



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI FACULTAD DE CIENCIAS DE LA
INGENIERÍA Y APLICADAS
CARRERA INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA
PROPUESTA TECNOLÓGICA**

**AUTOMATIZACIÓN DE UN INVERNADERO DE TOMATE RIÑÓN,
PARA EL CONTROL Y MONITOREO DE LA HUMEDAD DEL SUELO Y
LA TEMPERATURA INTERNA DEL INVERNADERO.**

Proyecto de Titulación presentado previo a la obtención del Título de Ingenieros en
Electromecánica

Autores:

Toalombo Yumbopatin Titu Sayri

Iza Velva Luis Santiago

Tutor:

Ing. Edwin Homero Moreano Martínez Ms.C.

LATACUNGA – ECUADOR

Marzo 2022



Ingeniería
Electromecánica

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Nosotros, **Iza Velva Luis Santiago y Toalombo Yumbopatin Titu Sayri**, declaramos ser los autores de la presente Propuesta Tecnológica: **“AUTOMATIZACIÓN DE UN INVERNADERO DE TOMATE RIÑÓN, PARA EL CONTROL Y MONITOREO DE LA HUMEDAD DEL SUELO Y LA TEMPERATURA INTERNA DEL INVERNADERO.”**, siendo el Ing. Edwin Homero Moreano Martínez, tutor del presente; y eximimos expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certificamos que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de nuestra exclusiva responsabilidad.

Atentamente,

Iza Velva Luis Santiago

C.I. 0503901191

Toalombo Yumbopatin Titu Sayri

C.I. 1805227566



AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE TITULACIÓN

En calidad de Tutor del Trabajo de Investigación sobre el título: **“AUTOMATIZACIÓN DE UN INVERNADERO DE TOMATE RIÑÓN, PARA EL CONTROL Y MONITOREO DE LA HUMEDAD DEL SUELO Y LA TEMPERATURA INTERNA DEL INVERNADERO”**, de Toalombo Yumbopatin Titu Sayri, e Iza Velva Luis Santiago, de la carrera Ingeniería Electromecánica, considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias De La Ingeniería y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, Marzo 2022

Ing. Edwin Homero Moreano Martínez

CC: 0502607500



APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la FACULTAD de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas; por cuanto, los postulantes: Toalombo Yumbopatin Titu Sayri e Iza Velva Luis Santiago con el título de Proyecto de titulación: “ **AUTOMATIZACIÓN DE UN INVERNADERO DE TOMATE RIÑÓN, PARA EL CONTROL Y MONITOREO DE LA HUMEDAD DEL SUELO Y LA TEMPERATURA INTERNA DEL INVERNADERO**”, han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Sustentación de Proyecto.

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

Latacunga, Marzo 2022

Para constancia firman:

Lector 1 (Presidente)
Nombre: Ing.MSc. Byron Corrales
CC: 050234776-8

Lector 2
Nombre: PhD. Héctor Laurencio
CC: 17583672-2

Lector 3
Nombre: Ing.MSc. Cristian Gallardo
CC: 0502847692



AVAL DE IMPLEMENTACIÓN

Mediante el presente documento, pongo en consideración que los Sres. Estudiantes: Iza Velva Luis Santiago portador de la cedula de ciudadanía 050390119-1 y Toalombo Yumbopatin Titu Sayri portador de la cedula de ciudadanía 180522756-6, estudiantes de la Universidad Técnica de Cotopaxi de la carrera de Ingeniería Electromecánica, realizaron el diseño e implementación de su proyecto tecnológico bajo el nombre de **“AUTOMATIZACIÓN DE UN INVERNADERO DE TOMATE RIÑÓN, PARA EL CONTROL Y MONITOREO DE LA HUMEDAD DEL SUELO Y LA TEMPERATURA INTERNA DEL INVERNADERO”**. Trabajo que fue desarrollado de manera satisfactoria logrando obtener resultados positivos.

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

Latacunga, Marzo 2022


.....

Sr. Toalombo Jacinto

C.C. 1801507870

AGRADECIMIENTO

En el presente trabajo agradezco a Dios por ser mi guía fundamental en el transcurso de mi vida, brindándome paciencia y sabiduría para culminar con éxito mi meta propuesta. A mis padres quienes son mi motor y mi mayor inspiración que, a través de su amor, paciencia, buenos valores, ayudaron a trazar mi camino pese a las adversidades e inconvenientes que se presentaron. Agradezco a todos los docentes que, con su sabiduría, conocimiento y apoyo y motivaron a desarrollarme como persona y profesional en la Universidad Técnica de Cotopaxi.

Luis Iza.

AGRADECIMIENTO

A Dios por haberme permitido tener la familia que tengo, a la Virgen por protegerme en cada una de las instancias que he atravesado dentro y fuera de la universidad y por darme fortaleza para seguir adelante.

A mis padres por haberme enseñado con su ejemplo a nunca rendirme, y brindarme su apoyo incondicional en todo momento, a mi familia que siempre estuvieron apoyándome y queriendo verme cumplir mis metas, a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a la Carrera de Ingeniería Electromecánica por haberme acogido y formarme dentro de sus aulas.

Titu Toalombo.

DEDICATORIA

Dedico especialmente este proyecto de tesis a Mis padres María Yumbopatin ,Jacinto Toalombo ,porque me guiaron por el camino del bien , me apoyaron en los momentos difíciles de mi ciclo de estudios y me supieron dar sus sabios consejos de superación hacia el camino del éxito, para comprometerme a dar más pero con mucha sencillez y humildad y a Dios por sus bendiciones y sabiduría que ha guiado en mi camino, no fue fácil pero tampoco imposible, la frase que más me llevo que nos dijeron en primer ciclo que la carrera no es de velocidad sino de resistencia y el que persevera alcanza gracias U.T.C.

Titu Toalombo

DEDICATORIA

A mis padres Luis Iza y María Velva por todos los sacrificios que han realizado por nuestra familia, a mis seres querido que se encuentran en el cielo cuidándome, a toda mi familia que siempre me han sabido dar ánimos, A mis hijos Santiago y Carlos que son lo más hermoso que me dio la mi vida, a mi mujer Jhomayra por estar siempre a mi lado en cada momento de mi vida y ayudarme a surgir como persona, también agradecer a todos los docentes de mi querida universidad que me ayudaron a formarme como profesional y me inculcaron buenos valores y compartieron con mi hijo todos sus conocimientos.

Luis Iza

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI FACULTAD DE CIENCIAS
DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS**

TÍTULO: “PROPUESTA DE AUTOMATIZACIÓN DE UN INVERNADERO DE TOMATE RIÑÓN, PARA EL CONTROL Y MONITOREO DE LA HUMEDAD DEL SUELO Y LA TEMPERATURA INTERNA DEL INVERNADERO”

Autores:

Toalombo Yumbopatin Titu Sayri

Iza Velva Luis Santiago

RESUMEN

La automatización en la industria va en aumento porque facilita controlar, monitorear varios procesos de forma autónoma reduciendo la necesidad de interferencia de personal de trabajo en los procesos, se busca fomentar la industrialización de sistemas automáticos de control de variables que facilite al sector agrícola, las labores de riego, control de temperatura, para mejorar la producción. Es por esto que el presente proyecto de titulación trata de una propuesta de automatización de sistemas de ventilación y de riego de tomate riñón, para el control y monitoreo de temperatura y humedad en el invernadero, el lugar de la implementación está ubicado en la comunidad de Cuatro Esquinas de la parroquia Santa Rosa, Cantón Ambato, provincia de Tungurahua, en el cual se describe la implementación de un sistema electromecánico capaz de obtener datos de estas variables, mediante la utilización de un sensor de humedad y un sensor de temperatura los cuales brindarán voltajes para la configuración y sintonización, en el PLC, este en cambio activará la bomba y las electroválvulas, si los niveles de humedad disminuyen el límite y se desactivara al llegar a un nivel estándar, a su vez los 2 motores de la cortinas y los extractores se activaran de ser necesario un flujo de aire para el control de temperatura nominal que existe en microclima del invernadero, los datos de los sensores y el control se verán reflejados en un HMI KTP 400. Con la automatización del sistema se determinó los rangos de humedad de 25 a 30% y de temperatura óptima 10 a 30°C, con los cuales se establecieron parámetros de trabajo estable en la mejora de producción libre de enfermedades provocadas por el control manual de variables.

Palabras clave: Automatización, Variables, Temperatura, Humedad.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI

FACULTY OF ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES

TITLE: " PROPOSAL FOR THE AUTOMATION OF A BEEF TOMATO GREENHOUSE FOR THE CONTROL AND MONITORING OF SOIL HUMIDITY AND INTERNAL GREENHOUSE TEMPERATURE. "

Authors: Toalombo Yumbopatin Titu Sayri

Iza Velva Luis Santiago

ABSTRACT

Automation in the industry is increasing because it facilitates control, monitoring various processes autonomously reducing the need for interference of working personnel in the processes, it seeks to promote the industrialization of automatic control systems of variables that facilitate the agricultural sector, the work of irrigation, temperature control, to improve production. This is why this degree project deals with a proposal for the automation of a beef tomato greenhouse, for the control and monitoring of soil moisture and internal temperature of the greenhouse, the implementation site is located in the community of Cuatro Esquinas in the parish of Santa Rosa, Canton Ambato, which describes the implementation of an electromechanical system capable of obtaining data from variables of temperature and soil moisture, through the use of a humidity sensor and a temperature sensor which will provide voltages for configuration and tuning in the PLC, this in turn will activate the pump and solenoid valves, if the humidity levels decrease the limit and will be deactivated when reaching a standard level, in turn the 2 motors of the curtains and the extractors will be activated if necessary an air flow for the nominal temperature control that exists in the greenhouse microclimate, the data from the sensors and control will be reflected in a HMI KTP 400. With the automation of the system it was determined according to a bibliographic analysis, the ranges of humidity from 25 to 30% and optimum temperature 10 to 30°C, which stable working parameters established in the improvement of production free of diseases caused by the manual control of variables.

Keywords: Automation, Variables, Temperature, Humidity.



UNIVERSIDAD
TÉCNICA DE
COTOPAXI



CENTRO
DE IDIOMAS

AVAL DE TRADUCCIÓN

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

La traducción del resumen al idioma Inglés del trabajo de titulación cuyo título versa: **“PROPUESTA DE AUTOMATIZACIÓN DE UN INVERNADERO DE TOMATE RIÑÓN, PARA EL CONTROL Y MONITOREO DE LA HUMEDAD DEL SUELO Y LA TEMPERATURA INTERNA DEL INVERNADERO”** presentado por **Toalombo Yumbopatin Titu Sayri y Iza Velva Luis Santiago**, estudiantes de la Carrera de **Ingeniería en Electromecánica** perteneciente a la **Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas** lo realizaron bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

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

Latacunga, 22 marzo del 2022.

Atentamente,



CENTRO
DE IDIOMAS

Mg. Marco Paúl Beltrán Semblantes.

DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS-UTC
CI: 0502666514

ÍNDICE GENERAL.

DECLARACIÓN DE AUTORÍA	ii
AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE TITULACIÓN.....	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN.....	iv
AVAL DE IMPLEMENTACIÓN.....	v
AGRADECIMIENTO.....	vi
DEDICATORIA.....	viii
RESUMEN.....	x
ABSTRACT.....	xi
AVAL DE TRADUCCIÓN.....	xii
ÍNDICE GENERAL.....	xiii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xviii
ÍNDICE DE TABLAS.....	xxi
ÍNDICE DE ECUACIONES.....	xxii
1. INFORMACIÓN GENERAL.....	1
2. INTRODUCCIÓN:.....	2
2.1. EL PROBLEMA:.....	2
Perdida de producción en el tomate riñón.....	2
2.1.1 Situación Problemática:.....	2
2.1.2 Formulación del Problema:.....	2
2.2. OBJETO Y CAMPO DE ACCIÓN.....	2
2.2.1. Objeto de estudio.....	2
2.2.2. Campo de Acción.....	2
2.2.3. Diagrama de ISHIKAWA.....	2
2.3. BENEFICIARIOS:.....	3
2.3.1. Beneficiarios Directos.....	3
2.3.2. Beneficiarios Indirectos.....	3

2.4. JUSTIFICACIÓN:	4
2.5. HIPÓTESIS	4
2.6. OBJETIVOS	4
2.6.1. Objetivo General	4
2.6.2. Objetivos Específicos	4
3. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.	6
3.1. ANTECEDENTES.	6
3.2.1. Clases de Automatización.	8
3.2.2. Sistemas de Automatización y Control.	8
3.2.3. Componentes de un Sistema de Automatización y Control.	8
3.3. INVERNADEROS DE TOMATE.	9
3.3.1. Tipos de Invernaderos.	9
3.4. VARIABLES DE OPERACIÓN A CONTROLAR DENTRO DE UN INVERNADERO	11
3.4.1. Temperatura.	11
3.4.2. Humedad.	11
3.5. SISTEMA DE RIEGO.	11
3.5.1. Aspersión	11
3.5.2. Riego por goteo.	12
3.5.3.	12
3.6. PRINCIPALES ELEMENTOS DE UN SISTEMA DE RIEGO AUTOMÁTICO	13
3.6.1. Bomba De Riego.	13
3.6.2. Electroválvulas de riego	13
3.6.3. Sensor de humedad	14
3.6.4. PLC S7 1200	14
3.6.5. Pantalla HMI KTP 400	15
3.6.6. Contactor	15
3.6.7. Conductores Eléctricos	16
3.6.8. Cable Rígido para Conexión	16
3.7. TIPOS DE SISTEMAS DE CONTROL	17

3.7.1. Sistema de Control de Lazo Abierto	17
3.7.2. Sistema de Control de Lazo Cerrado	17
3.7.3. Control ON-OFF.	18
3.7.4. Control On-Off Con Histéresis.....	18
3.8. CONTROL DE TEMPERATURA	19
3.8.1. Partes del Control de Temperatura	19
4.1. DECLARACIÓN DE VARIABLES.....	21
4.1.1. Variable Dependiente	21
4.1.2. Variable Independiente.....	21
4.2. TIPOS DE INVESTIGACIÓN.....	21
4.2.1. Investigación Exploratoria:.....	21
4.2.2. Investigación de Campo	22
4.2.3. Investigación Experimental	22
4.3. MÉTODOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	22
4.3.1. Método Bibliográfico	22
4.3.2. Método Descriptivo	22
4.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS.	22
4.4.1. Técnicas de Investigación.....	22
4.4.2. Instrumentos de Investigación.	23
4.5. DISEÑO DE LOS MECANISMOS PARA EL CONTROL DE LAS PERSIANAS... 25	
4.5.1. Peso del Eje de las Persianas.	27
4.5.2. Peso de las Persianas	27
4.6. CARACTERÍSTICAS DE LA BOMBA INSTALADA EN EL INVERNADERO PARA EL SISTEMA DE RIEGO.....	28
4.7. SELECCIÓN DE LOS EQUIPOS ELECTRÓNICOS.	31
4.7.1. Selección de plc S7 1200.....	31
4.7.2. Criterios de selección de contactores.	32
4.7.3. Parámetros Para Seleccionar la Electroválvula	32
4.7.4. Criterio para Selección de un Sensor.....	33

4.8. PROTECCIONES ELÉCTRICAS	34
4.8.1. Protección Para la Bomba	34
4.9. SELECCIÓN DE CONDUCTORES	34
4.10. CÁLCULO DEL CONDENSADOR PARA LOS MOTO REDUCTORES	35
4.11. EXTRACTORES	36
4.11.1. CÁLCULO DEL CAUDAL DE EXTRACCIÓN.....	36
4.11.2. NÚMERO DE EXTRACTORES.....	37
4.12. DIMENSIONAMIENTO DEL CONDUCTO.	37
4.13. CONSUMO HÍDRICO EN UN SISTEMA DE RIEGO AUTOMATIZADO.....	38
5. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.	39
5.1. CURVA DE LA BOMBA Y PUNTO DE OPERACIÓN	39
5.2. VERIFICACIÓN DEL RIEGO DE CAVITACIÓN.....	40
5.3. RENDIMIENTO DE LA BOMBA.....	40
5.4. POTENCIA DE LA BOMBA.....	41
5.5. OBTENCIÓN DE DATOS EN LABVIEW.....	41
5.6. GRÁFICA DE DATOS DE HUMEDAD CUANDO RIEGA LA BOMBA.....	42
5.7. GRÁFICA DE DATOS DE TEMPERATURA EN FUNCIONAMIENTO	43
5.8. CÁLCULO DE CONSUMO ELÉCTRICO EN PLENO FUNCIONAMIENTO.	44
5.9. ANÁLISIS DE RESULTADOS HÍDRICOS.....	44
5.10. ANÁLISIS DE RESULTADOS ELÉCTRICOS.	47
5.11. PRODUCCIÓN SIN SISTEMA Y CON SISTEMA AUTOMATIZADO.....	51
5.12. PROGRAMACIÓN EN EL TÍA PORTAL	53
5.12.1. Condiciones Iniciales para el Funcionamiento (Segmento 1)	53
5.12.2. Control de las Electroválvulas.....	54
5.12.3. Lecturas Analógicas de los Sensores Humedad y Temperatura.....	55
5.12.4. Bloques de Datos para Controlar las Variables de Humedad y Temperatura.	56

5.12.5. Memorias de Control para Humedad y Temperatura.	57
5.12.6. Control Automático y Manual.....	58
5.12.7. Regado de Fertilizante y Llenado del Tanque.....	58
5.12.8. Ventilación	59
5.12.9. Motorreductor de Control para las Persianas del Lado Derecho.....	60
5.12.10. Motorreductor de Control para las Persianas del Lado Izquierdo.....	62
5.13. PROGRAMACIÓN EN LA PANTALLA HMI.....	62
5.13.1. Control de Riego.....	62
5.13.2. Llenado de Tanque.....	63
5.13.3. Visualización de la gráfica del sistema.....	63
5.13.4. Fertilización del Tomate.....	64
5.13.5. Cortinas y Ventilador del Invernadero.....	64
6. PRESUPUESTO.....	65
6.1. GASTOS.....	65
6.1.1Gastos Directos.....	65
6.1.2. Gastos Indirectos	66
6.1.3. Gastos Imprevistos	66
6.1.4. Gastos totales.....	67
6.1.5. Egresos e Ingresos.....	67
6.2. Impactos Económicos.....	68
6.3. IMPACTOS	69
6.3.1. Impacto Práctico.....	69
6.3.2. Impacto tecnológico	69
6.3.3. Impacto Ambiental	70
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	71
7.1. Conclusiones.....	71
7.2. Recomendaciones	72
ANEXOS.....	78

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura.3.1. Invernadero tipo plano [1]. _____	9
Figura.3.2. Invernadero tipo capilla [9]. _____	10
Figura.3.3. Invernadero tipo capilla _____	10
Figura.3.4. Riego por aspersión _____	12
Figura.3.5. Riego por goteo [16]. _____	12
Figura.3.6. Bomba de riego [19]. _____	13
Figura.3.7. Electroválvula [21]. _____	14
Figura.3.8. Sensor de humedad _____	14
Figura.3.9. Autómata programable PLC. _____	15
Figura 3.10. Pantalla HMI KTP 400. _____	15
Figura 3.14. Lazo Abierto [27]. _____	17
Figura 3.15. Lazo cerrado [27]. _____	17
Figura.3.16. Gráfica del control ON-OFF _____	18
Figura.3.17. Gráfica del control ON-OFF con histéresis _____	19
Figura 3.18. Ventilación activa. [31]. _____	20
Figura 3.19. Ventilación pasiva. [31]. _____	20
Figura 3.20. Finales de carrera. [35]. _____	20
Figura 4.1. Sensor de temperatura. [33]. _____	23
Figura 4.2. Sensor de humedad. [36]. _____	24
Figura 4.3. Diseño de los mecanismos para las persianas. _____	25
Figura 4.4. Diseño de los soportes para las persianas. _____	26
Figura 5.1. Curva de la bomba y caudal de operación. _____	39
Figura 5.2. Curva de NPSHR y NPSHD de operación. _____	40

