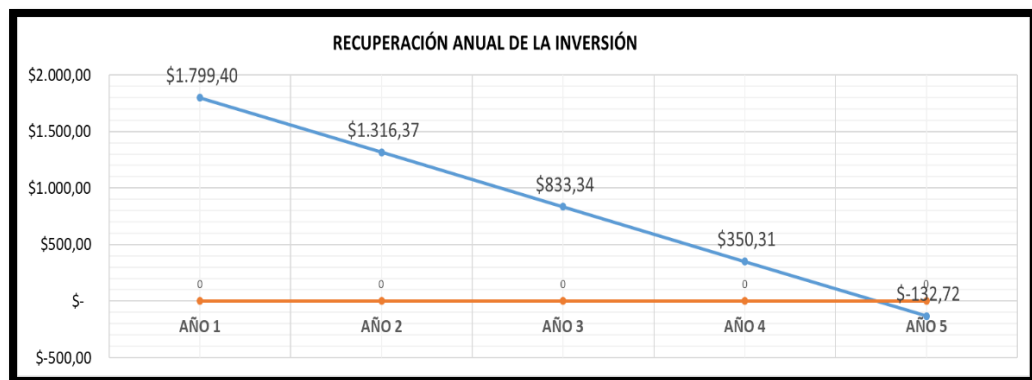


Figura 6.1: Curva de recuperación anual de la inversión

6.4 Análisis de impactos

6.4.1 Impacto técnico

El estudio del impacto técnico se lo realiza dados los cambios de las variables climatológicas que se presentan en el invernadero, ya que existe una pérdida de tiempo cuando el operador debe constatar a que humedad y temperatura están sometidos los cultivos y tomar medidas correspondientes, por ello se ha implementado este sistema de monitoreo de temperatura y control de humedad, siendo un gran avance tecnológico como muestra del crecimiento de la carrera de Ingeniería Eléctrica en beneficio de la facultad de Ciencias Agropecuarias.

6.4.2 Impacto social

Dentro del impacto social que muestra la implementación del sistema de monitoreo de temperatura, control de humedad y agua en el invernadero N° 2 del campus Salache beneficia a los estudiantes, docentes y personal de mantenimiento ya que al tener un control automatizado sus niveles de conocimiento crecen al utilizar esta tecnología avanzada para los invernaderos.

6.4.3 Impacto ambiental

La implementación del sistema de monitoreo y control muestra un impacto enorme con el medio ambiente ya que al controlar las variables climatológicas dentro del invernadero se mejora la producción de rosas. Además, lo primordial es garantizar un entorno óptimo para el crecimiento adecuado de los cultivos.

6.4.3 Impacto económico

El sistema de monitoreo y control beneficiara económicamente a la institución debido a que se preserva el ahorro de energía y mano de obra utilizada, a través de la optimización del control en tiempo real, además reduce el riesgo de deterioro de equipos eléctricos y mecánicos, lo que se convierte en un ahorro de recursos técnicos y financieros.

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1. CONCLUSIONES

- Por medio de la información adquirida referente al monitoreo y control de variables ambientales y eléctricas se puede concluir cuales son los elementos propuestos para el desarrollo de un sistema de implementación que permita registrar y controlar la humedad y temperatura de acuerdo a las necesidades de requeridas.
- Mediante el sistema de control se podrá disminuir el nivel de humedad y temperatura de acuerdo a las activaciones los diferentes sensores y actuadores, mediante la apertura de las electroválvulas y encendido de bombas, para mantener el rango de humedad de 25% y el 85%, y la humedad entre 18° y 25° grados centígrados.
- Dentro del proceso de implementación establecido se efectuó mediante sistemas eléctricos, electrónicos y mecánicos que permite realizar el monitoreo de los niveles de humedad y temperatura controlando dichas variables, permitiendo un sistema automatizado que opera de forma rápida y precisa de acuerdo al comportamiento que presente el invernadero.
- Con la instalación de esta tecnología, las personas que realizan actividades agronómicas podrán alcanzar y mejorar sus ingresos económicos, ya que al analizar el VAN y el TIR es viable por su valor positivo y su recuperación de

inversión será en 4 años.