Figura 5.3. Rendimiento de la bomba. _____	40
Figura 5.4. Potencia de la bomba. _____	41
Figura 5.4. Entorno de labview _____	41
Figura 5.5. Humedad cuando riega la bomba. _____	42
Figura 5.5. Humedad de la bomba está apagada. _____	42
Figura 5.6. Curva de Temperatura vs Tiempo. _____	43
Figura 5.7. Comparación del consumo hídrico por día. _____	47
Figura 5.8. Comparación del consumo hídrico por mes. _____	47
Figura 5.9. Comparación del consumo eléctrico por día. _____	50
Figura 5.10. Comparación del consumo eléctrico por mes. _____	50
Figura 5.11. Comparación de la producción de venta de tomate. _____	53
Figura 5.12. Condiciones iniciales para el funcionamiento automático y manual. _____	54
Figura 5.13. Control de las electroválvulas. _____	55
Figura 5.14. Bloques para acondicionar las señales de humedad y temperatura. _____	55
Figura 5.15. Bloques para acondicionar las señales de humedad y temperatura. _____	56
Figura 5.16. Bloques de datos para el control de las variables. _____	56
Figura 5.17. Memorias de activación alto y bajo en los rangos de humedad. _____	57
Figura 5.18. Memorias de activación para el control de los motorreductores de las persianas	57
Figura 5.19. Memorias de activación para el control de los ventiladores. _____	58
Figura 5.20. Automático manual _____	58
Figura 5.21. Control del fertilizado y llenado de tanque. _____	59
Figura 5.22. Control de los ventiladores. _____	59
Figura 5.23. Control para que las persianas suban en el lado derecho. _____	60
Figura 5.24. Control para que las persianas bajen en el lado derecho. _____	60
Figura 5.25. Activación de la memoria de error si los finales de carrera fallan. _____	61

Figura 5.26. Activación de la memoria de alarma.	61
Figura 5.27. Programación de control para el motorreductor izquierdo	62
Figura 5.28. Control de riego.	62
Figura 5.29. Llenado de tanque.	63
Figura 5.30. Visualización gráfica del sistema.	63
Figura 5.31. Fertilización.	64
Figura 5.32. Cortinas del invernadero.	64

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1: Sistema de tareas por objetivos.	5
Tabla 4.1: Variables de los procesos	21
Tabla 4.2: Características del material eje.	26
Tabla 4.3: Análisis estático del eje de las persianas.	27
Tabla 4.4: Placa de características de la bomba instalada.	30
Tabla 4.5: Tabla de selección de Electroválvulas.	32
Tabla 4.6: Características de los extractores	36
Tabla 5.1: Consumo eléctrico.	44
Tabla 5.2: Consumo hídrico de un sistema de riego tradicional mes de diciembre.	45
Tabla 5.3: Consumo hídrico de un sistema de riego Automático en el mes de enero.	46
Tabla 5.4: Consumo eléctrico de un sistema de riego tradicional mes de diciembre	48
Tabla 5.5: Consumo eléctrico en un sistema de riego automatizado me de enero.	49
Tabla 5.6: Producción sin sistema.	51
Tabla 5.7: Producción con sistema Automatizado.	52
Tabla 6.1: Gastos directos.	65
Tabla 6.2: Gastos indirectos.	66
Tabla 6.3. Gastos Imprevistos.	66
Tabla 6.4: Gastos Totales	67
Tabla 6.5: Egresos Gastos de proyecto y gastos indirectos.	67
Tabla 6.6: Ingresos.	67

ÍNDICE DE ECUACIONES

Caudal de flujo laminar (3.1)	22
Resistencia de flujo laminar (3.2)	22
Caudal para flujo turbulento (3.3)	22
Capacitancia de nivel (3.4)	23
Caudal de ecuaciones diferenciales (3.5)	23
Ecuación diferencial de nivel (3.6)	23
Transformada de la place (3.7)	24
Función de transferencia para flujo (3.8)	24
Transferencia de calor (3.9)	24
Transmisión por conducción (3.10)	24
Transmisión por convección (3.11)	24
Transferencia de calor por radiación (3.12)	25
Temperatura de salida (3.13)	25
Ecuación diferencial de transferencia de calor (3.14)	25
Función de transferencia para temperatura (3.15)	25
Ecuación estándar de controladores PID (3.16)	26
Formula de sobre impulso	38

1. INFORMACIÓN GENERAL

Título:

Automatización de un invernadero de tomate riñón, para el control y monitoreo de la humedad del suelo y la temperatura interna del invernadero.

Fecha de inicio:

Octubre del 2021

Fecha de finalización:

Marzo del 2022

Lugar de ejecución:

Zona 3, Provincia de Tungurahua, Cantón Ambato, Parroquia Santa Rosa Comunidad Apatug Arriba San Pablo, Las lajas.

Facultad que auspicia:

Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas

Carrera que auspicia:

Ingeniería Electromecánica

Equipo de Trabajo:

Ing. Ms.C. Moreano Martínez Edwin Homero

Iza Velva Luis Santiago

Titu Sayri Toalombo Yumbopatin

Área del Conocimiento:

071 Ingeniería y Profesiones Afines

0714 Electrónica y Automatización

07 ingeniería, Industria y
Construcción

Línea de investigación:

Procesos Productivos.

Sublíneas de investigación de la Carrea:

Automatización, Control y Protecciones en Sistemas Electromecánicos.

2. INTRODUCCIÓN:

2.1. EL PROBLEMA:

Perdida de producción en el tomate riñón

2.1.1 Situación Problémica:

En la actualidad la construcción e implementación de invernaderos automatizados con procesos, técnicas y sistemas eficientes, es primordial para la producción de tomate riñón, en las diferentes zonas del Ecuador.

En la comunidad de San Pablo santa Rosa la variabilidad climática que se produce por estar situado a 3400 msnm hace necesario que mediante los invernaderos se controlen los ambientes y elementos necesarios para los cultivos, garantizando una mejor calidad del producto.

Por planteado anteriormente se hace necesario la automatización del invernadero para el control de las variables de temperatura y humedad, con la instalación de un monitor para que el agricultor pueda observar el estado de invernadero.

2.1.2 Formulación del Problema:

La falta de un sistema de control automático de variables de Humedad y Temperatura incide en el porcentaje de pérdidas de la producción de tomate riñón bajo invernadero.

2.2. OBJETO Y CAMPO DE ACCIÓN.

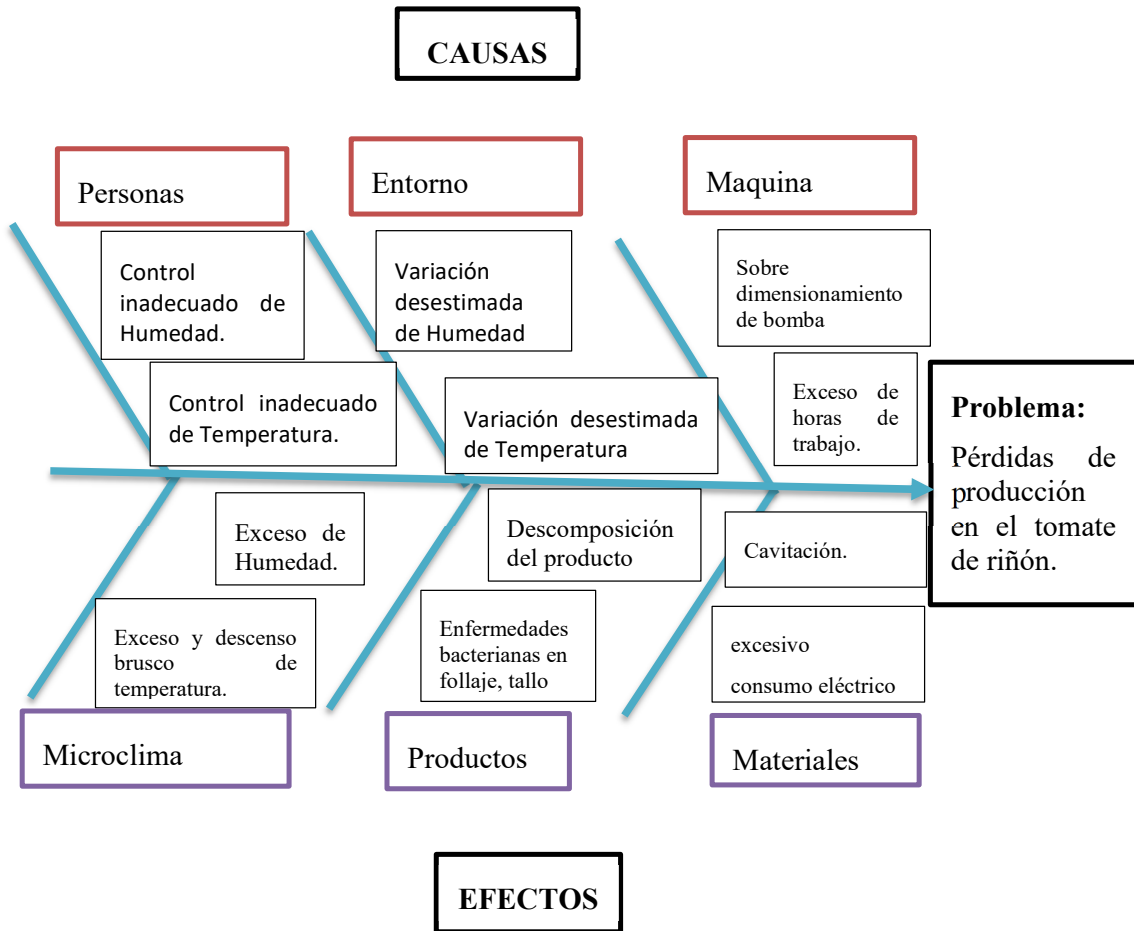
2.2.1. Objeto de estudio.

Automatización de un invernadero

2.2.2. Campo de Acción.

Control y monitoreo de variables que afectan la producción del cultivo de tomate Pietro.

2.2.3. Diagrama de ISHIKAWA



2.3. BENEFICIARIOS:

2.3.1. Beneficiarios Directos

Los beneficiarios directos del proyecto a efectuar son: propietario del invernadero el señor Jacinto Toalombo y los postulantes de la carrera de Ingeniería en Electromecánica Luis iza y Titu Toalombo.

2.3.2. Beneficiarios Indirectos

Los beneficiarios indirectos serán las personas que consuman los productos cultivados en el invernadero.

2.4. JUSTIFICACIÓN:

Hoy en día los cultivos dentro de invernaderos son muy habituales existiendo tanto de tamaños inmensos como de convencionales para pequeños productores, sin embargo, son controlados manualmente los sistema de control de temperatura y Humedad variando desestimadamente la mismas en función a periodos de tiempo, y confiando con la intuición y Llegando así a la implementación de un sistema de control y monitoreo de la temperatura ambiental y la humedad relativa del suelo para poder disminuir el tiempo que le toma al agricultor el Control de las variables durante en proceso de crecimiento de los cultivos. Ya que para medir la temperatura y la humedad exacta en la que se encuentra el invernadero y el suelo se necesita de equipos de costos altos, también se ha instalado un monitor en el cual el agricultor podrá observar constantemente el valor de las variables y así poder tener una idea de las condiciones ambientales en las que se encuentra su cultivo. Con este proyecto se benefició al agricultor ya que él no tendrá la necesidad de abrir ningún tipo de válvula para el riego ni mucho menos habilitar los espacios destinados para ventilación, ya que esto será totalmente automático abriendo y cerrando dependiendo de los datos que serán recogidos por los sensores.

2.5. HIPÓTESIS

Con la automatización del invernadero de tomate riñón, se permitirá, controlar y monitorear las variables de temperatura y humedad, para garantizar así una óptima condición, con temperaturas de 10 °C a 30 °C y una humedad del 25% a 30%, y de esta manera mejorar la producción de tomate.

2.6. OBJETIVOS.

2.6.1. Objetivo General

Automatizar un invernadero de tomate riñón, mediante tecnología existente en el mercado, para el control y monitoreo de la humedad del suelo y la temperatura interna del mismo.

2.6.2. Objetivos Específicos

- Investigar los parámetros estándares de temperatura y humedad acerca del cultivo de tomate para el control y monitoreo de las mismas.
- Determinar las condiciones ambientales internas de Temperatura y Humedad en el

invernadero, para el desarrollo de la propuesta tecnológica

- Diseñar un sistema de Automatización de variables de riego y temperatura para control y monitoreo en un invernadero.
- Validar el funcionamiento del sistema de Automatización de un invernadero de tomate riñón, mediante la determinación de la producción.

Tabla 2.1: Sistema de tareas por objetivos.

Objetivos específicos	Actividades	Resultados esperados	Técnicas, medios e Instrumentos
Investigar los parámetros estándares de temperatura y humedad acerca del cultivo de tomate para el control y monitoreo de las mismas.	Revisión de información bibliográfica, papers, y tesis de los parámetros del cultivo de tomates	Selección de los parámetros estandarizados de temperatura y humedad.	Recopilación de datos estándares para trabajar en el cultivo de tomate bajo cubierta, mediante fuentes confiables.
Determinar las condiciones ambientales internas de temperatura y humedad en el invernadero para el desarrollo de la propuesta tecnológica.	Acondicionamiento de Variables de Temperatura y Humedad en controlador lógico programable.	Picos de temperatura y humedad controlados.	Medición de rangos mediante sensores de humedad y temperatura.
Diseñar un sistema de Automatización de variables de riego y temperatura para control y monitoreo en un invernadero.	Desarrollo de sistemas de control ventilación y humedad, mediante un software diseño eléctrico.	Esquemas ordenados de conexiones mediante normativa eléctrica.	Selección de sistema de riego. Selección del sistema de temperatura

<ul style="list-style-type: none"> Validar el funcionamiento del sistema de Automatización de un invernadero de tomate riñón, mediante la determinación de la producción. 	Verificación del funcionamiento del sistema de control automatizado de riego y de temperatura. Comparación de producción del sistema actual con el sistema manual	Incremento de producción.	Medición mediante Variables de humedad y Temperatura en el invernadero, mediante interfaz opc con LabVIEW de Cuantificación de la producción con el sistema manual y el sistema automatizado.
--	--	---------------------------	--

3. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.

3.1. ANTECEDENTES.

En el proyecto elaborado por Anacleto Medina John Jairo y Yatampala Cunachi Bryan Rafael manifiestan que la automatización para el control de las variables de temperatura y humedad en el invernadero #2 de la Universidad Técnica de Cotopaxi campus Salache, ayudará con el desarrollo y producción de los cultivos [1].

La tesis realizada por Alvarez Pastuña Jorge Enrique y Mosquera Masabanda, Bryan Stalin en el cual se ha implementado un sistema SCADA para el control, monitoreo y análisis de indicadores de operación del invernadero del Campus Salache, se ha elaborado por la falta de un sistema de automatización, el cual es necesario para el desarrollo óptimo del crecimiento de las semillas y granos andinos [2].

Los tesistas Andagana Paredes, Luis Adrián y Taco Muñoz, Anderson Daniel han desarrollado la automatización de un sistema de riego por goteo, para el control de humedad y monitoreo de temperatura en el cultivo de mora, para ello se proporcionará agua en la cantidad justa y en el momento necesario [3].

En el proyecto desarrollado por han realizado la automatización para el monitoreo y control de variables en el cultivo de tomate en la finca San Pedro ubicada en el cantón El Triunfo, en el cual se realizaban trabajos manuales provocando daños en los cultivos, gracias a esto se ha implementado sensores y mediante la plataforma Arduino se monitoriza las variables que dañan al cultivo tales como, la temperatura, humedad y luz [4].

En el proyecto de investigación elaborado por Suárez Vinueza, Rommel Eusebio ha desarrollado un sistema de automatización de riego bajo, para evitar un desperdicio del recurso hídrico como es el agua y generar nuevas opciones de producción y contribuir con la población ubicada en la zona centro del País [5].

En Patután Provincia de Cotopaxi, se realizó un proyecto de automatización para el control de riego por goteo y monitoreo de temperatura dentro de un invernadero de clavel, en el cual se ha implementado un tablero de control y una pantalla LCD en el que se puede observar los datos obtenidos de cada sensor, así garantizando la calidad y producción del mismo, con la elaboración de este proyecto se ha visto reflejado las ganancias y la recuperación de la inversión a mediano plazo [6].

El invernadero anterior contaba con un control manual de variables de Temperatura y humedad en el cual se trabajaba con intuición del dueño para el manejo de las mismas, por lo que se producían enfermedades al no tener control de los porcentajes de humedad y rangos de temperatura adecuadas para el manejo del cultivo de tomate riñón desatando una disminución en la producción, el sistema actual proporciono el control en el manejo adecuado de ventilación activa e ventilación pasiva incursionado en el ingreso de flujo necesario para mantener las condiciones de temperatura. Tambien se dimensiono el sistema de riego para seleccionar el tipo de bomba y se controló mediante sensores de humedad y actuadores que fueron programados en un controlador lógico programable para su funcionamiento autónomo mejorando las condiciones de cultivo, disminuyendo enfermedades e incrementando la producción.

3.2. AUTOMATIZACIÓN.

La automatización es el proceso que permite que las máquinas realicen un número predeterminado de operaciones ordenadas, a través del uso de dispositivos y sistemas que facilitan el control de diferentes variables del proceso, limitando a su vez la intervención

humana. [7].

3.2.1. Clases de Automatización.

Existen tres tipos de automatización industrial:

- **Automatización continua:** Se utiliza cuando el volumen de producción es elevado, por lo que se justifica económicamente el elevado coste del proyecto.
- **Automatización programable:** Cuando sube el volumen y el rendimiento es relativamente bajo y se deben sembrar muchos cultivos.
- **Automatización flexible:** Estos sistemas flexibles se caracterizan por una automatización continua y automatización planificada. Suelen ser consiste en una serie de estaciones de trabajo interconectadas controlados de manipulación y almacenamiento de materiales. Configurado por computadora. [8].

3.2.2. Sistemas de Automatización y Control.

El sistema de automatización y control se refiere a un conjunto integrado de elementos que ajustan su comportamiento o el de otro sistema para lograr un objetivo específico. Estos sistemas manipulan ciertas variables para satisfacer necesidades específicas. [8].

3.2.3. Componentes de un Sistema de Automatización y Control.

Los componentes que forman parte de un sistema de automatización y control son.

Proceso: conjunto de acciones que van a suceder con un fin determinado.

Actuador: Es componente encargado de actuar sobre el proceso en función de la señal recibida del amplificador.

Amplificador: elemento que aumenta la amplitud o la intensidad de un fenómeno.

Comparar: Las señales de referencia se comparan para proporcionar elementos de señal de error. También se le conoce como detector de errores.

Generador de referencia o consigna: Componente capaz de producir una señal analógica a una salida controlada que impone el valor deseado en la salida.

Sensor: Un dispositivo que convierte una energía en otra que es más adecuada para usar si la energía convertida es eléctrica se llama sensor (llamado sensor).

Regulador de señal: El bloque de coincidencia de señal es procesado por el sensor al nivel

de comparación apropiado.

Control remoto: Componentes de circuitos digitales, incluidas funciones de comparador, amplificador y acondicionador de señal. [8].

3.3. INVERNADEROS DE TOMATE.

Un invernadero es una construcción cerrada y compuesta por una estructura, que generalmente está elaborada de metal, que ayuda como soporte de la cubierta que está formada por materiales traslúcidos, dentro de la cual es muy posible obtener un microclima favoreciendo a la producción controlada de cultivos agrícolas [7].

Con la ayuda de los invernaderos se obtiene producciones vegetales de gran calidad y durante todo el año, permitiendo alargar el número de cosechas. Las plantas que se encuentran en los invernaderos necesitan cumplir con algunas condiciones mínimas y máximas de los parámetros o factores ambientales como son (temperatura, luz y humedad.) para que tengan un correcto metabolismo vegetal y un gran desarrollo en los cultivos agrícolas [7].

3.3.1. Tipos de Invernaderos.

3.3.1.1. Plano.

Estos invernaderos de tipo plano, como se muestra en la figura 3.1. Se utilizan en las zonas poco lluviosas, por su forma no es aconsejable realizar este tipo de construcción [1].



Figura.3.1. Invernadero tipo plano [1].

3.3.1.2. Capilla.

Los invernaderos tipo capilla tienen el techo formando uno o dos planos inclinados como se observa en la Figura 3.2, según sea a un agua o a dos aguas. Es uno de los invernaderos que más se implementan por sus grandes ventajas que brindan [8].

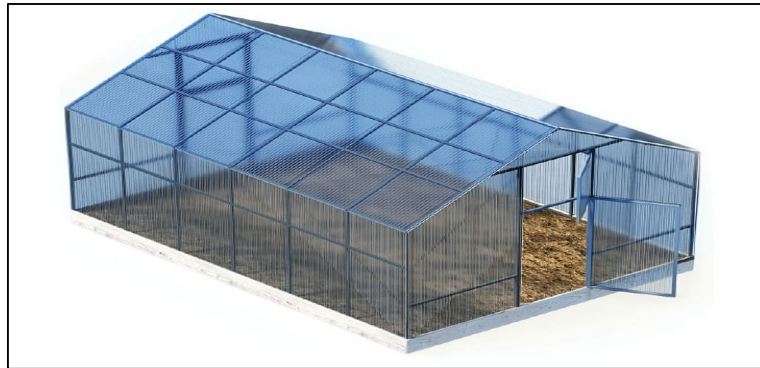


Figura.3.2. Invernadero tipo capilla [9].