7.2. RECOMENDACIONES

- Este sistema de monitoreo, control y riego automático contiene algunos elementos y equipos tecnológicos, éstos deben ser controlados y operados por personal competente que efectúen el debido mantenimiento cuando sea requerido.
- Se recomienda implementar la acometida trifásica para la operación eficiente del módulo de control, el cual está diseñado y proyectado para la conexión de dicho voltaje.
- Dimensionar y utilizar adecuadamente bombas específicamente para el sistema de goteo, ya que puede forzar el sistema hidráulico y presentar problemas a largo plazo.
- Se recomienda realizar un plan de mantenimiento de las tuberías de riego y caudal del tanque cisterna, para evitar pérdidas de recurso hídrico y presión en el sistema.
- Se recomienda proponer a los estudiantes de la carrera de Ingeniería Eléctrica, realicen la repotenciación del módulo, completando la investigación y adecuación del sistema de monitoreo y control de presión y caudal ya que son dos variables de indispensable análisis dentro de los procesos de producción del invernadero.
- Se recomienda a la universidad extender la red de internet hacia el invernadero N° 2 del campus Salache, para poder enviar y monitorear remotamente las variables climatológicas del sistema implementado en el invernadero.

8. BIBLIOGRAFÍA

- [1] O. Espinoza, A. Quevedo y J. Bauer, «Prototipo para automatizar un sistema de riego multicultivo,» *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, vol. 2, n° 4, p. 24, 2016.
- [2] A. Moreno, C. Tijerina y H. Acosta, *Automatización de un sistema de riego localizado aplicado a una plantación de durazno*, Segunda ed., Bogotá: Limussa, 2016, p. 164.
- [3] A. Silva, *Meteorología e climatología*, Primera ed., Basilia: INMET, 2016, p. 152.
- [4] P. Muñoz, J. Buitrago y Á. Arboleda, «Sistema de instrumentación y monitoreo para el invernadero la Aldana de la universidad del Quindío,» *Scientia et Technica*, n° 49, p. 289, 2017.

- [5] P. Castro, Sistema de riego automatizado en tiempo real con balance hídrico, medición de humedad del suelo y lisímetro, Segunda ed., México: Agric tec, 2016, p. 154.
- [6] L. Ramos, «Diseño y construcción de un sistema de riego por aspersión en una parcela demostrativa,» Riobamba, 2016.
- [7] J. Váscones y L. Chamba, «Diseño e implementación de un sistema de riego automatizado y controlado de forma inalámbrica para una finca en Guayaquil,» Guayaquil, 2016.
- [8] F. Pardo, «Automatización de un sistema de riego para el control de humedad en los cultivos en el centro experimental #2 de Salache de la Universidad Técnica de Cotopaxi,» Universidad Técnica de Cotopaxi, Latacunga, 2020.
- [9] H. Suntasi, «Diseño e implementación de control y monitoreo de temperatura ambiental y humedad relativa al suelo, para el mejoramiento de la calidad del invernadero ubicado en la ciudad de Pujilí 2017,» Universidad Técnica de Cotopaxi, Latacunga, 2017.
- [10] E. Fliger y L. Padovani, Sensor de humedad conductivo en sólidos con aplicación en invernaderos Ingeniería en Automatización y Control Industrial, México: Trillas, 2016.
- [11] J. Sánchez y F. Guzmán, Modelado de la transpiración de un cultivo de tomate bajo invernadero para el diseño de sistemas de control de riego, Lima: Limussa, 2017.
- [12] A. Alvarado, «Monitoreo (“Scouting”) Agricultura Orgánica,» 19 Junio 2015. [En línea]. Available: <http://academic.uprm.edu/>.
- [13] M. Mamani, M. Villalobos y R. Herrera, «Sistema web de bajo costo para monitorear y controlar un invernadero agrícola,» *Revista Chilena de ingeniería*, vol. 25, nº 4, p. 21, 2017.
- [14] L. Flores, «Redes industriales,» 2017. [En línea]. Available: <http://elprofelugi.emiweb.es/medias/files/clase-1-2-ri.pdf>.
- [15] P. Lombardi, «Salto tecnológico en Azapa y Lluta: Mallas antiáfidos, portainjertos de hortalizas y el boom de las semilleras en Africa,» 4 Marzo 2016. [En línea]. Available: www.redagricola.com/reportajes/hortalizas/mallas-antiafidos-portainjertos-de-hortalizasy-el-boom-de-las-semilleras-en-a.
- [16] J. Días, «Tecnología de invernaderos. Curso superior de especialización,» 13 Julio 2016. [En línea]. Available: https://www.infoagro.com/industria_auxiliar/control_climatico.htm.
- [17] J. Montero y K. Antón, Tecnología del invernadero, Buenos Aires: Universidad de Buenos

Aires, 2016, p. 128.

- [18] G. Berenz, «Lectura remota de las variables de un invernadero usando telemetría,» 14 Mayo 2017. [En línea]. Available: adiocomunicaciones.net/pdf/telemetria/lectura-remota-invernadero-telemetria.pdf.
- [19] E. Amaya, «Diseño e Implementación de Sistema de Riego Automatizado en un Invernadero de la Escuela Nacional de Agricultura, ENA.,» *Revista tecnológica*, vol. 5, n° 7, p. 25, 2018.
- [20] C. Méndez, nvernadero automatizado para el desarrollo de la agricultura familiar en el marco de la seguridad alimentaria, Guatemala, 2016.
- [21] D. Moreta y E. Venegas, «SISTEMA DE MONITOREO Y RECOPIACIÓN DE DATOS PARA EVALUAR LA CALIDAD DE ENERGÍA Y CONSUMOS EN LA CÁMARA DE TRANSFORMACIÓN N°2 EN LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI, CAMPUZ LA MATRIZ, PERIODO 2020.,» Universidad Técnica de Cotopaxi, Latagunga, 2020.

9. ANEXOS

ANEXO I



Figura I.1: Herramientas y material para acometida

ANEXO II



Figura II.1: EPP'S

ANEXO III



Figura III.1: Instalación de alimentación

ANEXO IV

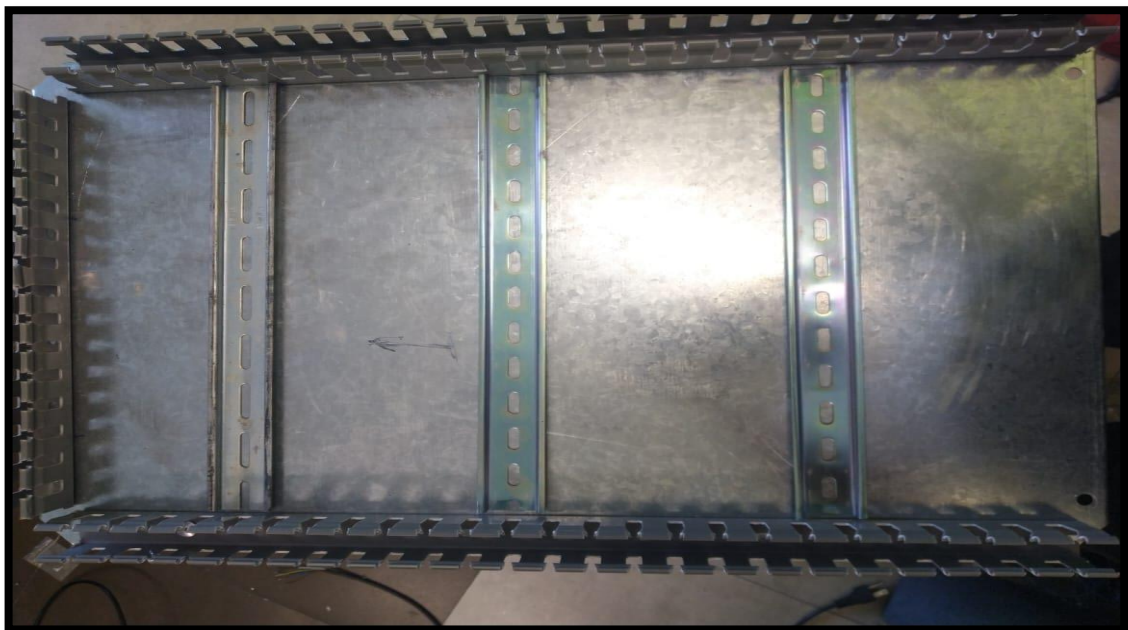