3.3.1.3. Invernaderos Asimétricos.

Este tipo de invernadero se usa comúnmente para cultivar tomates rojos porque es muy utilizado en estas regiones. Su geometría es asimétrica porque, a diferencia de las iglesias góticas y los conservatorios, un lado del techo es más inclinado que el otro como se puede observar en la figura 3.3. La pendiente del techo se ha probado con la proporción de la luz del mediodía vertical en invierno para aprovechar al máximo la radiación solar entrante [10].



Figura.3.3. Invernadero tipo capilla [9].

3.4. VARIABLES DE OPERACIÓN A CONTROLAR DENTRO DE UN INVERNADERO

Las consideraciones propias de la climatología y a la ecología definen la consideración de las propiedades ambientales de un invernadero dentro de una región y las cuales permiten identificar las variables a considerar dentro del mismo [10].

3.4.1. Temperatura.

El invernadero es una construcción que por lo general está elaborado con armaduras y soportes muy diversos y materiales que permiten el paso de la radiación solar que son indispensables para la vida de las plantas. La composición de la radiación solar incluye radiaciones visibles y radiaciones no visibles para el ojo humano, las dos son muy necesarias para un desarrollo regular de los numerosos procesos biológicos vegetales. Lo primordial de un invernadero, es reducir las oscilaciones de la temperatura ambiental para que las plantas puedan crecer en un nivel térmico óptimo [11].

3.4.2. Humedad.

La climatización de un invernadero la regulación de la humedad es de gran importancia. Es necesario, por lo que hay que tener en cuenta la humedad del sustrato y de la atmosfera; en los invernaderos no existe este tipo de control, la humedad del ambiente de un invernadero depende fundamentalmente del agua que tenga el suelo y de la humedad del ambiente exterior y así como la temperatura [11].

3.5. SISTEMA DE RIEGO.

Los sistemas de riego son un conjunto de estructuras, para poder determinar qué área puede ser cultivada suministrando el agua necesaria para las plantas. Consta dependen de varios componentes que dependerán de si se trata de riego, por aspersión o por goteo [12].

3.5.1. Aspersión

El sistema de riego por aspersor consiste en lanzar el agua desde un punto hasta otro, logrando así humedecer una zona como se puede ver en la Figura 3.4. Primero se debe estudiar el área que se necesita regar y, mediante la combinación de varios aspersores, se consigue regar evitando zonas muertas. La fuerza con la que este tipo de riego expulsa el agua se mide en presión por centímetro cuadrado: [13].

- Baja presión: tiene un alcance de unos 12 metros y trabaja hasta con 1,5 kg por centímetro cuadrado.
- Presión media: en este caso la presión oscila entre 1,5 y 4,5. La distancia aumenta hasta 25 metros.
- Presión alta: este tipo de aspersor puede llegar hasta los 60 metros de distancia; para ello se necesita aplicar una presión superior a 4,5 kg por centímetro cuadrado.



Figura.3.4. Riego por aspersión [14].

3.5.2. Riego por goteo.

Este tipo de riego es muy común donde hay escasez de agua, en cultivos de invernadero, resultando así más eficaz gota por gota como se puede observar en la Figura 3.5 por pequeños tubos hasta el pie de la planta y es controlado por ordenador [15].



Figura.3.5. Riego por goteo [16].

3.5.3. Fertilizante.

Este factor está relacionado con la capacidad del suelo para mantener su suministro de los productos químicos específicos utilizados por las plantas. Los cuales son:

Macronutrientes: deben ser abundantes en el suelo los principales elementos químicos son: nitrógeno, fósforo, Potasio y Magnesio.

Micronutrientes: son lo opuesto a los macronutrientes porque están disponibles en cantidades más pequeñas, pero necesita más en el suelo para crecer adecuadamente los principales elementos son: hierro, manganeso, zinc, boro, cobre, molibdeno, cloro y azufre. [19].

3.6. PRINCIPALES ELEMENTOS DE UN SISTEMA DE RIEGO AUTOMÁTICO

Aunque hay diversas técnicas hoy en día, el sistema de riego automático es cada vez más utilizado gracias a los múltiples beneficios que brinda. Se trata de un sistema de riego que suministra de agua a los cultivos de manera automatizada y que emplea normalmente la aspersión o el goteo. Existen sistemas de riego automático que combinan tanto la aspersión como el goteo y que permiten combinar las ventajas de ambas técnicas [17].

3.6.1. Bomba De Riego.

En la figura 3.6 observamos, la bomba de riego que son aparatos que suministran ‘fuerza’ para dirigir el agua hacia cualquier parte donde se lo necesite. La principal característica es que nos permite determinar con mucha precisión la presión a la que queremos que lo haga circular por lo que el control es casi total [18].



Figura.3.6. Bomba de riego [19].

3.6.2. Electroválvulas de riego

En la figura 3.7 se observa las electroválvulas las cuales son las encargadas de abrir y cerrar el paso de agua siguiendo las órdenes de un control de mando. Son por tanto una de las partes más importantes de la automatización de un sistema de riego ya que de ellas dependerá el control del flujo de agua. [20].



Figura.3.7. Electroválvula [21].

3.6.3. Sensor de humedad

El sensor de humedad es un aparato de lectura que se utiliza en espacios internos para controlar la humedad del aire. Las magnitudes medidas por el sensor de humedad se transforman en una señal eléctrica normalizada, cuya intensidad suele estar comprendida entre 4 y 20 mA, como se observa en la figura 3.8. [22].



Figura.3.8. Sensor de humedad [23].

3.6.4. PLC S7 1200

En la figura 3.9.se observa un controlador lógico programable que es un dispositivo electrónico con un número definido de entradas y salidas al que se conectan elementos sensores y actuadores. Mediante el software adecuado se ejecutará el programa encargado de enlazar el dispositivo de entrada con el dispositivo de salida. Cuando se complete este programa, se guardará en la memoria del PLC y el PLC será responsable de realizar las secuencias de control para ayudar al trabajo del proceso automático. Los PLC funcionan secuencialmente, siguiendo principios e instrucciones perfectamente definidos, haciendo que sus operaciones sean secuenciales y cíclicas, es decir, las operaciones se realizan una tras otra, repitiéndose mientras el controlador esté encendido. Este proceso se llama "ciclo de escaneo" [24].



Figura.3.9. Autómata programable PLC. [25].

3.6.5. Pantalla HMI KTP 400

En la figura 3.10 se observa un dispositivo HMI el cual es un panel de visualización que permite ver y monitorear este proceso tiene las características básicas requeridas y las condiciones económicas. Ajuste, calidad SIMATIC, precio/rendimiento cualquiera el tamaño de la pantalla tiene muchas funciones de software estándar. Por seleccionar variante Puede conectar el Panel de control básico a PROFINET un terminal RJ45 para las versiones Industrial Ethernet y PROFIBUS con interfaz RS422. [3].



Figura 3.10. Pantalla HMI KTP 400. [3].

3.6.6. Contactor

Un contactor es un componente electromecánico cuyo propósito es: cuando la bobina está energizada (carcasa temporal del contactor), puede activarlo a distancia, tiene dos posiciones de trabajo: fija o descansa cuando no recibe acción del circuito de control, y otra inestabilidad cuando esta acción funciona. Este tipo de cirugía es se llama todo o nada. En el diagrama de cableado, su símbolo es conjunto con las letras KM seguidas del número ordinal. Como se muestra en la Figura 3.11. [29].



Figura 3.11. Contactor. [29].

3.6.7. Conductores Eléctricos

Es el elemento que permite o facilita el paso de la corriente eléctrica, por lo que se fabrica de materiales de altos niveles de conductividad, como se ve en la figura 3.12 los mismo que pueden ser utilizados en diferentes áreas tales cuales tenemos en, instalaciones eléctricas en general (vivienda, industria, comercio, etc.), instalaciones eléctricas de automóviles, construcción de bobinas cada uno con diferentes propiedades y características dependiendo en que los vayamos a utilizar. [30].

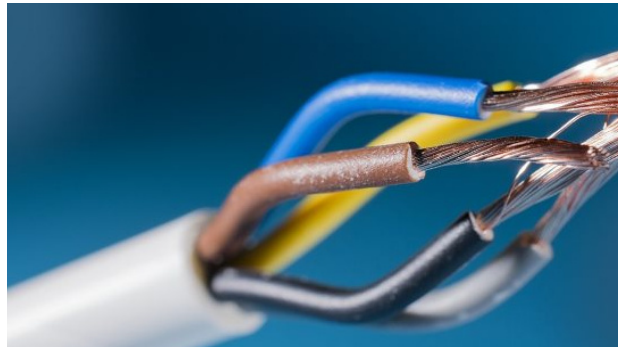


Figura 3.12. Conductor eléctrico. [30].

3.6.8. Cable Rígido para Conexión

El cable es una colección de hilos trenzados sin aislar entre sí, desnudos o cubiertos con una o más capas de aislamiento. Estos aisladores están hechos de tela, caucho o plástico. Los cables se utilizan en diversas instalaciones eléctricas, incluidas las instalaciones eléctricas de automóviles. Los cables están hechos de cobre blando o duro y aluminio, algunos cables de

cobre pueden ser estañados para evitar la oxidación y facilitar la soldadura. Como se observa en la figura 3.13. [31].



Figura 3.13. Conductores eléctricos. [31].

3.7. TIPOS DE SISTEMAS DE CONTROL

3.7.1. Sistema de Control de Lazo Abierto

Es un sistema de control cuya salida no se ve afectada por una señal de entrada. La salida no se devuelve para compararla con la entrada. Los componentes de un sistema de lazo abierto generalmente se dividen en dos partes, un controlador y un proceso controlado. Como se observa en la figura 3.14. [19],



Figura 3.14. Lazo Abierto [27].

3.7.2. Sistema de Control de Lazo Cerrado

En el sistema de control a lazo cerrado, el controlador se alimenta de la señal de error de desempeño, la cual representa la diferencia entre la señal de entrada. Como se visualiza en la figura 3.15 y la señal de realimentación con el fin de reducir un error y llevar la salida del sistema al valor que queremos llegar. El término lazo cerrado siempre indica una acción de control realimentado para reducir el error del sistema [20].

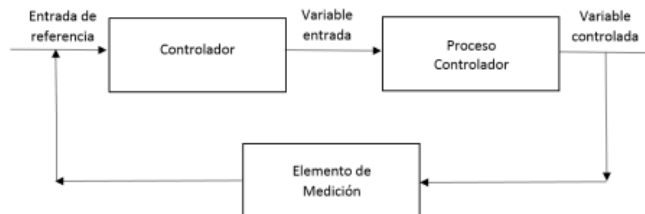


Figura 3.15. Lazo cerrado [27].

3.7.3. Control ON-OFF.

Este tipo de controlador, también conocido como Todo o Nada, usa un algoritmo simple para solamente revisar si la variable de proceso está por encima o por debajo del set point como se puede observar en la Figura 3.16. En términos prácticos, la variable manipulada o la señal de control del controlador cambia entre “totalmente ON” o totalmente OFF, sin estados intermedios. Este tipo de accionamiento provoca un control muy impreciso de la variable de proceso, un ejemplo muy tradicional es el control de temperatura con termostatos en empleados en aires acondicionados. El termostato activa el aire frío si (ON) la temperatura es mayor al set point y lo desactivan (OFF) cuando la temperatura es menor (o igual) al set point. [26].

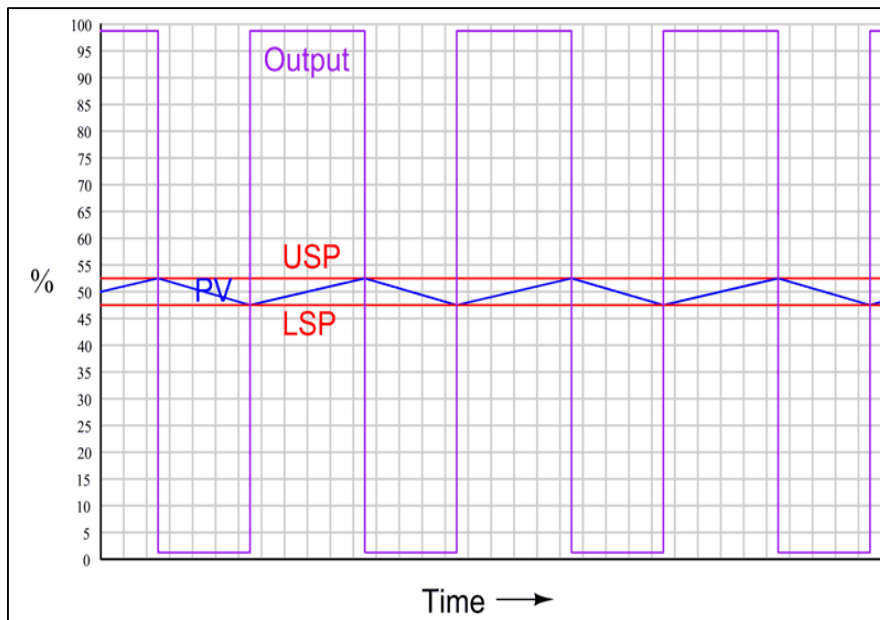


Figura.3.16. Gráfica del control ON-OFF [26].

3.7.4. Control On-Off Con Histéresis

El control ON-OFF con histéresis, incorpora un retardo en el cambio de la señal para disminuir la cantidad de conmutaciones, prolongando la vida útil de los componentes útil de los componentes.

Cuando el error ($sp-pv$) está en la banda muerta, la salida no cambia. m1 abre sp unos pocos grados y cierra sp unos pocos grados. Cuanto mayor sea el área insensible ($\Delta \phi$), menor será la frecuencia de vibración. Como se aprecia en la figura 3.17. [27].

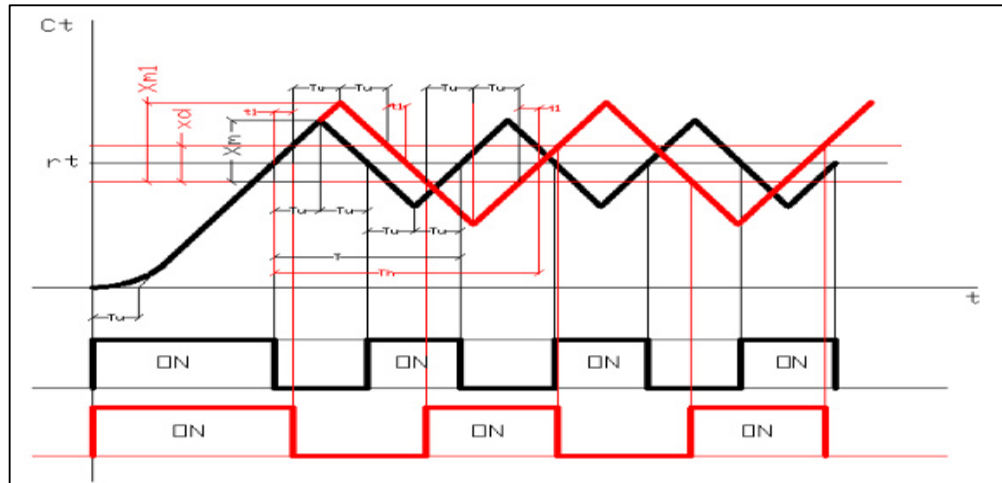


Figura.3.17. Gráfica del control ON-OFF con histéresis [27].

3.8. CONTROL DE TEMPERATURA

La mejor temperatura para el cultivo del tomate es entre 20 y 30 grados centígrados durante el día y entre 10 y 17 grados centígrados durante la noche. Las temperaturas superiores a los 35 grados centígrados tienen un impacto negativo en el desarrollo de los óvulos fertilizados y, por tanto, afectan el crecimiento de los frutos. Por otro lado, las temperaturas por debajo de los 12 grados centígrados afectarán negativamente el crecimiento de las plantas [23].

3.8.1. Partes del Control de Temperatura

A continuación, detallamos como está formado nuestro control de temperatura

3.8.1.1. Ventilación

La ventilación puede definirse como la técnica de sustituir el aire ambiente interior de un recinto, el cual se considera indeseable por falta de temperatura adecuada, pureza o humedad, por otro que aporta una mejora. [31].

3.8.1.2. Ventilación Activa

Hace referencia al uso de un sistema de ventilación que ayuda a renovar el aire dentro del invernadero en nuestra tesis la ventilación activa va a ser la conexión de extractores de aire. Como se ve en la figura 3.18. [31].



Figura 3.18. Ventilación activa. [31].

3.8.1.3. Ventilación Pasiva

Es la apertura manual de las cortinas laterales y no utilizan ningún elemento externo, como se ve en la figura 3.19 que ayude a la recirculación del aire en nuestro caso vamos a utilizar moto reductores para el levantamiento de las cortinas en forma lateral. [31].



Figura 3.19. Ventilación pasiva. [31].

3.8.1.4. Finales de Carrera

En la figura 20 se muestra un final de carrera el cual es un interruptor de recorrido o posición es un sensor electromecánico que detecta la posición de un elemento en movimiento por acción mecánica. Además de ser el sensor más instalado del mundo, siguen siendo sensores táctiles que requieren contacto físico con un objeto para detectar la presencia de un elemento en movimiento en un lugar determinado. [35].



Figura 3.20. Finales de carrera.

4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. DECLARACIÓN DE VARIABLES

4.1.1. Variable Dependiente

El control y monitoreo de las variables de humedad y temperatura.

Tabla 4.1: Variables de los procesos

Variables Dependiente	Unidad de medida	Instrumento de medición
Humedad	25 -----30 % (100 %)	Sensor de humedad
Temperatura	10°C - 30°C	Sensor de temperatura

Tabla 4.2: Variables de los procesos

4.1.2. Variable Independiente

Automatización de un invernadero de tomate riñón

Variables Independiente	Unidad de medida	Instrumento de medición
Producción Anterior	8738 (Kg)	pesa
Producción Actual	12240 (Kg)	Pesa

4.2. TIPOS DE INVESTIGACIÓN.

4.2.1. Investigación Exploratoria:

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

4.2.2. Investigación de Campo

Con este método mediante observación se profundiza en detallar el área del invernadero de tomate de riñón, en el cual se va a desarrollar la propuesta tecnológica obteniendo las siguientes medidas Ancho 30 m, Altura 3 m. Largo 48 m, se determinó la longitud de tubería 81,6 m en el sistema de riego, también se dimensionó la cantidad de extractores que se van a utilizar que son 6, el largo de cortina que se automatizó es 43m.

4.2.3. Investigación Experimental

Con esta investigación se logrará determinar los parámetros de riego y temperatura del cultivo de tomate para el control de variables, con la recopilación de datos de humedad y temperatura del invernadero, se parametrizarán el control manual y automático del sistema.

4.3. MÉTODOS DE LA INVESTIGACIÓN

4.3.1. Método Bibliográfico

Con este método se logrará recopilar datos de variables tanto de temperatura como de humedad estándares de trabajo en el cultivo de tomate riñón en fuentes bibliográficas confiables mediante el cual se establecerá las adecuaciones y acondicionamiento de señales respectivas para trabajar.

4.3.2. Método Descriptivo

En este proyecto se tomará en cuenta la manipulación y toma de datos de variables tanto de humedad y de temperatura interna del invernadero, mediante sensores que permitan obtener esta información y procesar el acondicionamiento de señales con diferentes dispositivos de manipulación y control, para que el sistema funcione de manera autónoma.

4.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS.

4.4.1. Técnicas de Investigación

La observación

En esta técnica podremos observar cada uno de los datos obtenidos por el sensor para lo cual utilizamos el sensor RS_TR el cual es un sensor industrial de humedad, el cual está integrado por un sensor capacitivo de humedad, y muestra los datos mediante una señal

analógica en el pin de datos utilizado en aplicaciones industriales relacionadas al control automático de humedad en invernaderos, monitoreo ambiental en agricultura y más.

Medición

La medición se emplea para tomar las temperaturas internas del invernadero, la humedad del suelo y los parámetros eléctricos en las salidas de los sensores, con estas variables estandarizados en rangos precisos se realiza el control y monitoreo en tiempo real permitiendo mantener las condiciones óptimas para el correcto desarrollo de las plantas.

Simulación

Se realizan diseños preliminares y se prueban mediante simulaciones los mecanismos que permitirán el trabajo dinámico de las cortinas laterales del invernadero el cual permitirá un mejor control de la temperatura, también se realizan diseños y simulaciones de la parte de control ON-OFF con histéresis para mantener las condiciones óptimas de temperatura y humedad.