Figura IV.1: Instalación de canaletas y riel din

ANEXO V

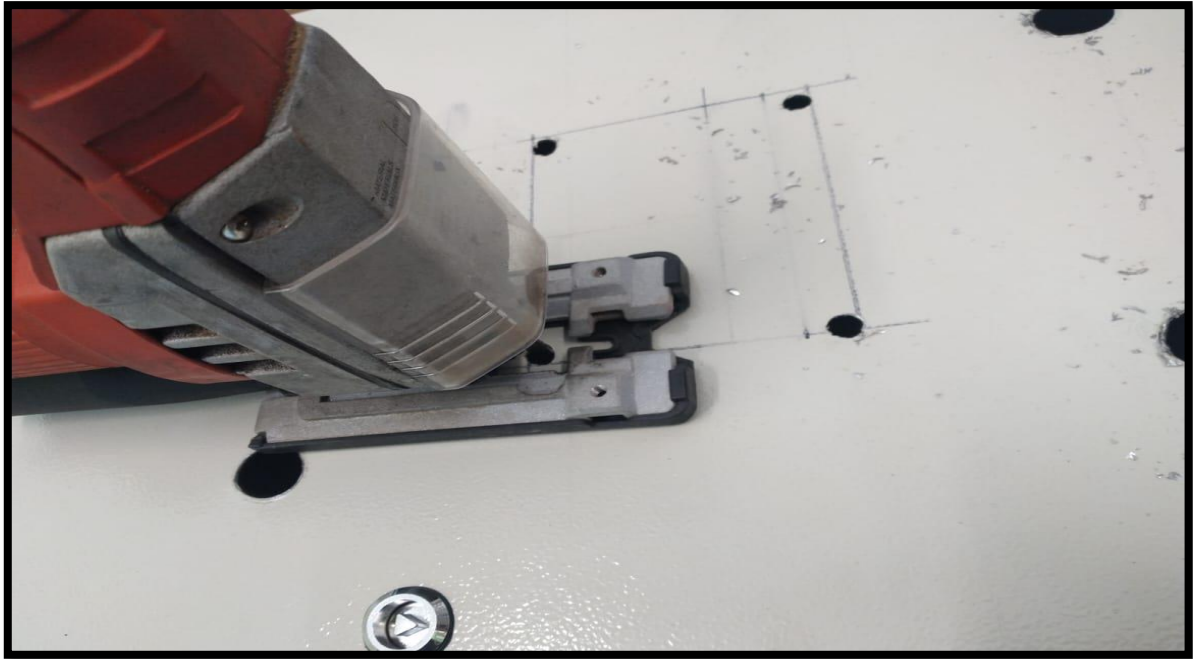


Figura V.1: Corte de tablero

ANEXO VI



Figura VI.1: Perforacion de tablero

ANEXO VII

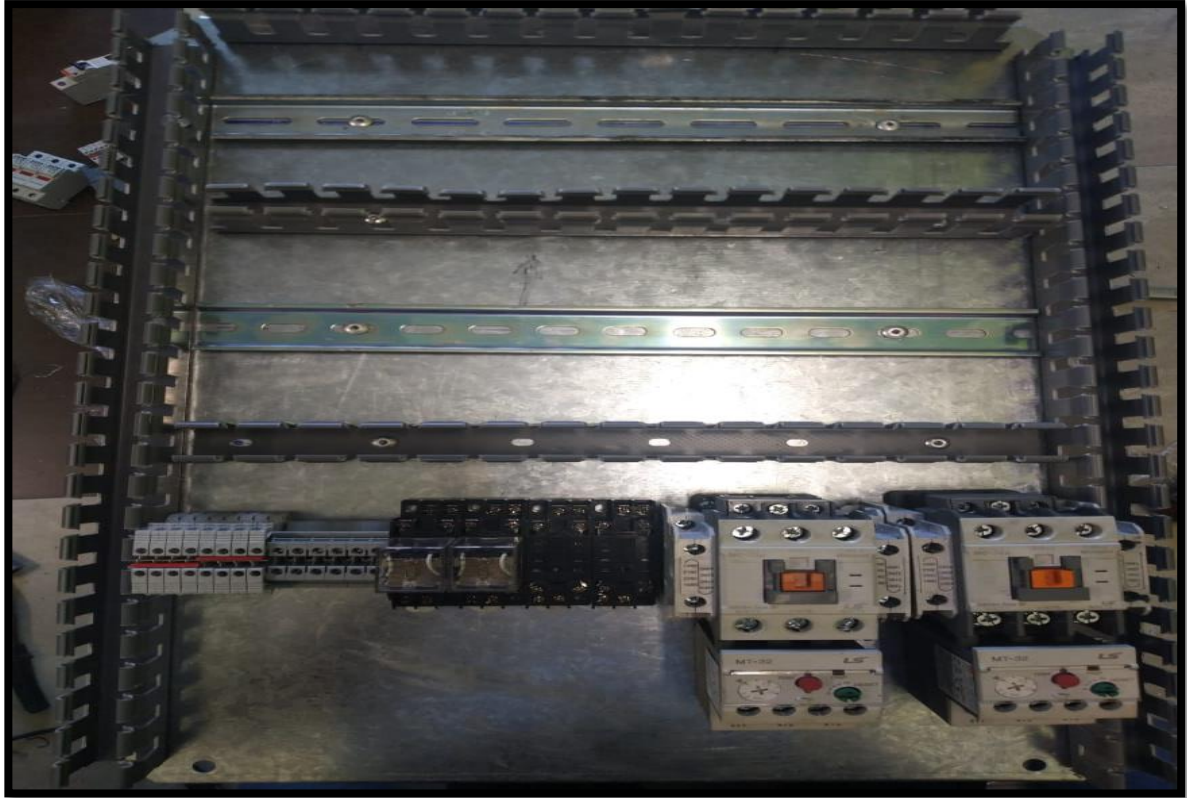


Figura VII.1: Montaje de equipos

ANEXO VIII

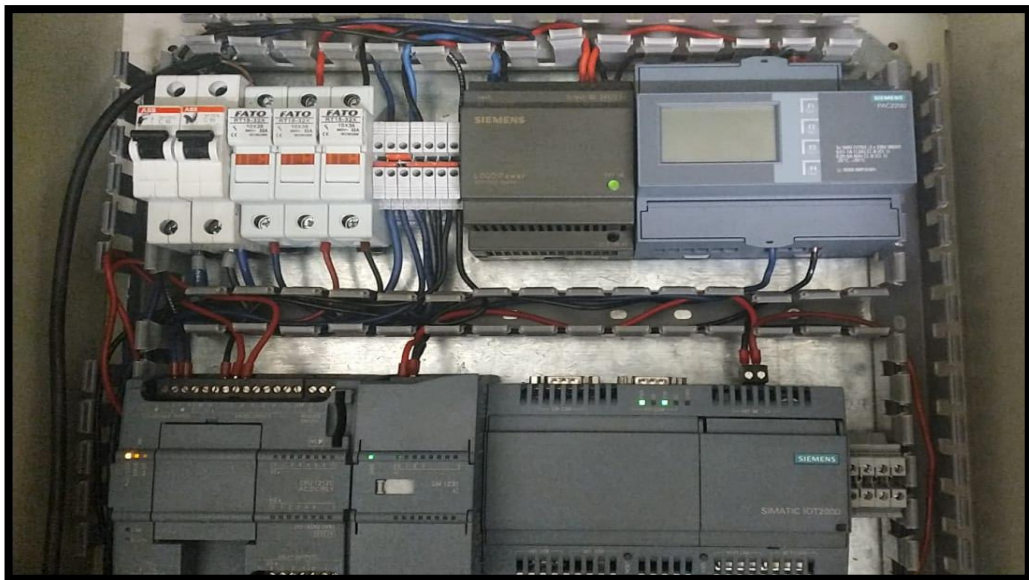


Figura VIII.1: Conexión interna del tablero

ANEXO IX



Figura IX.1: Comprobacion de funcionamiento SENTRON PAC

ANEXO X



Figura IX.1: Ajuste de borneras

ANEXO XI



Figura XI. 1: Colocacion de tablero de control

ANEXO XI



Figura XI.1: Cableado de bombas

ANEXO XII



Figura XII.1: Pruebas de alimentacion del tablero de control

ANEXO XIII



Figura XIII.1: Conexión de electroválvulas

ANEXO XIV



Figura XIV.1: Comprobación de la pantalla HMI

ANEXO XVI



Figura XVI.1: Colocación del flotador de nivel

ANEXO XVII



Figura XVII.1: Prueba de activación de electroválvulas

ANEXO XVIII



Figura XVIII.1: Ubicación de electroválvula en tanque de reservorio

ANEXO XIX



Figura XIX.1:Ubicación de sensores de humedad

ANEXO XX



Figura XX.1:Alimentacion de tuberia para el llenado del reservorio

ANEXO XXI



Figura XXI.1: Colocacion de antena ubiquiti punto a punto

ANEXO XXII



Figura XXII.1: Instalacion de la rack de datos hacia la antena

ANEXO XXIII



Figura XXIII.1: Conexión del TC

ANEXO XXIV



Figura XXIV.1: Conexión total del tablero

ANEXO XXV



Figura XXV.1: Conexión de KPT y Router para transmisión de datos

ANEXO XXVI



Figura XXVI.1: Sistema de monitoreo

ANEXO XXVII



Figura XXVII.1: Módulo de control operando

ANEXO XXVIII

Totally Integrated Automation Portal	
controlRiego / Controlador [CPU 1212C AC/DC/Rly] / Bloques de programa Main [OB1]	
Main Propiedades	
General	
Nombre	Main
Número	1
Tipo	OB
Idioma	KOP
Numeración	Automático
Información	
Título	"Main Program Sweep (Cycle)"
Autor	
Comentario	
Versión	0.1
ID personalizada	
Main	
Nombre	Temp
Tipo de datos	Bool
Valor predet.	
Comentario	
AUX_B1	Bool
AUX_B2	Bool
dato3	Real
Constant	
Segmento 1:	
Segmento 2:	

Totally Integrated Automation Portal	
Segmento 3:	
Segmento 4:	
Segmento 5:	