4.4.2. Instrumentos de Investigación.

Sensor de temperatura industrial digital RS485.

En la figura 4.1 se observa un sensor industrial dedicado a monitorear la temperatura ambiente dentro de los invernaderos posee una salida RS485 analógica de voltaje de 0 a 10 v y con una alimentación 5 a 24 v es utilizado para monitorear la temperatura interna en un rango de -40 a 85 ° Celsius. [33].



Figura 4.1. Sensor de temperatura. [33].

Sensor de humedad del Suelo (VWC) RS-485-TR.

Un sensor de humedad preciso con salida analógica de 4 a 20 mA proporcional al volumen de agua contenido en el suelo en un rango de 0 a 100%, conociendo que el controlador programable PLC S7-1200 sólo acepta entradas de voltaje (0-10V) se implementa una resistencia industrial estándar de 250 Ohmios, con lo cual se obtiene un rango de voltaje entre 1 y 5 voltios. Como se ve en la figura 4.2. [36].



Figura 4.2. Sensor de humedad. [36].

Autodesk Inventor 2022.

Una herramienta de diseño y análisis mecánico en 3D que permite realizar todo tipo de estructuras, ejecutar estudios de análisis estático, y simular el funcionamiento. Será empleado para diseñar los mecanismos de las cortinas laterales para que puedan abrirse y cerrarse con el uso de unos motorreductores.

AutoCAD Electrical 2022.

Software de diseño eléctrico, empleado para crear tableros de control eléctrico con grandes detalles, dimensionar sus medidas y los elementos de protección el cual permite desarrollar planos de conexiones eléctricas, levantar memorias técnicas y ejecutar con gran desempeño y eficacia.

Tia Portal V16.

Es un software utilizado para programar autómatas de la marca Siemens, permitiendo automatizar procesos de control en función de las necesidades que las líneas de producción requieran, este software emplea el lenguaje de programación KOP o FUK que es implementado como una línea estándar de fácil uso e intuitivo para los ingenieros de automatización. Se emplea para configurar el módulo de expansión de salidas digitales y un PLC S7-1200. También se programa las variables de temperatura, humedad y se parametriza la activación de la bomba de agua, electroválvulas, ventiladores y moto reductores.

HMI KTP 400.

Es un dispositivo Hombre-Máquina que permitirá la interacción del encargado de la operación y mantenimiento con los parámetros de funcionamiento en el invernadero. En esta interfaz se podrá configurar los límites de control ON-OFF en la variable de temperatura y humedad. Cuenta con 5 paneles de navegación que permite monitorear las variables en conjunto y por separado.

PLC S7-1200 CPU 1212 AC/DC/Rly.

Un dispositivo diseñado para controlar procesos en las plantas industriales, implementa una CPU robusta capaz de soportar muchas configuraciones y organizar muchas tareas en una planta que requieran de la automatización, disminuyendo tiempos de ejecución, mejorando el manejo de las variables manipulables y evitando errores humanos en la operación.

Módulo de Salidas Analógicas SM 1222 DQ8 x relé.

Es un módulo de expansión que permite gestionar las salidas digitales, aumentando el manejo de los actuadores y dispositivos de control que son implementados en el campo. Dispone de 8 salidas digitales tipo relé que serán empleados para controlar los motores con inversión de giro.

4.5. DISEÑO DE LOS MECANISMOS PARA EL CONTROL DE LAS PERSIANAS.

Diseño del Mecanismo Para las Persianas

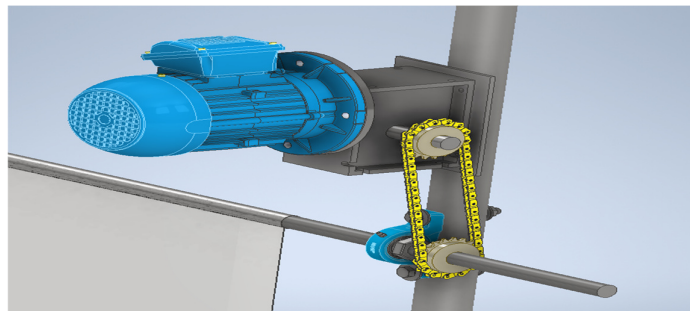


Figura 4.3. Diseño de los mecanismos para las persianas.

En la figura 4.3. Se aprecia el diseño realizado en Autodesk Inventor para que las persianas se abran y cierren dependiendo del comportamiento de la variable de temperatura. En el diseño se aprecia que una varilla roscada de 1 metro será la encargada de soportar la tensión axial que implica el eje, por tratarse de un vano muy largo de 43 metros. Se colocan 2 chumaceras

adicionales separadas 13 metros de cada esquina para que minimice en pandeo del vano. El peso por metro del tubo según el catálogo es de 0.77 kg/m entonces en 40 metros equivale a 30.8 kg, luego se le agrega el peso del plástico.

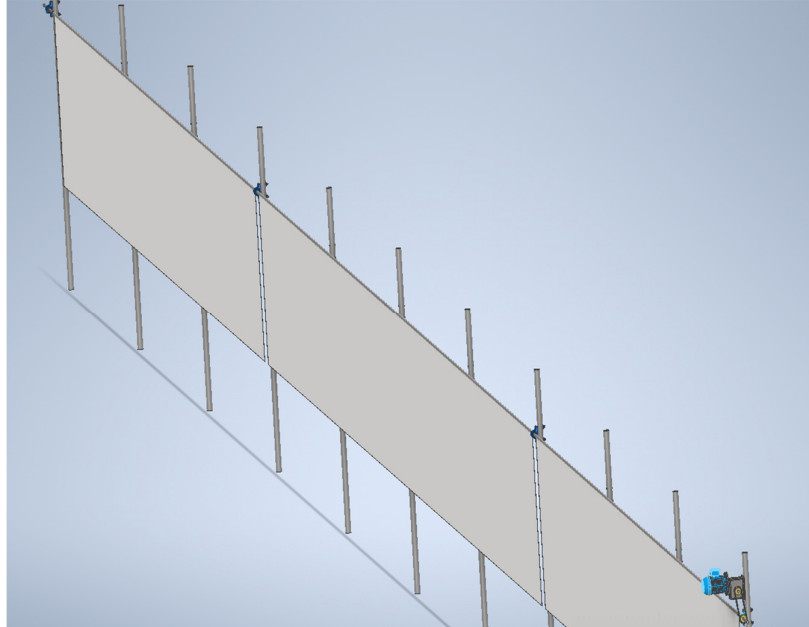


Figura 4.4. Diseño de los soportes para las persianas.

Finalmente se realiza un análisis estático en el eje con una carga de 100 kg equivalente al peso del plástico y otros 30,8 kg que corresponde al material tubo galvanizado que será empleado como el eje. El material es escogido del catálogo Dipac siendo las características las siguientes.

Tabla 4.2: Características del material eje.

Material	Resistencia a la tensión		Resistencia a la fluencia	
	Kpsi	MPa	Kpsi	MPa
Acero estructural galvanizado AISI 1010	47	320	26	180

4.5.1. Peso del Eje de las Persianas.

El peso por metro es de 0.77kg entonces en 40 metros equivale a 30.8 kg, entonces se

suma más la carga de las persianas que se calculan a continuación.

4.5.2. Peso de las Persianas

Para tener una mejor maniobra y estabilidad de la persiana se utilizará un tubo de 3/4 pulgada
Donde para lo cual se calcula su peso de acuerdo a tablas técnicas y dimensiones puntualmente
Establecidas.

$$\text{peso} = \frac{3,67\text{kg} \cdot 6\text{m}}{43\text{m}}$$

$$\text{peso} = 0,51 \text{ kg}$$

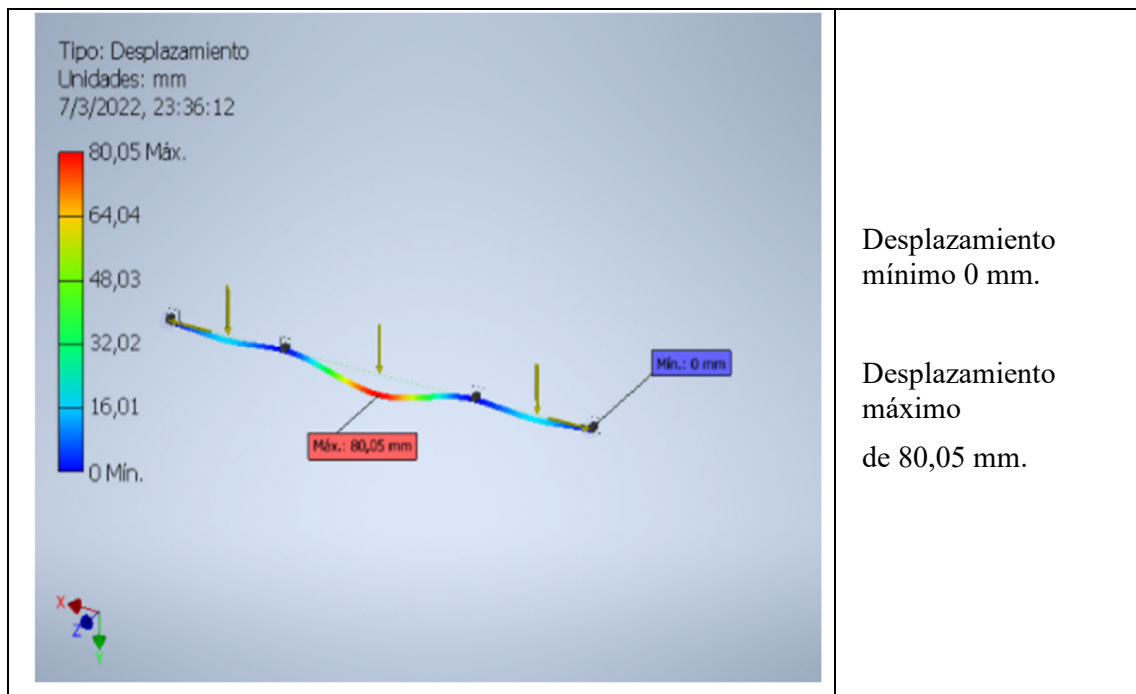
Luego se determina la fuerza total en Newton por la conocida ecuación fuerza = masa por la
aceleración de la gravedad, para los cálculos de tensión estática y diseño del eje:

$$F = (0,51 + 30,8) \text{kg} \cdot 9,81 \text{ (m) / (s^2)} \quad (4.1)$$

$$F = 307,15 \text{ N}$$

Este es el peso que soportará el eje

Tabla 4.3: Análisis estático del eje de las persianas.



4.6. CARACTERÍSTICAS DE LA BOMBA INSTALADA EN EL INVERNADERO PARA EL SISTEMA DE RIEGO.

La bomba es de tipo centrífuga y cuenta con una tubería de 2 pulgadas a la entrada y a la salida se reduce a una pulgada. Tomando en cuenta estas consideraciones se calcula el grado de eficiencia en el que trabaja esta máquina. El invernadero está ubicado en la ciudad de Ambato el cual según la tabla de las presiones atmosféricas está sometido a un valor de 0.73705823 atm, y la temperatura media ronda en 20° Celsius. Se tomarán estas consideraciones para el cálculo de los parámetros que implican en el buen funcionamiento de la bomba [28].

Primero se realiza la conversión de unidades en el caudal ya que la placa de datos proporciona en litros sobre minutos cuando en el sistema internacional se debe trabajar en m^3/s posterior se procede a determinar el número de Reynolds la resistencia en la parte de la succión y el descargue en función de las tuberías instaladas en el campo, la altura de funcionamiento y el parámetro NPSH_0 para constatar si la bomba tiene o no cavitación.

Se empieza por determinar la velocidad del fluido:

$$v = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot D} \quad (4.2)$$

Donde:

Q = Caudal del líquido en m^3/s

D = Es el diámetro de la tubería ya sea en la parte de la succión o de descarga (m).

Posterior se procede a determinar el número de Reynolds para conocer si el flujo es laminar, transición o turbulento.

$$\text{Re} = (v \cdot D \cdot \rho) / \mu \quad (4.3)$$

Donde:

D = Es el diámetro de la tubería ya sea en la parte de la succión o de descarga (m).

ρ = Densidad del agua (kg/m^3).

μ = Viscosidad dinámica del fluido (Ns/m^2).

Ahora se determina el número Lambda λ , para eso se debe tomar en consideración si el flujo es laminar o turbulento con el número de Reynolds calculado anteriormente.

Si el flujo es Laminar:

$$\lambda = \frac{64}{\text{Re}} \quad (4.4)$$

Donde:

Re = Número de Reynolds.

Por otra parte, si el flujo es turbulento Lambda se determina con la fórmula:

$$\lambda = \frac{0.3164}{\sqrt[4]{\text{Re}}} \quad (4.5)$$

Ahora se procede a determinar la resistencia en la parte de succión y descargue de la bomba, mediante la siguiente ecuación:

Para la parte de la succión:

$$R_s = \left(EE_s + \lambda \frac{L_s}{D_s} \right) \cdot \frac{8}{g \cdot \pi^2 \cdot D_s^4} \quad (4.6)$$

Donde:

EE_s = Corresponde a la sumatoria de las pérdidas totales en las tubería y válvulas de succión.

L_s = Longitud de la tubería en la parte de la succión (m)

D_s = Diámetro de la tubería en la parte de la succión (m)

g = Aceleración de la gravedad (m/s²).

Para la parte de la descarga:

$$R_s = \left(EE_D + \lambda \frac{L_d}{D_D} \right) \cdot \frac{8}{g \cdot \pi^2 \cdot D_D^4} \quad (4.7)$$

Donde:

EE_D = Corresponde a la sumatoria de las pérdidas totales en las tubería y válvulas en descarga.

L_s = Longitud de la tubería en la parte de la descarga (m).

D_s = Diámetro de la tubería en la parte de la descarga (m).

g = Aceleración de la gravedad (m/s²).

Y la resistencia R_T, se calcula mediante la ecuación:

$$R_T = R_s + R_D \quad (4.8)$$

Y posterior se procede a determinar la altura de trabajo que la bomba alcanza para el caudal que se estudia en cada caso, para eso se apoya en la ecuación

$$H = \Delta Z + R_T Q^4 \quad (4.9)$$

Donde:

ΔZ = Corresponde a la altura máxima que la bomba va impulsar (m).

Ahora se procede a determinar el factor NPSH_D, para conocer si la bomba cavita o no.

$$\text{NPSH}_D = H_{\text{atm}} \pm H_s - E_s Q^2 - H_v \quad (4.10)$$

$$H_{\text{atm}} = \frac{P_{\text{atm}}}{\rho \cdot g} \quad (4.11)$$

$$H_v = \frac{c}{\rho \cdot g} \quad (4.12)$$

Donde:

H_s = Corresponde a la altura máxima en la parte de la succión (m).

P_{atm} = Presión atmosférica en el lugar del proyecto (kPa).

P_{atm} = Presión del vapor de agua en función a la temperatura ambiente (kPa).

E_s = Sumatoria de las pérdidas en la parte de la succión.

Para el cálculo se determinan los valores en las tablas, tales como: presión atmosférica, y la presión del vapor de agua.

Presión atmosférica en Ambato = 0.73705823 Atm.

Presión de vapor de agua a 20° Celsius = 0.001003

Y se determinan las pérdidas en las tuberías las dimensiones en la altura y la longitud de la bomba de acuerdo al diagrama, que indica la distribución de las tuberías en todo el invernadero.

Según las características de la placa la bomba instalada tiene los siguientes detalles.

Tabla 4.4: Placa de características de la bomba instalada.

Características	Detalles
Max H.	20 metros
RPM	3450 rpm
MAX. CAUDAL	300 l/min
OUTLET-INLET	1 ½ x 1 ½
Potencia HP	1.25 HP

4.7. SELECCIÓN DE LOS EQUIPOS ELECTRÓNICOS.

4.7.1. Selección de plc S7 1200.

Hoy en día, una gran cantidad de PLC industriales está disponibles en el mercado, lo que permite al usuario seleccionar el modelo deseado de un amplio catálogo. Sin embargo, hay algunos aspectos importantes a considerar al elegir un PLC. Es importante definir claramente en qué consiste el proceso que estamos automatizando, elegir el tamaño adecuado de la aplicación, para no seleccionar un controlador PLC mal seleccionado.

Beneficios o características que no son necesarias, los aspectos a considerar son:

Entrada y Salida

se utilizarán entradas analógicas de 0-10v y salidas de 110v para la bomba, para las electroválvulas de 24 v en AC y alimentación para los sensores de 5 a 24 v en CC

Capacidad de programa y memoria

Este parámetro es quizás el aspecto más complicado de la condición previa, ya que a menudo le advertirá que su programa es demasiado grande o no tiene memoria. En la misma familia de PLC, hay varias CPU diferentes con las mismas E/S, y la diferencia está en la capacidad del programa. [29].

Cálculos para ingresar la lectura de la variable humedad al PLC S7 1200

Se utilizó una regla de 3 al obtener los siguientes valores con mediciones en tierra húmeda y tierra seca y tierra semi húmeda en las cuales el sensor arrobo los siguientes voltajes, acondicionándolos para el plc.

Datos

R= 396 ohmios

I = (4-20) mA

$$v = R.I \quad (4.13)$$

$max = 396 \times 4 \times 10^{-3} A = 1,584 V$ Tierra seca

$vmin = 396 \times 20 \times 10^{-3} A = 7,92 V$ Tierra húmeda

Lectura en la entrada analógica del PLC S7-1200.

$$0 = 0$$

$$10v = 27648$$

$$\frac{10v}{1,584 v} = \frac{27648}{x} = 4379,44$$

$$\frac{10v}{7,92 v} = \frac{27648}{x} = 21897,22$$

4.7.2. Criterios de selección de contactores.

Para elegir el contactor que mejor se adapte a sus necesidades, tenga en cuenta los siguientes criterios:

- Tipo de corriente, tensión y frecuencia de la bobina de alimentación.
- Capacidad de carga nominal.
- Condiciones de uso: ligero, normal, duro, extremo.
- Hay operaciones para ajustar la corriente de arranque y la corriente de corte.
- Por el circuito de potencia o control y el número de contactos auxiliares requerido.
- Para operación silenciosa o frecuencia de operación muy alta, se debe usar un contactor sólido o estático.
- Por categoría laboral [30].

4.7.3. Parámetros Para Seleccionar la Electroválvula

Para una correcta selección de una electroválvula se toma en cuenta la aplicación que dicho elemento va a tener al ser implementado en un sistema de riego automatizado, cada uno de estos aspectos se los detalla en la tabla 4.4.

Tabla 4.5: Tabla de selección de Electroválvulas.

Parámetros	Descripción
Material que constituye el cuerpo de la válvula	Las electroválvulas están fabricadas de materiales como: latón, de acero inoxidable, PVC, cobre, aluminio, para la Selección se considera la exposición al ambiente.

El producto a utilizar en la válvula	Depende de esta incógnita que partimos para seleccionar el cuerpo de la válvula, el material de diafragma interno Y el tipo de accionamiento.
El tamaño del puerto	Depende de las conexiones de la aplicación, ya que existen las electroválvulas roscadas, bridadas, de conexión Namur, de conexión rápida, entre otras. En medidas estándar como por ejemplo 1/8, ¼, ½, 3/8, ¾, 1” hasta máximo 2”, dependiendo del modelo.
Es normalmente cerrada o normalmente abierta	Acorde a la aplicación. <ul style="list-style-type: none"> ➤ Normalmente cerrada ➤ Normalmente abierta
Número de vías	Existen válvulas de 2, 3 ,4 y 5 vías en 2 posiciones. El número de vías es el número de conductos de entrada y salida que tendrá la válvula y el número de posiciones Son respecto al actuador.
La presión	En este caso existe la presión mínima y la presión Máxima, se deben tomar en cuenta para el funcionamiento de las válvulas solenoides.
El caudal	El caudal es acorde a la aplicación, siendo indispensable solicitar el especificado requerido por cuestiones de Llenado o desfogue.
Temperatura	Se considera la temperatura máxima y mínima a utilizar en el fluido que pasará por la electroválvula ya que me permite seleccionar el material del diafragma, ya que si existen temperaturas elevadas es muy probable que se Reviente.
El voltaje	Se elige en base al diseño de la aplicación. Las electroválvulas trabajan en voltajes alternos y continuos. VAC: 48, 127, 220 y en VDC: 12, 24, 48.

4.7.4. Criterio para Selección de un Sensor

Hay varios factores a considerar al elegir un sensor para su aplicación:

Tipo de medición requerida, por ejemplo, variable a medir, valor nominal, rango de valores, precisión, velocidad de medición y confiabilidad requerida, condiciones ambientales bajo las cuales se realiza la medición.