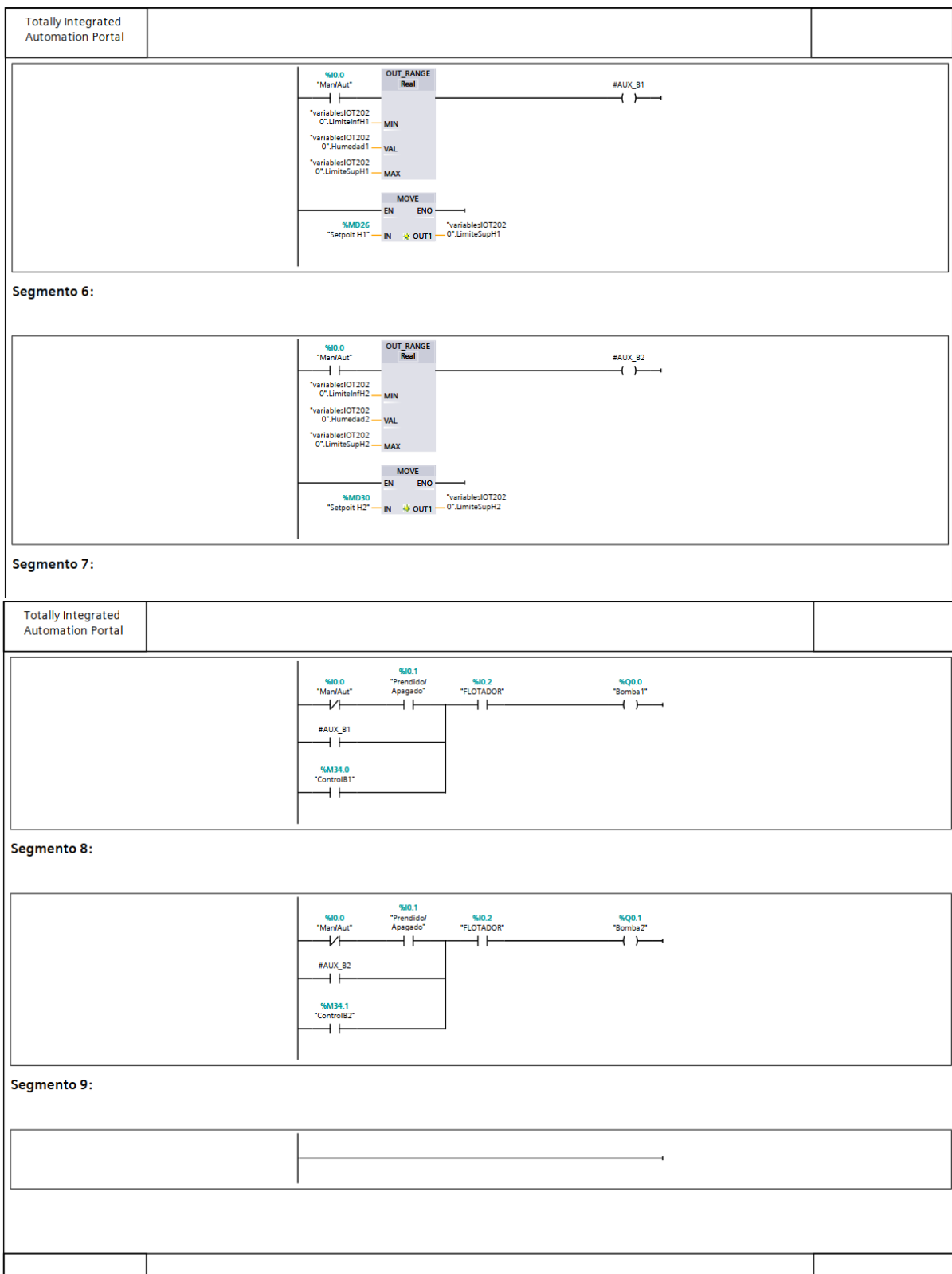


Figura XXVIII.1: Programación

MANUAL



MANUAL DE OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO Y CONTROL



AUTORES:

- ✓ CHANGO ORTIZ ROLANDO RIGOBERTO
- ✓ LLANEZ IÑIGUEZ RICHARD JEISSON

Manual de usuario

El presente manual detalla cada uno de los pasos que se deben seguir para el correcto funcionamiento del sistema, así el operador tendrá un mejor conocimiento con la interfaz gráfica de la pantalla KPT, de tal manera que pueda operar el sistema de monitoreo y control sin complicaciones.

Paso 1:

Reconocer el tablero de monitoreo de temperatura, control de humedad y agua del invernadero #2 del Centro experimental Salache.



Paso 2:

Activación del sistema