El tipo de salida que requiere el sensor determina las condiciones de acondicionamiento de la señal para obtener una señal de salida adecuada para la medida.

De lo anterior se pueden determinar varios posibles sensores en cuanto a rango, precisión, linealidad, velocidad de respuesta, confiabilidad, mantenibilidad, duración, requerimientos de demanda de potencia, robustez, disponibilidad y costo.

La selección del sensor no se puede hacer sin tener en cuenta el tipo de salida que el sistema debe producir después del acondicionamiento de la señal, por lo que es necesaria una perfecta integración del sensor con el acondicionador de la señal [31].

4.8. PROTECCIONES ELÉCTRICAS

4.8.1. Protección Para la Bomba

Para el cálculo de protección termo magnética se debe realizar de la siguiente forma tomando en cuenta la corriente a plena carga aumentándole un 25% de holgura para que no se dispare la protección termo magnética cuando el equipo demande más corriente eléctrica al arranque hasta que alcance su plena carga, tenemos entonces nuestra formula [32].

$$I_p = 1,25 \cdot I_{pc} \quad (4.14)$$

I_p : Corriente de protección; (A).

I_{pc} : Corriente a plena carga; (A).

4.9. SELECCIÓN DE CONDUCTORES

Para ello tomamos en cuenta la corriente de arranque la cual va a ser la corriente nominal más un 125% [33].

$$I_R = I_N + 125\% \quad (4.15)$$

I_R : Corriente de arranque; (A).

I_N : Corriente nominal; (A).

Para la caída de tensión se utilizará la siguiente formula con la que verificaremos la

selección del conductor correcto [34].

$$e\% = \frac{4 \cdot L \cdot I \cdot R}{E_n \cdot \cos \phi} \quad (4.16)$$

e%: Caída de tensión en porcentaje.

L: Longitud en metros; (m).

IR: Corriente de arranque; (A).

En: Voltaje entre fase y neutro;(V).

S: longitud transversal del conductor;(m).

Ø: Factor de potencia.

4.10. CÁLCULO DEL CONDENSADOR PARA LOS MOTO REDUCTORES

El cálculo de los condensadores para los motorreductores es importante, porque gracias a estos el motor realizara el arranque ya que cumple la función de incrementar el par motor inicial, y permiten que el motor sea encendido y apagado rápidamente de tal forma que, al circular una corriente en el devanado primario, creará un campo magnético giratorio el cual induce un voltaje en el devanado secundario.

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} * V \cos \phi} \quad (4.17)$$

$$f_r = \frac{w}{\cos \phi} \quad (4.18)$$

$$X_L = \frac{V}{I} \quad (4.19)$$

$$C = \frac{1}{2 * \pi * F * L} \quad (4.20)$$

Donde

I = intensidad (A).

P = potencia (W).

$\text{Cos}\phi$ = factor de potencia

V = voltaje (V)

Fr = factor de servicio

XL = reactancia inductiva (H)

F = frecuencia (Hz).

C = capacitor

4.11. EXTRACTORES

El extractor sirve para asegurar la calidad del aire interior de cualquier lugar, su salubridad, controlar la humedad, las concentraciones de gases y las partículas en la suspensión del aire.

Para nuestra tesis hemos utilizados los extractores de aire marca broan.

Tabla 4.6: Características de los extractores.

Características
Voltaje= 110 voltios
Potencia de 180 w
Flujo de aire= $3600 \text{ m}^3/h$
Ruido= 50 db
Diámetro del conductor=50cm

4.11.1. CÁLCULO DEL CAUDAL DE EXTRACCIÓN

Datos del invernadero

$$\text{volumen local} = \text{largo} * \text{ancho} * \text{altura} \quad (4.21)$$

$$\text{volumen local} = 43\text{m} * 24\text{m} * 2\text{m} = 3168\text{m}^3$$

La utilización del extractor será está en un promedio de 3 a 7 cuando pega duro el sol donde $N= 7$ donde N= al número de renovaciones horarias, donde el caudal se calcula como:

$$Q = V * N \quad (4.22)$$

$$Q = 3168\text{m}^3 * 7\text{h} = 22176 \text{ m}^3/\text{h}$$

Donde:

Q=caudal de extracción (m^3/h).

V= volumen del local (m^3).

N= número de renovaciones (h).

4.11.2. NÚMERO DE EXTRACTORES

De acuerdo al volumen del caudal de extracción de acuerdo al catálogo de broan se elige un extractor comercial existente en ecuador para invernadero que tiene un volumen de extracción de $3600\text{m}^3/\text{h}$ para saber cuántos extractores necesitamos aplicamos la siguiente formula:

$$\text{numero de extrac.} = \frac{\text{volumen de extraccion calculado}}{\text{volúmen de extracción del extractor adquirido}} \quad (4.23)$$

$$N = \frac{22176 \text{ m}^3/\text{h}}{3600 \text{ m}^3/\text{h}} = 6,16$$

De acuerdo a los cálculos necesitamos 6 extractores.

4.12. DIMENSIONAMIENTO DEL CONDUCTO.

Si sabemos que el extractor que elegimos tiene un caudal de extracción de $3600\text{m}^3/\text{h}$ y que también que la velocidad que tiene es de 8m/s vamos a encontrar la sección y el diámetro del mismo:

$$S = \frac{Q}{3600 * V} \quad (4.24)$$

$$D = \sqrt{\frac{4 * S}{\pi}} \quad (4.25)$$

$$S = \frac{3600 \text{ m}^3/\text{h}}{3600 * 8 \text{ m/s}} = 0.125\text{m}^2$$

$$D = \sqrt{\frac{4 * 0.125m^2}{\pi}}$$

$$D = 0.40$$

Donde

S= sección (m²).

Q= caudal de extracción (m³/h).

V= velocidad (m/s).

D= diámetro (m).

4.14. Consumo eléctrico de la bomba

Para determinar el consumo eléctrico de bomba el cual se expresa en kW, ocupamos la siguiente fórmula:

$$C_e = \frac{P_t}{1,36} \quad (4.26)$$

Donde;

C_e= Consumo eléctrico de la bomba (kW).

P_t= Potencia teórica del motor (W).

4.13. CONSUMO HÍDRICO EN UN SISTEMA DE RIEGO AUTOMATIZADO

Para el cálculo del requerimiento de agua del cultivo se utiliza la ecuación que presentamos a continuación:

$$ET_c = ET_0 \cdot K_c \quad (4.27)$$

Donde:

ET_c: Evaporación del cultivo de interés, expresada en mm/día, mm/mes, mm/semana,etc.

ET₀: Evaporación del cultivo de referencias, expresadas en mm/día, mm/mes, mm/semana.

K_c: Coeficiente del cultivo; (adimensional).

Para estimar la ETo se usó el método de Penman-Monteith (1990) que se describe con la ecuación 4.28.

$$E_{To} = \frac{\Delta \cdot (R - G)}{\lambda \cdot (\Delta + \gamma^\phi)} \quad (4.28)$$

Donde:

ETo: Evapotranspiración de referencia ;(mmh⁻¹).

Δ: Gradiente de saturación de presión de vapor ;(Pa °C⁻¹).

R : Radiación neta ;(kW m⁻²).

λ : Calor latente de vaporización del agua ;(2450 kJ kg⁻¹).

G : Flujo de calor del suelo ;(kW m⁻²).

γ^φ: Constante psicométrica aparente ;(Pa °C⁻¹).

M: Masa molecular del agua ;(0,018 Kg mol⁻¹).

e—: Déficit de presión de vapor del aire ;(kPa).

R : Constante de gas ideal ;(8.31x10⁻³ kJ mol⁻¹ K⁻¹).

θ : temperatura ;(293 K).

r : resistencia del área foliar del cultivo ;(s m⁻¹).

5. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.

5.1. CURVA DE LA BOMBA Y PUNTO DE OPERACIÓN

En la figura 5.1. se determinó la curva de la bomba calculada con caudal calculado de 9 m³/s y el punto de operación, con los valores obtenidos que proporciona el catálogo bombas marca Ángelo.

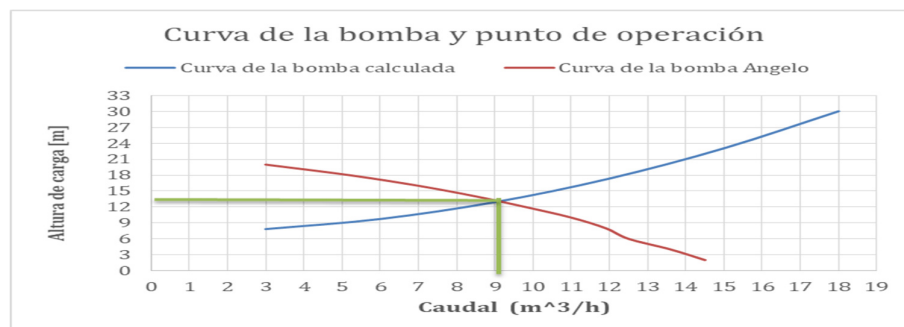


Figura 5.1. Curva de la bomba y caudal de operación.

De acuerdo a la gráfica realizada para el sistema de bombeo, el punto de operación tiene una altura de 13 m y un caudal de 9 m³/h, lo que da resultado que la bomba opera en el tiempo estimado originalmente.

5.2. VERIFICACIÓN DEL RIEGO DE CAVITACIÓN.

En la figura 5.2 se determinó que la bomba, no cavita relacionando el NPSH requerido con el NPSH disponible, con la finalidad de evitar riesgos de desgaste por cavitación en nuestro sistema.

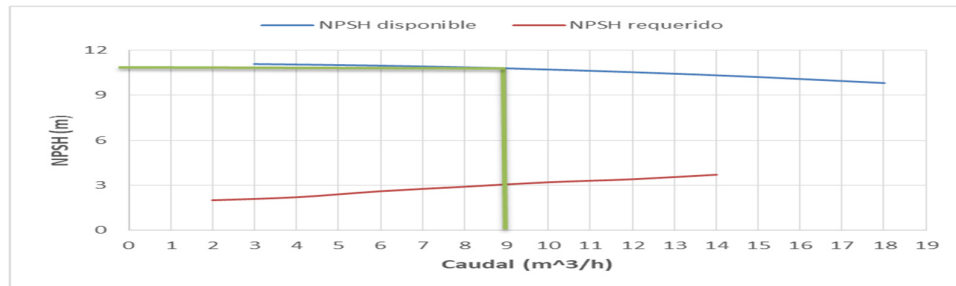


Figura 5.2. Curva de NPSHR y NPSHD de operación.

De la siguiente figura 5.2 se observa que el NPSH requerido se obtiene de catálogo de la bomba Ángelo y el NPSH disponible se adquiere mediante cálculos realizados con este parámetro, determinamos que nuestro sistema no cavita ya que el NPSH disponible es mayor que el NPSH requerido y es por eso que nuestro sistema no cavita cuando empieza a trabajar en el caudal de operación de 9 m³/h.

5.3. RENDIMIENTO DE LA BOMBA.

En la figura 5.3. Se observa la curva de rendimiento de la bomba, por medio del caudal de operación de 9 m³/s y los parámetros que tiene el catálogo de la bomba angeló.

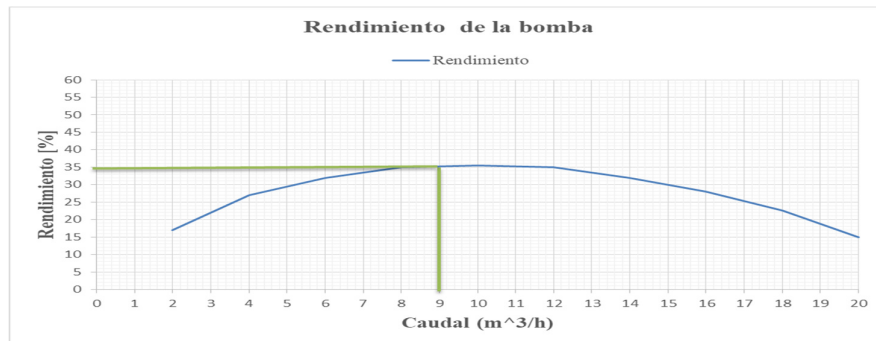


Figura 5.3. Rendimiento de la bomba.

Determinamos que nuestra bomba tiene un rendimiento del 35% Como se puede observar en la figura 5.3

5.4. POTENCIA DE LA BOMBA.

En la figura 5.4. se observa la selección de potencia de la bomba de riego.

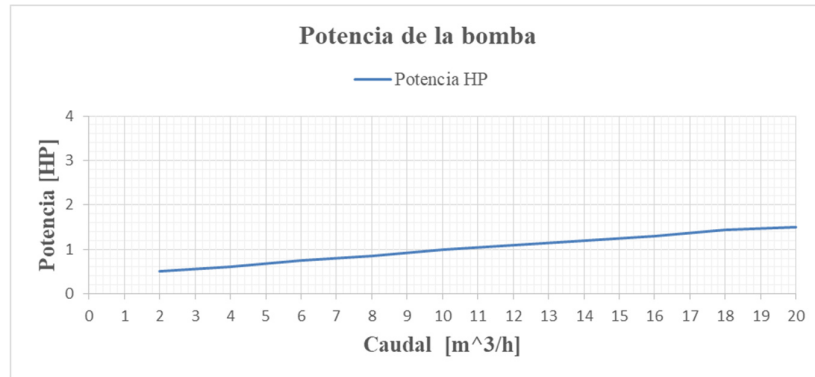


Figura 5.4. Potencia de la bomba.

Podemos determinar que al caudal de operación nuestra bomba tendrá una potencia de 1.1 HP, pero como sabemos que es recomendable tener una potencia un poco más mayor, hemos elegido una bomba que tiene una potencia de 1.25 HP.

5.5. OBTENCIÓN DE DATOS EN LABVIEW

En la figura 5.4. Se observa un SCADA realizado en LabVIEW podremos obtener los datos de temperatura y humedad mediante la conexión del opc server permitirá realizar monitoreo mediante interfaz con el PLC.



Figura 5.4. Entorno de LabVIEW

5.6. GRÁFICA DE DATOS DE HUMEDAD CUANDO RIEGA LA BOMBA.

En la figura 5.5 y 5.6. Se determinó las variaciones de la humedad del suelo, con un pico ascendente, cuando la bomba está encendida y cuando esta apagada la humedad empieza a decaer progresivamente manteniendo un pico descendente al desactivarse el sistema de riego.

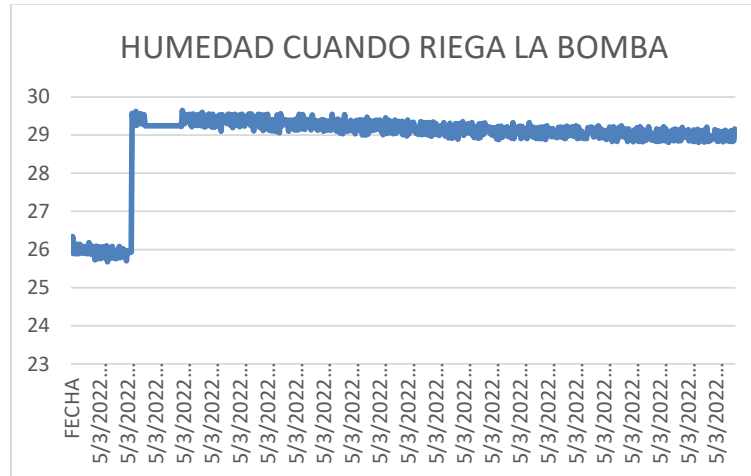


Figura 5.5. Humedad cuando riega la bomba.

En la figura 5.5. Se determinó, mediante monitoreo de la humedad de suelo que se cumplió las condiciones estándares, de los niveles adecuados, los cuales se mantienen un rango del 25% mínimo al activarse la bomba y 30% al desactivarse la misma.

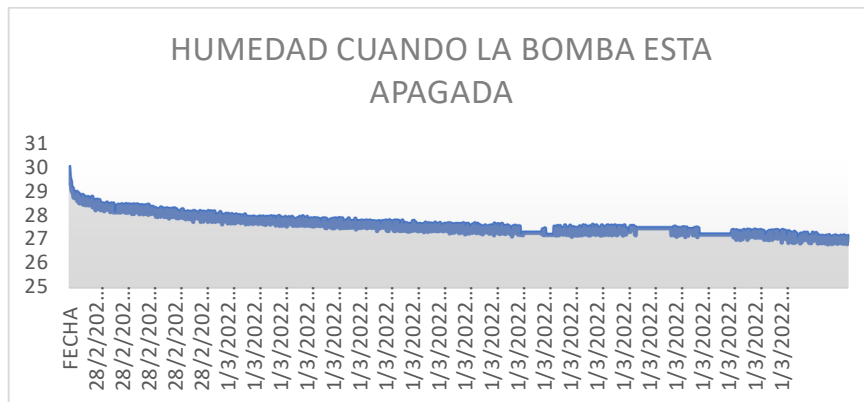


Figura 5.5. Humedad de la bomba está apagada.

Al monitorear se observa una curva descendente, esto refleja que al momento de llegar al límite del 30% de humedad se desactiva el sistema de riego, llegando a descender paulatinamente los valores de humedad del suelo por condiciones de evaporación hasta llegar al límite mínimo del 25% y empezar nuevamente el ciclo de riego.

5.7. GRÁFICA DE DATOS DE TEMPERATURA EN FUNCIONAMIENTO.

En la figura 5.7. Se determinó los picos de comportamiento de la temperatura al ser controlado automáticamente, los sistemas de ventilación pasiva y activa en el invernadero.

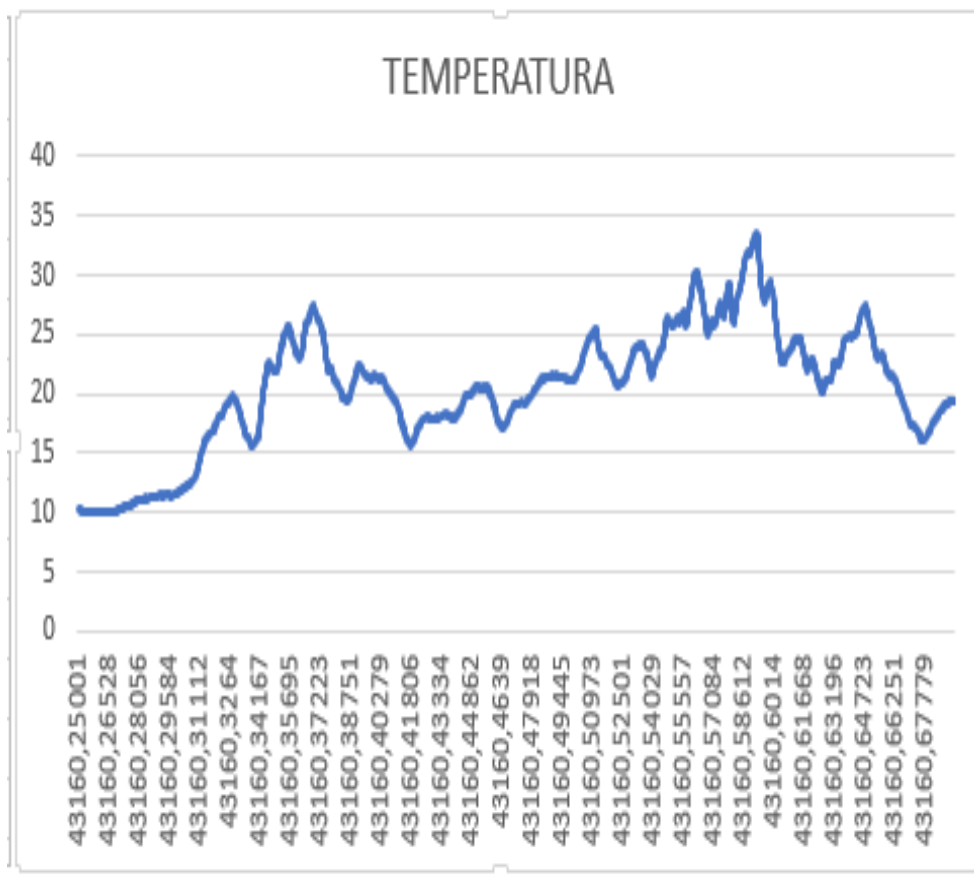


Figura 5.6. Curva de Temperatura vs Tiempo.

En la figura 5.6 podemos observar y comprobar que la automatización, está controlando correctamente, los valores de temperatura, con los cuales acondicionamos el sistema de ventilación pasiva en configuración de activación máxima 18°C, desactivación mínima en 16 °C y ventilación activa, encendido en máximo de 27°C, apagado en 25 °C los cuales permiten un control de temperatura en un rango de 10 °C a 30 °C, para la floración y formación del tomate garantizando un carguío de 7 tomates por floración en el sembrío .