1. El tablero de control está constituido por un selector de dos posiciones, el cual tiene la función de encender o apagar directamente las bombas, para lograr el encendido se debe girar el selector hacia la posición derecha, al estado on.
2. También consta de un selector de tres posiciones, el cual permite operar el sistema de control de manera manual y automática, la posición central hace referencia a un punto neutro de operación.
3. Para constatar el encendido o apagado del sistema se tiene luces piloto (rojas y verdes), cuando se observe las luces rojas encendidas, significará que las bombas se encuentran apagadas (off), de igual manera si las luces verdes se encuentran encendidas, significa que las bombas se encuentran encendidas (on),.

BOMBA 1



BOMBA 2



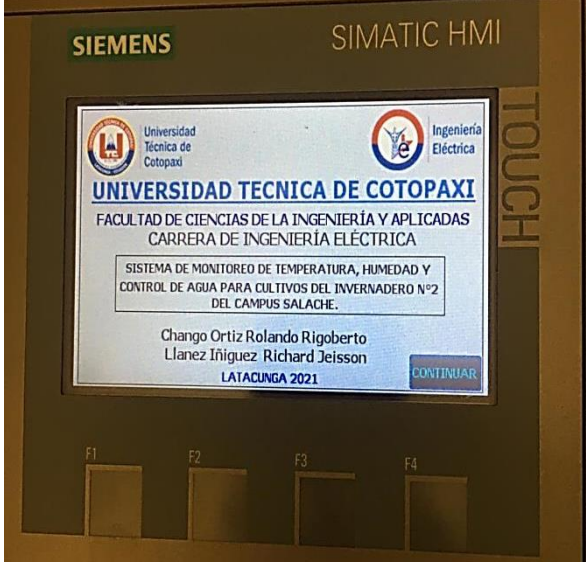
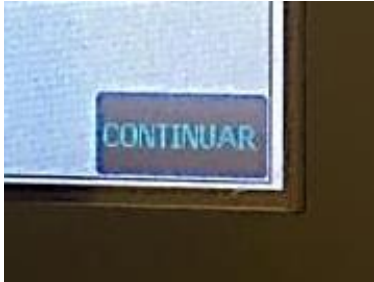