5.8. CÁLCULO DE CONSUMO ELÉCTRICO EN PLENO FUNCIONAMIENTO.

Tabla 5.1: Consumo eléctrico.

Elementos	Potencia W	Cantidad	Total, kW	Horas/día	kWh/día	kWh/mes
Motorreductores	745	2	1490	0.033	0.05	1.5
Extractores de Flujo	180	6	1080	2	2.16	64.8
Bomba	931.25	1	931.25	0.166	0.154	4.62
Electroválvulas	5	5	25	0.166	0.004	0.12
Otros	20	1	20	24	0.480	14.4

De esta tabla se desglosa el total del consumo eléctrico en un mes kWh/mes:

Total, consumo en **kWh/mes = 85.44 kWh.**

El costo por kWh = \$0.1044

Entonces el gasto mensual en suministro eléctrico sería:

Costo = \$0.1044*85.44 kWh = \$8.91 dólares al mes.

5.9. ANÁLISIS DE RESULTADOS HÍDRICOS

En la tabla 5.2. Se determino el consumo hídrico en el sistema de riego tradicional, en cambio en la tabla 5.3. Se determino el consumo hídrico utilizando un sistema de riego automático, principalmente calculado mediante las horas de riego por día en los 2 sistemas.

Tabla 5.2: Consumo hídrico de un sistema de riego tradicional mes de diciembre.

Consumo hídrico en un sistema de riego tradicional mes de diciembre			
V de agua en lt	Días	Horas	Caudal en lt/h
1144	1	1	1144
1144	3	1,5	1716
1144	5	1,75	2002
1144	7	1,5	1716
1144	9	2	2288
1144	11	1	1144
1144	13	1,25	1430
1144	15	1,5	4004
1144	17	1,8	2059
1144	19	1,5	1716
1144	21	1,5	1716
1144	23	1	1144
1144	25	1,5	1716
1144	27	2	2288
1144	29	1,5	1716
1144	31	1,5	1716
Total, de caudal consumido en el mes			29515

En la tabla 5.2, podemos determinar que en sistema tradicional el consumo hídrico es igual a 29515 lt/h el cual es el total de caudal consumido en el mes.

Tabla 5.3: Consumo hídrico de un sistema de riego Automático en el mes de enero.

Consumo hídrico en un sistema de riego automatizado mes de Enero			
V de agua en lt	Días	Horas	Caudal en lt/h
1144	1	0,66	755
1144	3	0,66	755
1144	5	0,66	755
1144	7	0,66	755
1144	9	0,66	755
1144	11	0,66	755
1144	13	0,66	755
1144	15	0,66	755
1144	17	0,66	755
1144	19	0,66	755
1144	21	0,66	755
1144	23	0,66	755
1144	25	0,66	755
1144	27	0,66	755
1144	29	0,66	755
1144	31	0,66	755
Total, caudal consumo en el mes			12080

En la tabla 5.3, podemos determinar que en sistema automatizado el consumo hídrico es igual a 12080 Lt/h el cual es el total de caudal consumido en el mes.

En la figura 5.3 podemos determinar los consumos que se dan y las gráficas tanto en el consumo tradicional, como en el automático determinando que el mayor consumo y gasto de agua se da en el sistema tradicional reflejando así la subida y el baje del caudal en determinado tiempo.

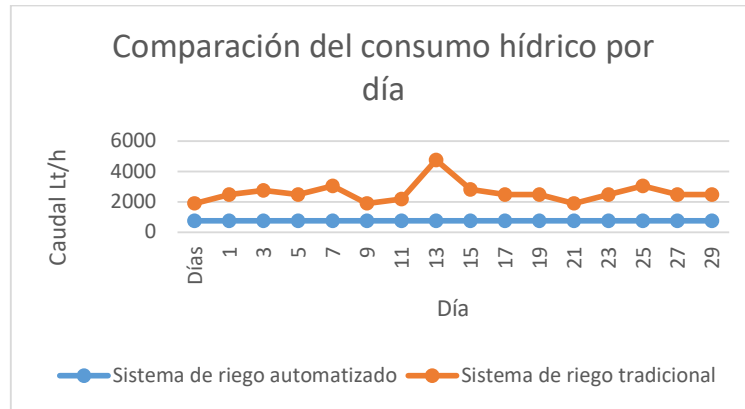


Figura 5.7. Comparación del consumo hídrico por día.

En la figura 5.8 podemos observar la comparación del consumo hídrico por mes y los porcentajes del sistema tradicional y el sistema automatizado y diferenciar cuanto de agua gasta cada uno de los sistemas.

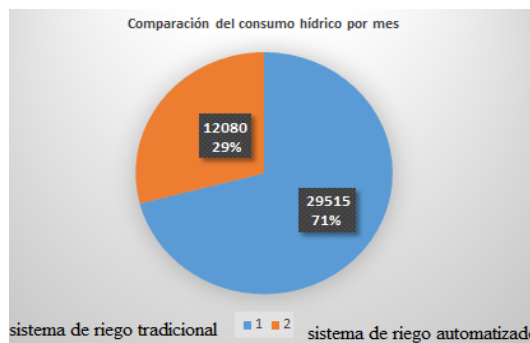


Figura 5.8. Comparación del consumo hídrico por mes.

Para saber cuánto de consumo hídrico que ahorra con el nuevo sistema solo aemos una diferencia lo cual quedará así:

Consumo hídrico de ahorro= consumo hídrico tradicional – consumo hídrico automatizado

Consumo de ahorro = 29515 It/h – 12080 It/h = 17435 It/h

5.10. ANÁLISIS DE RESULTADOS ELÉCTRICOS.

En la tabla 5.4 se encuentra los datos de consumo eléctrico que tiene un sistema de riego tradicional y en la tabla 5.5 se observa los nuevos datos de consumo eléctrico ya automatizado nuestro sistema, tomando como factores la potencia de la bomba que se utiliza y las horas de riego en ambos sistemas.

Tabla 5.4: Consumo eléctrico de un sistema de riego tradicional mes de diciembre.

Consumo eléctrico en un sistema de riego tradicional mes de diciembre			
Potencia bomba (kW.h)	Día	Horas	Consumo eléctrico (kW/h)
1	1	1	1
1	3	1,5	1,5
1	5	1,75	1,75
1	7	1,5	1,5
1	9	2	2
1	11	1	1
1	13	1,25	1,25
1	15	1,5	1,5
1	17	1,8	1,8
1	19	1,5	1,5
1	21	1,5	1,5
1	23	1	1
1	25	1,5	1,5
1	27	2	2
1	29	1,5	1,5
1	31	1,5	1,5
Total, de kW/h en el mes			22,3

De la tabla 5.4 de los datos que nos ofrece procedemos a sacar el consumo del sistema tradicional:

Total, consumo en kW.h/mes = 22,3 kW.h

El costo por kW.h = \$0.1044

Entonces el gasto mensual en suministro eléctrico sería:

Costo = \$0.1044*22.3 kW.h = \$2.32 dólares al mes.

Tabla 5.5: Consumo eléctrico en un sistema de riego automatizado me de enero.

Consumo eléctrico en un sistema de riego automatizado mes de enero			
Potencia bomba (kW.h)	Día	Horas	Consumo eléctrico (kW/h)
1	1	0,66	0,66
1	3	0,66	0,66
1	5	0,66	0,66
1	7	0,66	0,66
1	9	0,66	0,66
1	11	0,66	0,66
1	13	0,66	0,66
1	15	0,66	0,66
1	17	0,66	0,66
1	19	0,66	0,66
1	21	0,66	0,66
1	23	0,66	0,66
1	25	0,66	0,66
1	27	0,66	0,66
1	29	0,66	0,66
1	31	0,66	0,66
Total, de kW/h en el mes			10,56

De la tabla 5.5 de los datos que nos ofrece procedemos a sacar el consumo del sistema automatizado:

Total, consumo en kW.h/mes = 10,56 kW.h

El costo por kW.h = \$0.1044

Entonces el gasto mensual en suministro eléctrico sería:

Costo = \$0.1044*10.56 kW.h = \$1.10 dólares al mes.

La comparación entre el sistema de Todos los valores que nos dan a conocer en las tablas 5.4

y 5.5 ,nos señalan el consumo eléctrico que tiene por día utilizando la misma bomba con la potencia eléctrica de 1kW en los dos sistemas, teniendo un ahorro considerable en un sistema de riego automatizado debido a que el tiempo de riego que se emplea en un sistema de riego tradicional es irregular teniendo como consecuencia un gran consumo de energía, en la figuras 5.9 se puede observar la comparación que existe entre el consumo eléctrico diario y también en la figura 5.10 observaremos la comparación del consumo eléctrico pero en el mes.

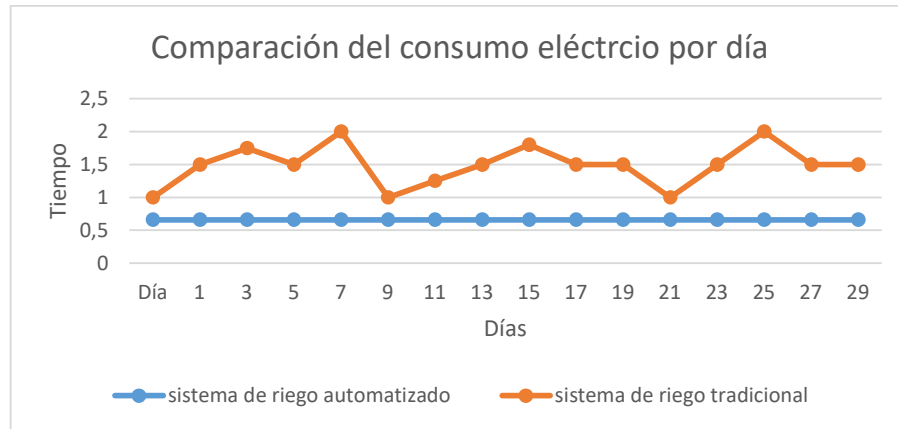


Figura 5.9. Comparación del consumo eléctrico por día.

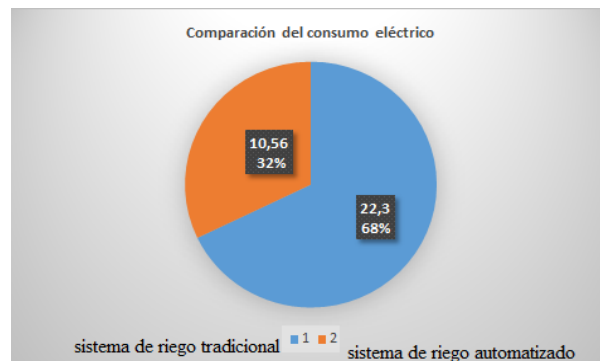


Figura 5.10. Comparación del consumo eléctrico por mes.

Para saber cuánto de consumo eléctrico ahorra con el nuevo sistema solo aemos una diferencia lo cual quedará así:

Consumo de ahorro= consumo eléctrico automatizado – consumo eléctrico tradicional

Consumo de ahorro = 22. 3kW.h – 10. 56kW.h = 11. 74kW.h

Entonces el ahorro mensual en suministro eléctrico sería:

Costo = \$0.1044*11.74 kW.h = \$1.12 dólares al mes.

5.11. PRODUCCIÓN SIN SISTEMA Y CON SISTEMA AUTOMATIZADO.

En la Tabla 5.6 y la Tabla 5.7 determinamos los costos de producción que obtuvimos con un sistema tradicional y un sistema automatizado.

Tabla 5.6: Producción sin control de Variables de Temperatura y Humedad.

MESES	S. SISTEMA SIN AUTOMATIZAR			
	N. VENTA	N. CAJAS	COSTO \$	PESO en Kg
1	1	1	6,5	17
	2	3	19,5	51
	3	5	32,5	85
	4	17	110,5	289
2	5	21	136,5	357
	6	31	201,5	527
	7	51	331,5	867
	8	60	390	1020
3	9	52	338	884
	10	54	351	918
	11	60	390	1020
	12	56	364	952
4	13	32	208	544
	14	15	97,5	255
	15	13	84,5	221
	16	12	78	204
5	17	10	65	170
	18	6	39	102
	19	5	32,5	85
	20	4	26	68
6	21	2	13	34
	22	2	13	34
	23	1	6,5	17
	24	1	6,5	17
TOTAL		514	3341	8738

EL sistema, con control manual de variables de Temperatura y Humedad, genera una producción de (514 cajas ,3341\$ y 8738 Kg/ s).

Tabla 5.7: Producción con sistema Automatizado.

MESES	S. CON AUTOMATIZACION			
	N. VENTA	N. CAJAS	COSTO \$	Peso en Kg
1	1	4	26	68
	2	6	39	102
	3	12	78	204
	4	20	130	340
2	5	30	195	510
	6	40	260	680
	7	45	292,5	765
	8	50	325	850
3	9	60	390	1020
	10	70	455	1190
	11	70	455	1190
	12	60	390	1020
4	13	53	344,5	901
	14	45	292,5	765
	15	33	214,5	561
	16	29	188,5	493
5	17	23	149,5	391
	18	20	130	340
	19	15	97,5	255
	20	11	71,5	187
6	21	9	58,5	153
	22	8	52	136
	23	5	32,5	85
	24	2	13	34
TOTAL		720	4680	12240

EL sistema con el control Automático de variables de temperatura y humedad estándares para cultivo de tomate, se encuentra con generando una producción de (720 cajas ,4648\$ y 12240 Kg)

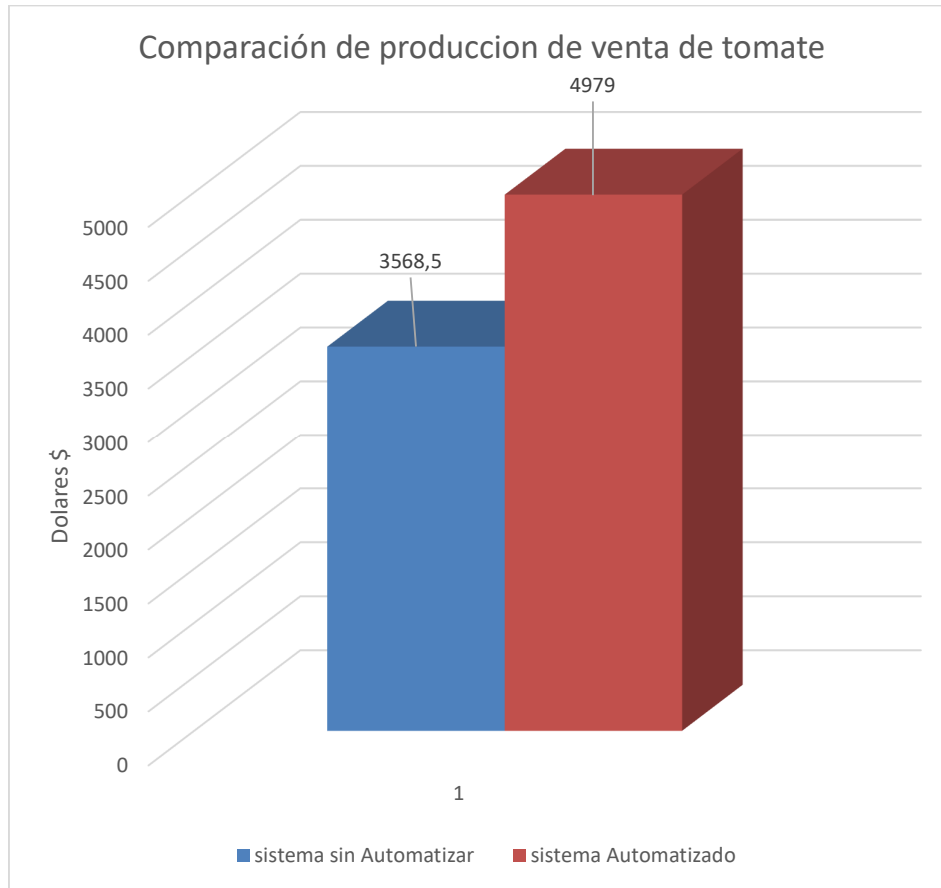


Figura 5.11. Comparación de la producción de venta de tomate.

En la Figura 5.11. observamos una comparación entre las ventas de cada mes entre la producción del sistema tradicional tiene una producción de 3568.5 dólares y el sistema automatizado 4979 dólares, se comprueba que las ventas se han aumentado en un 16% lo cual en dinero es \$ 1410.5 al sacar la diferencia entre el sistema tradicional y el sistema automatizado.

5.12. PROGRAMACIÓN EN EL TÍA PORTAL

La programación en tía portal servirá para dar condiciones de funcionamiento a nuestro sistema

5.12.1. Condiciones Iniciales para el Funcionamiento (Segmento 1)

Se programa las condiciones iniciales en lenguaje Ladder en la figura 5.12, primero las paradas de emergencia uno será directamente controlada del panel de control HMI y el otro con un botón físico

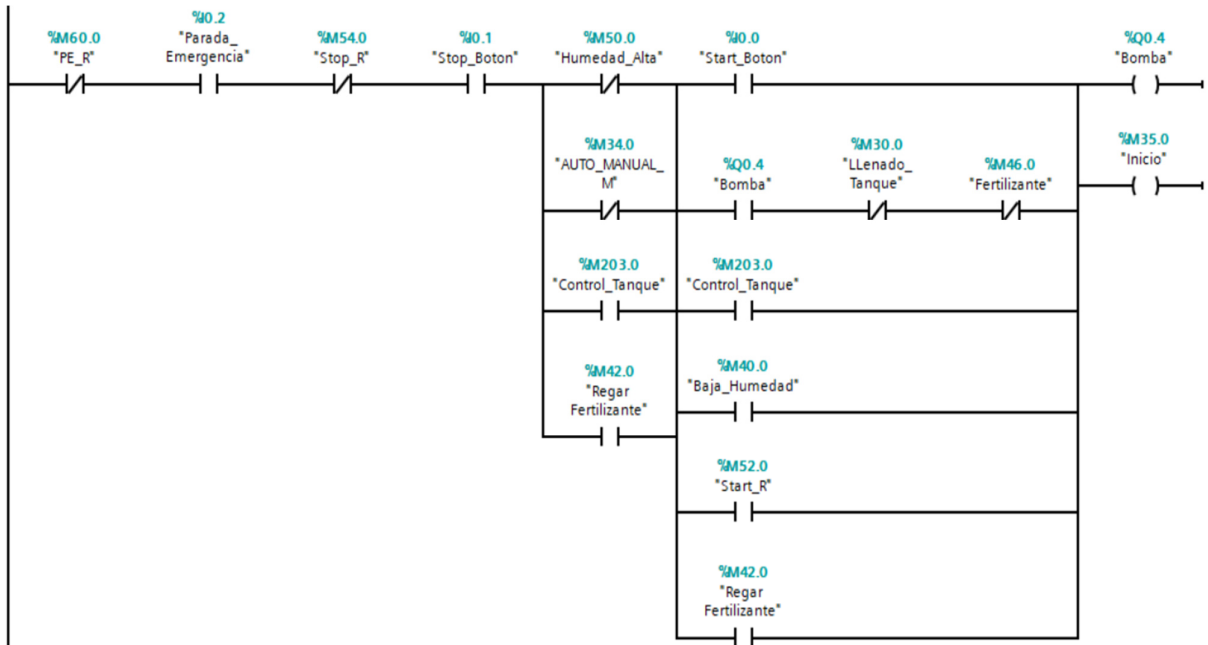


Figura 5.12. Condiciones iniciales para el funcionamiento automático y manual.

Tipo membrana con bloqueo desde el tablero de control, después se condiciona el botón de Stop y Start que también cuentan con 2 puntos de control. Después hay unas memorias de activación y desactivación de la bomba dependiendo de las condiciones de humedad, también se adiciona un switch para colocar en modo manual y automático el sistema. En modo manual se puede controlar la bomba, los ventiladores y las persianas laterales con unos botones que se ubican en la pantalla HMI.

5.12.2. Control de las Electroválvulas.

Se condiciona el funcionamiento de las electroválvulas como se ve en la figura 5.13, estos entrarán en operación dependiendo de qué atención requiere el cultivo. La primera condición si la bomba se activa directamente se encienden las electroválvulas EV1 y EV2 del sector 1 y 2 del invernadero que se controla con una sola salida Q0.0, también se enciende la electroválvula principal EV3 que corresponde a la electroválvula principal filtro 1 del sistema en la salida Q0.1. Si se presiona el interruptor para fertilizar los cultivos una electroválvula adicional se activa EV4 de la salida Q0.2, con esto la bomba succiona de un tanque adicional el líquido y comienza a fertilizar los tomates. Como última condición cuando se comienza el llenado del tanque entran en funcionamiento las electroválvulas EV1, EV2 y el EV5 que se encuentra en la salida Q0.3. Los planos de la conexión se pueden ver en el la lámina N° 02 del circuito de

control ubicado en la sección de anexos.

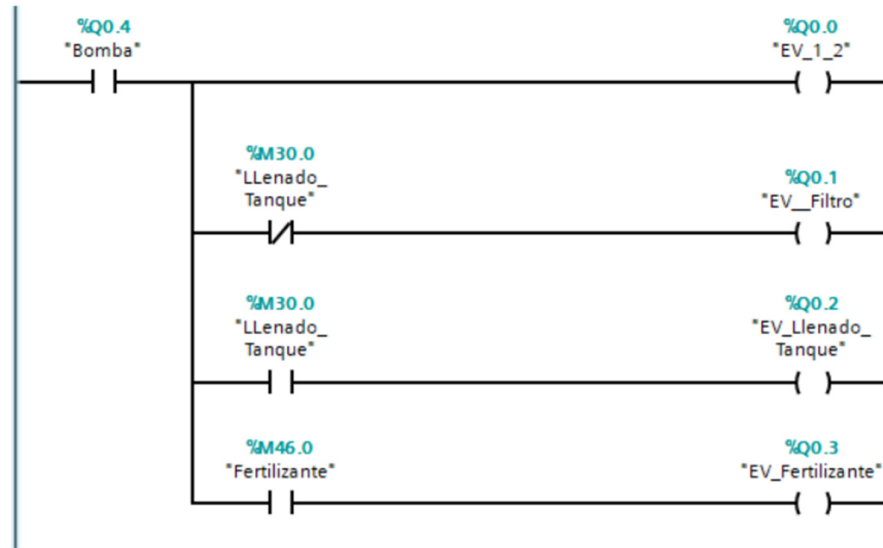


Figura 5.13. Control de las electroválvulas.

5.12.3. Lecturas Analógicas de los Sensores Humedad y Temperatura.

En estos bloques se realiza el acondicionamiento de las señales según las características de los sensores como se ve en la figura 5.14, en el caso del sensor para humedad se detalló en la sección 4.12.3 de las especificaciones del sensor de humedad el voltaje mínimo es de 1.584 y el máximo 7.92, cuando está en el voltaje mínimo corresponde al 0% de humedad y cuando el voltaje es máximo al 100% de humedad. Sabiendo que la entrada analógica del PLC S7-1200 receipta señales de 0 a 10 V en un rango de lectura de 0 a 27648 se realiza las operaciones respectivas para el bloque NORM_X. Por medio de una regla de tres se obtiene que el valor mínimo corresponde a 4379 para el 0% de humedad y 21897 para el 100% de humedad. Estos valores se ingresan en el bloque NORM_X y se escala de 0 a 100% con el bloque SCALE_X.

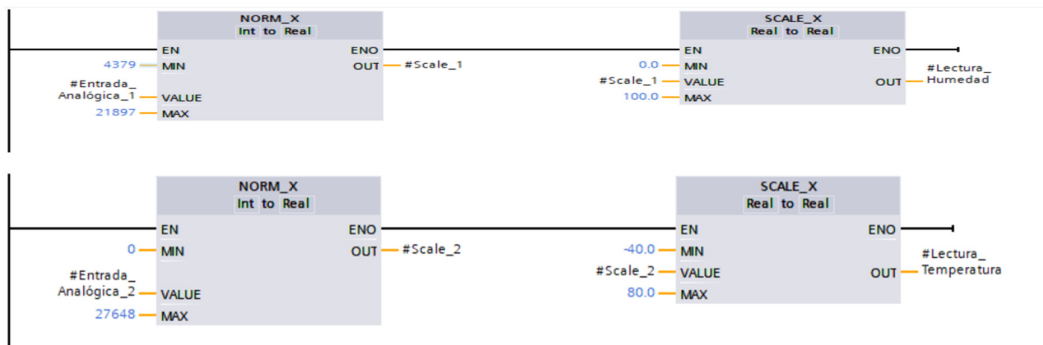


Figura 5.14. Bloques para acondicionar las señales de humedad y temperatura.

El sensor de temperatura cumple las características detalladas en la sección 4.12.2 donde se detalla que el rango de medición es de -40 a 80 ° Celsius, y que además la señal de salida es lineal de 0 a 10 V, entonces se condiciona estas características directamente en los bloques. En el bloque NORM_X se acondiciona de 0 a 10 V que corresponde al rango de lectura en las entradas analógicas de 0 a 27648, y en el bloque SCALE_X se coloca el rango de medición del sensor.

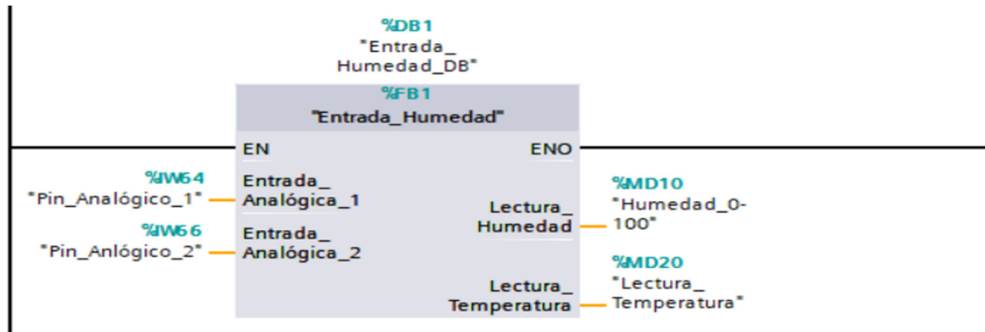


Figura 5.15. Bloques para acondicionar las señales de humedad y temperatura.

Los acondicionamientos de las señales analógicas se realizaron en un bloque fb de función por lo que éste es arrastrado al bloque de programas principal main donde se le asigna los pines analógicos correspondientes a las entradas y las memorias Reales MD10 y MD20 para humedad y temperatura respectivamente como se ve en la figura 5.15.

5.12.4. Bloques de Datos para Controlar las Variables de Humedad y Temperatura.

Se crea un bloque de datos donde se almacenan los parámetros mínimos y máximos de humedad. También se crea los valores para controlar la temperatura en 4 niveles, el mínimo T_LOW_cortinas, el medio T_HIGH_Cortinas, el alto T_LOW_Cortinas y el extremo T_HIGH_Ventilador. En la configuración estos valores tienen un valor de arranque predefinido, aunque se puede modificar desde la pantalla HMI.

Parámetros									
	Nombre	Tipo de datos	Valor de arranq...	Remanen...	Accesible d...	Escrib...	Visible en ..	Valor de a..	
1	Static			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
2	H_Baja	Real	25.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
3	H_Alta	Real	30.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
4	T_HIGH_Ventilador	Real	27.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
5	T_LOW_Ventilador	Real	25.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
6	T_HIGH_Cortinas	Real	22.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
7	T_LOW_Cortinas	Real	16.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Figura 5.16. Bloques de datos para el control de las variables.

5.12.5. Memorias de Control para Humedad y Temperatura.

En este apartado se configuran las comparaciones para que la memoria de humedad baja y humedad alta se activen de acuerdo a las señales leídas en el sensor de humedad, estas configuraciones se pueden ver en la figura 5.17.

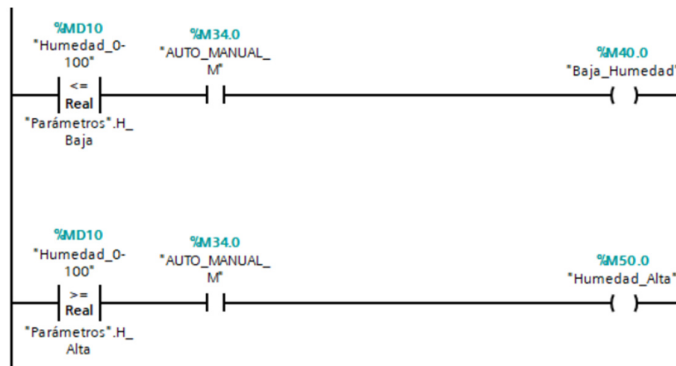


Figura 5.17. Memorias de activación alto y bajo en los rangos de humedad.

Luego se procede a configurar las memorias que activarán las memorias de control para la variable de temperatura. Están parametrizados de la siguiente manera: si la temperatura es menor a 16° se bajan las persianas o cortinas en ambos lados del invernadero por medio de la memoria temperatura baja, si la temperatura sobrepasa los 22° Celsius se activa la memoria Temperatura Alta y se alzan las cortinas en ambos lados del invernadero como se ve en la figura 5.14. Cabe recalcar que esto se consigue por medio del control a 2 motorreductores trifásicos colocados en ambos lados del invernadero uno por lado.

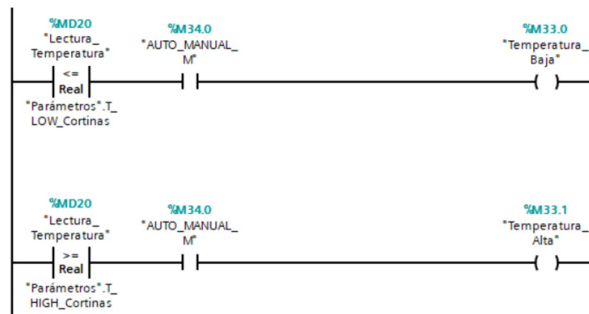


Figura 5.18. Memorias de activación para el control de los motorreductores de las persianas.

Cuando la temperatura en el interior del invernadero sigue subiendo aparte de que las persianas se han alzado se procede a encender los 6 ventiladores que serán controladas de la

siguiente manera: si la temperatura sobrepasa los 27° Celsius se encienden los ventiladores mediante la memoria Temperatura extrema y se apagan cuando la temperatura se encuentra por debajo de los 25° Celsius tal como se aprecia en la figura 5.19.

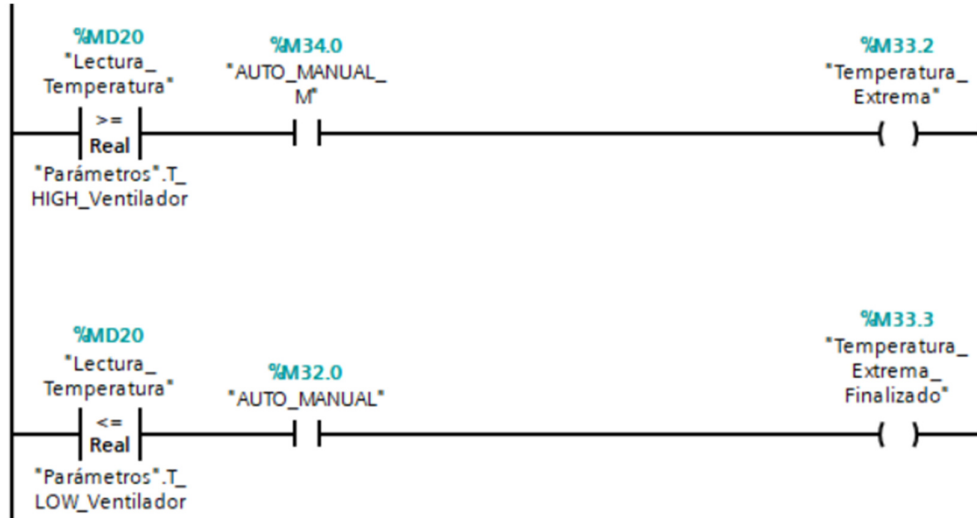


Figura 5.19. Memorias de activación para el control de los ventiladores.

5.12.6. Control Automático y Manual

Esta parte de la programación configura una memoria que se encargará de colocar el sistema en modo automático o manual dependiendo de las condiciones o necesidades del operario, por ejemplo, para realizar el mantenimiento de los elementos se debe proceder a colocar en modo manual e ir probando cada elemento por separado. La programación se ve en la figura 5.20.

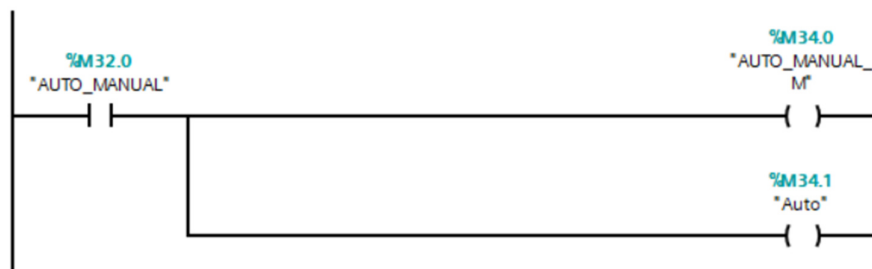


Figura 5.20. Automático manual.

5.12.7. Regado de Fertilizante y Llenado del Tanque.

El regado de fertilizante se puede ejecutar activando la memoria fertilizante que como se vio en la figura 5.12. Esta memoria a su vez activará una electroválvula adicional el cual permitirá en ingreso del líquido mezclado con los químicos necesarios a la bomba el cual permitirá al

dueño del cultivo controlar y manejar de mejor manera las plantas de tomate. En el caso del llenado de tanque se empleará para subir el agua del tanque a un reservorio ubicado en una terraza alta para la reserva de agua por cualquier imprevisto, al activarse esta memoria mediante un selector ubicado en la pantalla HMI se procederá a llenarse el tanque interrumpiendo el riego hasta que el operario desactive este selector. La programación se puede ver la figura 5.21.

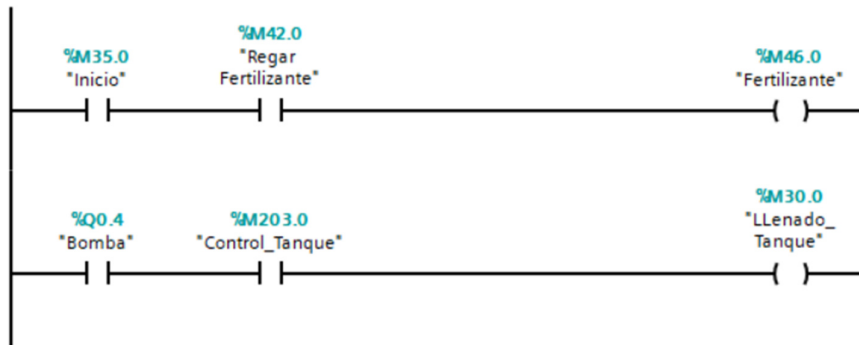


Figura 5.21. Control del fertilizado y llenado de tanque.

5.12.8. Ventilación

La ventilación está controlada por dos condiciones de acuerdo a la lectura del sensor de temperatura, la salida de control se activa la memoria Temperatura Extrema a 27° C se enciende y se apaga cuando la memoria Temperatura Extrema Finalizado se enciende a los 25° C. También dispone de un control manual que se habilita cuando el interruptor Auto que viene de automático está apagado o sea se encuentre en Manual.

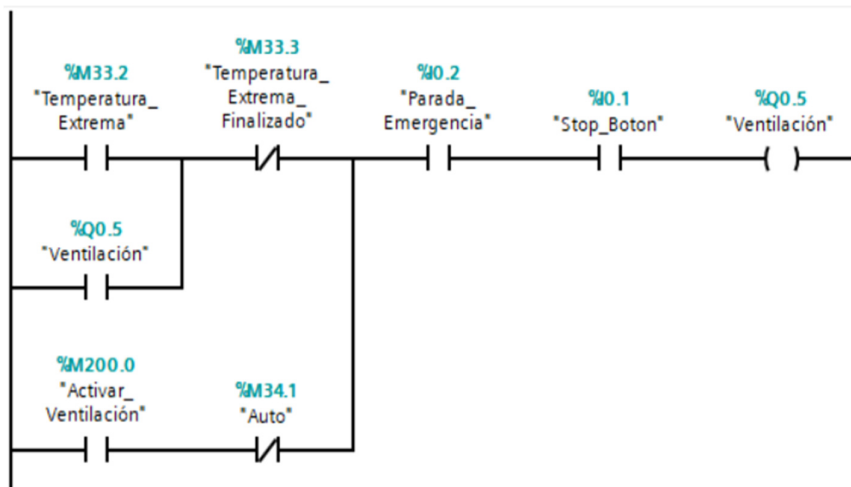


Figura 5.22. Control de los ventiladores.

5.12.9. Motorreductor de Control para las Persianas del Lado Derecho.

Las cortinas se controlan por medio de los motorreductores ubicados en cada lado la, pero para subir y bajar se necesita la inversión de giro en los motores para lo cual se emplean dos salidas digitales para cada lado de la cortina además se configura para que en el modo manual se pueda manipular tanto la subida como la bajada de las persianas con un selector. Primero la condición para que estos motorreductores funcionen es que la parada de emergencia, y el botón de Stop no estén activados una vez cumplida esta condición también se pregunta si el sensor final de carrera. El control para que el motorreductor suba la cortina en el lado derecho se ve en la figura 5.23. La programación para que la cortina del lado derecho baje se encuentra en la figura 5.24. Estas programaciones se repiten de manera similar para el control de las cortinas del lado izquierdo por lo que en el apartado correspondiente a la descripción de la lógica en esa parte no se detallará la secuencia de funcionamiento.

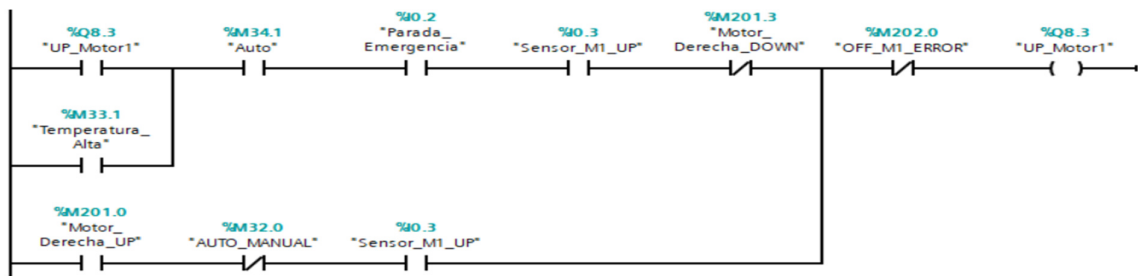


Figura 5.23. Control para que las persianas suban en el lado derecho.

También dispone de una memoria que se llama OFF_M1_ERROR, esta memoria se activa tanto en modo manual como en automático, la función que cumple es de desactivar al motorreductor en el caso de que los finales de carrera no respondan y las persianas queden fuera de control, esto se consigue asignándole un tiempo de funcionamiento a los motorreductores. Para el análisis del tiempo de error.

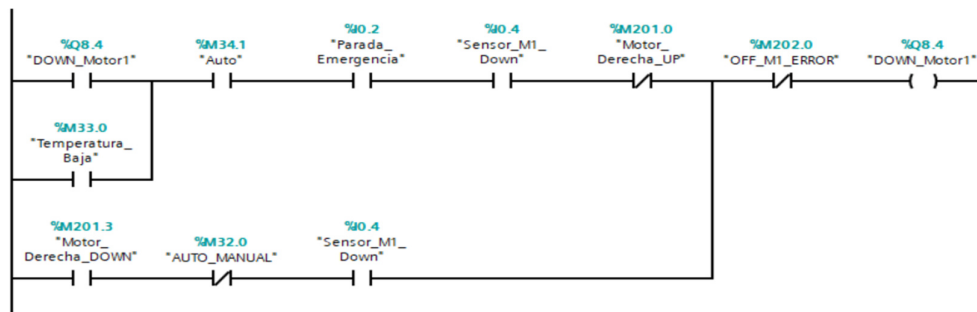


Figura 5.24. Control para que las persianas bajen en el lado derecho.

Se tomó el retardo que toman las cortinas en subir y bajar por cada lado. En varias pruebas las cortinas tomaban un tiempo de 20 segundos tanto en subir, como en bajar en ambos lados del invernadero. Entonces se tomó este tiempo y se le asignó un temporizador en 30 segundos, con el cual se interrumpe el funcionamiento del motor si éste se ha mantenido en ese estado por más de ese tiempo. Esta condición se cumple en el mismo tiempo tanto para el motorreductor derecho e izquierdo y la programación se puede ver en la figura 5.25.