OFF

ON



BOMBAS

<p>4. También se encuentra instalado un botón auxiliar para detener el sistema al momento de tener alguna condición de falla en el mismo.</p>	<div style="text-align: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 10px;">AUTO / MANUAL</div>  <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 10px;">PARO DE EMERGENCIA</div>  </div>
<p>Paso 3:</p> <p>La pantalla KTP400 se enciende al momento de energizar el tablero activando las protecciones principales.</p> <p>Esta pantalla contiene varias opciones, que el operador elegirá de acuerdo al manual de procedimientos que detallaremos adelante.</p>	
<p>Paso 4:</p> <p>Para poder ingresar al menú de opciones, se debe presionar el botón "continuar", el cual una vez presionado desplegará el menú de controles.</p>	

Paso 5:

Una vez presionado el botón “continuar”, se mostrará el menú de opciones que se detalla a continuación:

- ÁREA 1
- ÁREA 2
- SET POINT HUMEDAD 1
- SET POINT HUMEDAD 2
- PROCESO

De acuerdo a la necesidad del operador, se elegirá cualquiera de esas opciones.



Paso 6:

OPCIÓN AUTOMÁTICO

Una vez elegida la opción “Automático”, se desplegará la siguiente pantalla.

En esta pantalla se puede apreciar el porcentaje de humedad y temperatura registrada por los sensores ubicados en las secciones del invernadero.

Y dependiendo del rango de la humedad ubicado en el set point, se activarán o se desactivarán las bombas y electroválvulas.



Paso 7:

OPCIÓN MANUAL

Una vez elegida la opción “Manual”, se obtiene la pantalla mostrada a continuación.

En esta pantalla se muestra cada uno de los elementos a controlar, con sus pertinentes opciones de encendido y apagado.

Los elementos a controlar son:

- 2 bombas centrífugas
- 3 electroválvulas



Paso 8:

OPCIÓN SET POINT

En esta pantalla se muestra la opción de definir el set point para realizar el control de humedad, ya sea el límite superior o máximo o inferior o mínimo.

Una vez el rango de humedad se encuentre dentro o fuera de los límites definidos, las bombas y electroválvulas, se encenderán o se apagarán para llegar al rango óptimo.

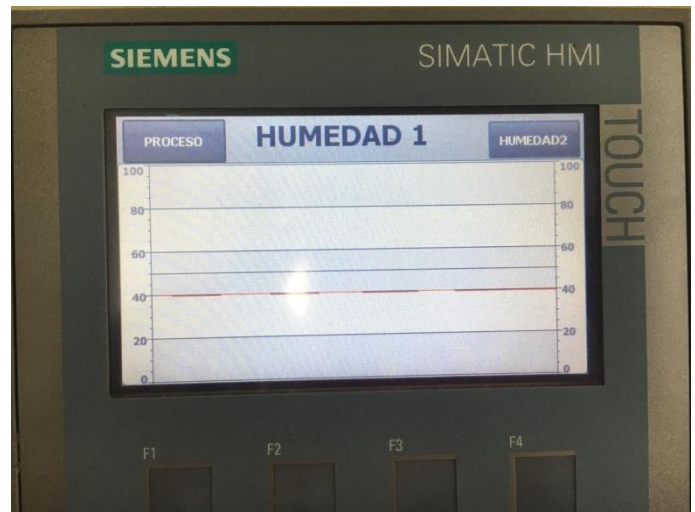
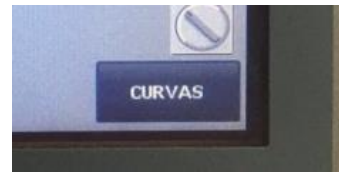


Paso 9:

OPCIÓN CURVA DE VARIABLES

En esta pantalla se puede apreciar las curvas de humedad 1,2 y temperatura 1,2 registradas en tiempo real por los sensores.

Si la curva aumenta de forma creciente, hace referencia a que está aumentando, y por el contrario se ve de forma decreciente nos muestra una reducción de las variables censadas.



Nota: Para regresar al menú de inicio, se debe seleccionar la opción “**Proceso**”