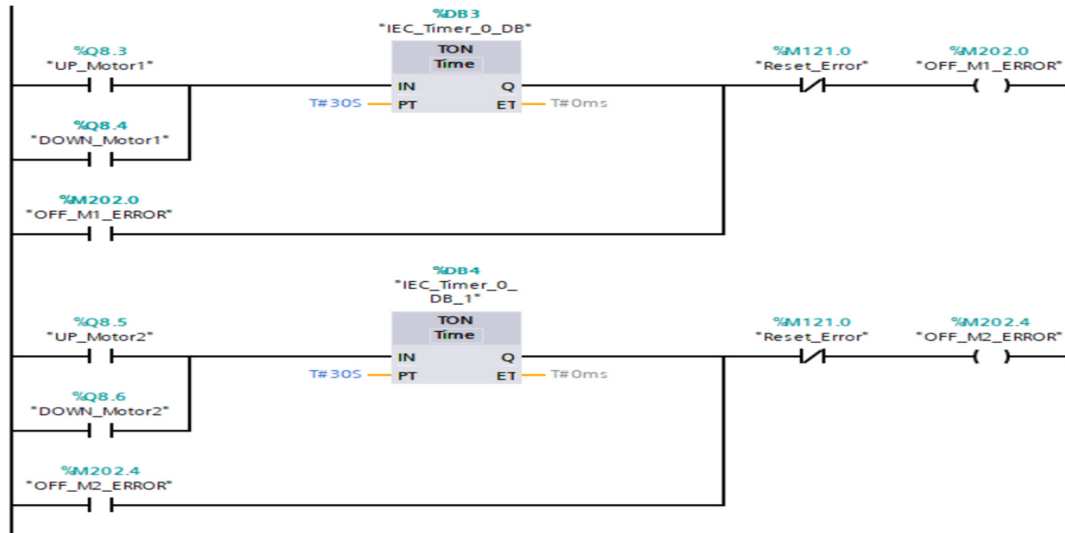


Figura 5.25. Activación de la memoria de error si los finales de carrera fallan.

Al activarse estos errores en el lado izquierdo o el lado derecho hacen entrar en funcionamiento una nueva memoria que encenderá una alarma en el HMI pidiendo que el usuario revise la falla en los motorreductores correspondientes a la izquierda o derecha y luego reinicie el sistema esta configuración se puede ver en la figura 5.26.

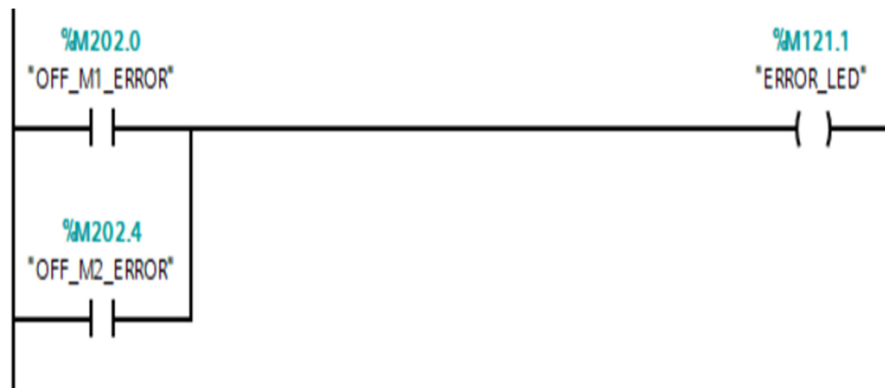


Figura 5.26. Activación de la memoria de alarma.

5.12.10. Motorreductor de Control para las Persianas del Lado Izquierdo.

La programación para el motorreductor de la cortina del lado izquierdo es simétrica al del lado derecho así que no se explica a detalle la lógica de funcionamiento, la programación se puede ver en la figura 5.27.

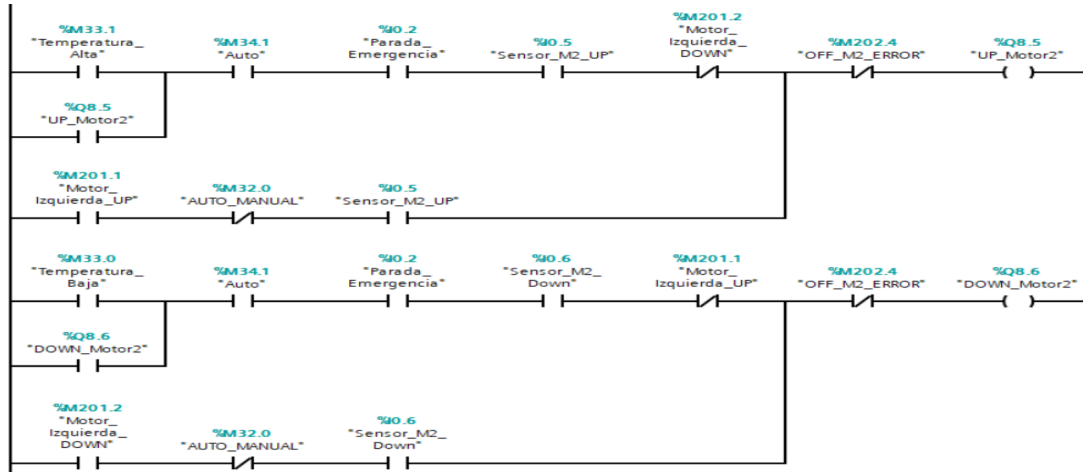


Figura 5.27. Programación de control para el motorreductor izquierdo.

5.13. PROGRAMACIÓN EN LA PANTALLA HMI.

La programación en la pantalla Hmi servirá para controlar y visualizar los datos obtenidos.

5.13.1. Control de Riego.

Para el control de riego se visualiza la humedad como se ve en la figura 5.28, que está recibiendo del sensor y de esta manera puede tener un control del mismo.



Figura 5.28. Control de riego.

5.13.2. Llenado de Tanque.

En el llenado del tanque se puede observar en la figura 5.29, que mediante un botón de encender podemos empezar a llenar el tanque y con el otro podemos desactivar el sistema de llenado.



Figura 5.29. Llenado de tanque.

5.13.3. Visualización de la gráfica del sistema.

La parte de la visualización se podrá observar en la figura 5.30, en las que se formaran las curvas mediante la variación de humedad como de temperatura.



Figura 5.30. Visualización gráfica del sistema.

5.13.4. Fertilización del Tomate.

En la fertilización podemos observar en la figura 5.31, como la bomba realiza la función contraria de absorber el fertilizante por toda tubería hasta terminar este proceso.



Figura 5.31. Fertilización.

5.13.5. Cortinas y Ventilador del Invernadero.

Podemos observar en la figura 5.32, que temperatura está en el invernadero y como se accionan las cortinas y los ventiladores de forma automática hasta poder disminuir la temperatura hasta lo requerido.



Figura 5.32. Cortinas del invernadero.

6. PRESUPUESTO

El presupuesto del proyecto está definido por varios aspectos tales como: materiales a utilizar, costos directos e indirectos, los cuales serán detallados en forma de tabla y sus respectivas especificaciones.

6.1. GASTOS

6.1.1 Gastos Directos

Tabla 6.1: Gastos directos.

Cantidad	Gastos Directos	Valor (\$)
1.	Sensor de temperatura	80
1	Sensor de humedad	25
1	Electroválvulas	170
1	Borneras	10
1	Ventiladores	600
1	Plc	350
400 m	Cables	400
6	Contactores	150
3	Relés Térmicos	170
1	Brecker	5
1	Bomba	155
1	Manómetro	2.50
1	Pulsadores	20

1	Tubería	40
2	Moto reductores	300
4	Finales de Carrera	30
1	Pantalla HMI	350
	TOTAL	2,857.5

Podemos observar que los gastos directos nos salieron un valor de 2,857.5 dólares.

6.1.2. Gastos Indirectos

Tabla 6.2: Gastos indirectos.

Gastos Indirectos	Valor (\$)
Costos de ingeniería	1331.2
TOTAL	1331.2

6.1.3. Gastos Imprevistos

Tabla 6.3. Gastos Imprevistos.

Rubro	Valor (\$)
Material bibliográfico	0
Transporte al interior de la provincia	200
Viajes Interprovinciales	600
Imprevistos	263
Asesoría externa	40

Personal de trabajo en programación	0
Alquiler de equipos de medición	0
Otros	250
Total	1,353

6.1.4. Gastos totales

Tabla 6.4: Gastos Totales

Costo total	
Gastos directos	2,857.5
Gastos indirectos	1331.2
Gastos Imprevistos	1,353
Total (\$)	5,541.7

6.1.5. Egresos e Ingresos.

Tabla 6.5: Egresos Gastos de proyecto y gastos indirectos.

EGRESOS	VALOR EN USD
INVERSIÓN DE PROYECTO	5541,7
GASTOS INDIRECTOS	659,76
Consumo de Corriente eléctrica	106,92
Total	6308,4

Los egresos que tendrán nuestros proyectos son:

Egresos = inversión + gastos directos + consumo eléctrico

Egresos = 5541,7+659,76+106.92= 6308,4 dólares

Tabla 6.6: Ingresos.

INGRESOS	VALOR EN USD
Venta de producto	4979

Los ingresos de nuestra propuesta tecnológica que se obtienen con la venta del producto son de 4979 dólares, con la automatización realizada.

6.2. Impactos Económicos.

El desarrollo del presente proyecto es factible para los agricultores que ven en el sistema de automatización una inversión mínima para su construcción.

Tabla 6.7. Tablas del Van y el TIR.

Datos	Valores
Número de periodo	5
Tipo de periodo	Anual
Tasa de descuento	10%

FLUJO DE EGRESOS	
	B
AÑO	VALOR \$
1	1800,0
2	1980,0
3	2300,0
4	2500,0
5	3000,0
TOTAL	11580,0

FLUJO DE INGRESOS	
	A
AÑO	VALOR \$
1	4680,0
2	4.690,00
3	4.700,00
4	4.900,00
5	5.000,00
TOTAL	23.970,00

FLUJOS	FLUJO EFECTIVO NETO	
		A-B
	AÑOS	VALOR
F1	1	2.880,00
F2	2	2.710,00
F3	3	2.400,00
F4	4	2.400,00
F5	5	2.000,00
TOTAL		12.390,00

Formulación de datos	
IO	-4680,00
F1	2.880,00
F2	2.710,00
F3	2.400,00
F4	2.400,00
F5	2.000,00
n=	5 años
i	tasa de interés 10%

Formulación de datos		Acumulado
0	6308,40	
1	2.880,00	2.880,00
2	2.710,00	5.590,00
3	2.400,00	7.990,00
4	2.400,00	10.390,00
5	2.000,00	12.390,00

El (PR)= 3 afirma que la presente propuesta tecnológica recupera la inversión a los 3 años

VNA	\$9.542,08
TIR	48%

El proyecto de automatización de variables, garantiza una VAN de 9.54,08 con Tasa interna de retorno igual al 0.72 que quiere decir esto que es mayor a 0 y mayor la tasa de interés de 48%, verificándose así, que nuestra propuesta tecnológica es rentable y que garantiza una recuperación y ganancias durante 5 años para solventar la inversión.

6.3. IMPACTOS

6.3.1. Impacto Práctico

Con la implementación de sistemas de control riego y sistema de control de temperatura automatizado, se abasteció al sector agrícola con un diseño que cuenta con características de procesos industriales adaptando el proceso de control de variables en un invernadero para tomate en riñón, obteniendo una distribución justa, operación secuencial, mejorando el manejo en el desarrollo de las condiciones ideales de cultivo, para el mejoramiento del producto y la cosecha, estableciendo un aumento en la producción de tomate en un 16% lo cual en dinero es \$ 1410.5.

6.3.2. Impacto tecnológico

Mediante la presente propuesta tecnológica, se aprovecha los avances tecnológicos en los sistemas de automatización control y monitoreo, para la fomentación de la industrialización agrícola, en la tecnificación de procesos de riego y temperatura, además este sistema permite adquirir y desarrollar conocimientos, de elementos que se manipularan posteriormente en procesos más amplios en la industria.

6.3.3. Impacto Ambiental

El sistema de riego automático y el control de temperatura automática, beneficiara al medio ambiente permitiendo un ahorro de recursos no renovables, en un 36% como es el consumo de eléctrico y agua, mediante sistemas que trabajan solo cuando se requiera realizar la actividad, programada y controlada con valores proporcionado de los sensores al controlador, este sistema actualmente en funcionamiento consume 85. 44kW.h de potencia, al disminuir las horas de actividad de encendido de la bomba se evita también el desperdicio de fuentes vitales como el agua, acondicionándose a los parámetros propicios amigables, con en el medio ambiente.

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1. Conclusiones

- La investigación ejecutada, determinó los parámetros estándares que son mínimos del 20% y el rango máximo del 30% de humedad del suelo y los parámetros de temperatura mínima biológica 9 °C a 30 °C, requeridos para el cultivo de tomate riñón bajo invernadero, lo que además permite un desarrollo óptimo del cultivo.
- Las condiciones ambientales con las que se trabajaron en el cultivo de tomate bajo invernadero, son el control de temperatura con rangos mínimos de 10 °C y máximo de 30 °C y las condiciones de humedad a trabajar son de 25% a 30 % estos rangos, influyen de manera positiva en el crecimiento, floración y desarrollo del follaje adecuado del cultivo y ayuda al mantenimiento con la humedad adecuada del suelo.
- Para seleccionar la capacidad de bomba de riego, se utilizó una tubería de un diámetro de 0,00381 m, a una temperatura del agua de 15°C, con lo cual se obtuvo el coeficiente dinámico de 0,00314 Pa y una densidad 991,1 kg/m³ ; además, se calculó las pérdidas locales de descarga de 6,5; así también, se calculó las pérdidas locales de succión de 5,5; al calcular la longitud de descarga se obtuvo 38,5 m; en el cálculo de la longitud de succión, se obtiene 5,1 m, mientras la longitud total del circuito resulta 81,6m; con estos datos descritos, se determinó que la altura de trabajo de la bomba es de 12,92 m, con caudal de uso de 9 m³ /h, Con un N_{ps} requerido de 10,794 m, menor que N_{ps} disponible, verificando que el sistema no cavita y se encuentra en un régimen de flujo laminar; con los datos resultantes se eligió una bomba Ángelo, con características 1.25 HP de potencia, con un rendimiento del 35%.
- El sistema automatizado de la bomba, consume una potencia de 10.56 kWh y resulta un pago mensual por el uso de energía eléctrica de \$ 1,10, a diferencia del consumo anterior con una potencia consumida de 22.3kWh mensual y gastos de \$ 2,32, lo que significa que la automatización del riego, genera un ahorro de recursos energéticos y económicos en un 36%.
- Al sintonizar el sensor de Humedad con valores de señal de 1,584 de voltaje mínimo y 7,92 máximo, en leguaje Ladder utilizando el SCALE_X y el NORM_X se obtuvo una sincronización con el sistema y se logra parametrizar el control adecuado a la bomba de riego, de igual manera al sincronizar los parámetros de temperatura con los valores el

SCALE_X de 0 a 2768 y el NORM_X de en un rango de -40 a 85 C se obtuvo una correcta sintonización para el manejo y control del sistema de cortinas y el sistema de extracción flujo de aire. 70

- Con la parametrización de temperatura, configurada para encenderse en un límite máximo de 27 °C y la desactivación en un límite mínimo de 25 °C de ventilación pasiva, de igual forma se controla rangos de ingreso de flujo de aire en ventilación activa, con límite de activación máximo de 18 °C y su desactivación en un límite mínimo de 16°C, estos dos sistemas permite mantener y acondicionar el clima interno del invernadero en un rango de 10 °C a 30°C de temperatura necesaria para el cultivo de tomate riñón, favoreciendo positivamente el crecimiento, el desarrollo del follaje, la floración normal en la plantación, reduciendo la proliferación de enfermedades que provocan la pérdida de producción.
- Con el sistema automatizado de temperatura y humedad del suelo se logra un incremento del 16% en el nivel de producción, generando 720 cajas de producto (12240 Kg) y un ingreso económico de \$ 4.648,00 dólares, a diferencia del sistema de manejo manual, que solo se obtenía un total de 514 cajas (8738 Kg.) con un ingreso de \$ 3341 dólares.
- El proyecto, garantiza una VAN de 14,78 con Tasa interna de retorno igual al 0.72 que quiere decir esto que es mayor a 0 y mayor a la tasa de interés de 9,32%, verificándose así, que nuestro proyecto es rentable y que garantiza una recuperación y ganancias durante 5 años para solventar la inversión

7.2. Recomendaciones

- Implantar un sistema SCADA de la automatización del invernadero para el control en tiempo real y remoto
- Como adicional en sistema actual de automatización, se podría implementar un sistema de fumigación por nebulización en el cultivo.
- Fomentar el uso de sistemas autónomos de control humedad y temperatura para mejorar el nivel de producción en el sector agrícola, la tecnificación de los procesos productivos y la economía de la mano de obra.
- Utilizar las especificaciones contempladas en el manual de usuario, que facilita el

control automático y manual de los sistemas.

- Contar con los conocimientos necesarios para el correcto uso de los sistemas en base en base al manual de operación.
- Al existir daños en el sistema, debe acudir a un personal capacitado y con experticia en el manejo y reparación de este tipo de sistemas.

8. REFERENCIAS

- [1] A. M. J. J. y. Y. C. B. Rafael, Artist, *Desarrollo De un Sistema Scada Del Invernadero Experimental # 2 De La Universidad Tecnica De Cotopaxi Campus Salache*. [Art]. Universidad Técnica de Cotopaxi, 2021.
- [2] Á. P. J. E. y. M. M. B. Stalin, Artist, “*Implementación Del Sistema Scada Para El Control, Monitoreo Y Análisis De Indicadores De Operación Del Invernadero Del Campus Salache*.”. [Art]. Universidad Técnica de Cotopaxi, 2020.
- [3] A. P. L. A. y. T. M. A. Daniel, Artist, “ *Control Y Monitoreo De La Humedad Y Temperatura Mediante Un Sistema Scada Para El Cultivo De Mora En El Sector De Yanahurco* ”. [Art]. Universidad Tecnica De Cotopaxi, 2021.
- [4] H. L. S. I. y. L. P. L. Roxanna, Artist, *Desarrollo de un prototipo de aplicación en Android para la automatización de un invernadero de tomate mediante herramientas Open Source para la Finca San Pedro*.. [Art]. Universidad de Guayaquil, 2021.
- [5] R. E. Suárez Vinueza, Artist, *Automatización y Control de un invernadero experimental para mejorar su eficiencia energética*.. [Art]. Universidad Técnica de cotopaxi, 2021.
- [6] J. R. y. U. L. K. P. Rodríguez Chicaiza, Artist, *Diseño e implementación de un sistema de automatización para el control de riego por goteo y monitoreo de temperatura en el invernadero "Clara Llumiquinga" sector de Patután provincia de Cotopaxi*.. [Art]. Universidad Técnica de Cotopaxi, 2018.
- [7] A. M. VEGA, Manejo y mantenimiento de invernaderos, Madrid: Mundi-Prensa, 2017, p. 80.
- [8] «Tecnologías que el agricultor necesita saber,» *HortiCultivos*, p. 70, 2017.
- [9] I. M. W. Cuervo, «LinkedIn,» 16 Agosto 2018. [En línea]. Available: <https://es.linkedin.com/pulse/m%C3%B3dulos-industriales-fundamentados-en-la-pir%C3%A1mide-de-william-cuervo>. [Último acceso: 25 Febrero 2022].
- [10] I. A. E. A. V. Munar, Artist, *Diseño y evaluación climática de un invernadero para condiciones de clima intertropical de montaña*. [Art]. Universidad Nacional de Colombia, 2016.
- [11] H. V. Suntasig Guilcaso, Artist, *Diseño e implementación de un sistema de control y monitoreo de temperatura ambiental y humedad relativa del suelo, para el mejoramiento de la calidad de un invernadero ubicado en la ciudad de Pujilí, periodo 2017*.. [Art]. Universidad Técnica de Cotopaxi, 2018.

- [12] «Sistemas de riego: Complementan la actividad agrícola,» *El Universo*, 29 Noviembre 2016.
- [13] «AQUAE Fundación,» [En línea]. Available: <https://www.fundacionaquae.org/wiki/tipos-de-riego/>. [Último acceso: 5 Marzo 2022].
- [14] A. Valdivielso, «Iagua,» [En línea]. Available: <https://www.iagua.es/respuestas/como-funciona-riego-aspersion>. [Último acceso: 5 Marzo 2022].
- [15] «Encolombia,» [En línea]. Available: <https://encolombia.com/economia/agroindustria/agronomia/tipos-de-sistemas-de-riego/>. [Último acceso: 4 Marzo 2022].
- [16] R. GARDENEAS, «Gardeneas,» 02 12 2018. [En línea]. Available: <https://gardeneas.com/ventajas-del-riego-por-goteo-y-desventajas/>. [Último acceso: 3 Marzo 2022].
- [17] «Maher,» 15 Enero 2020. [En línea]. Available: <https://www.maherelectronica.com/sistema-riego-automatico/>. [Último acceso: 2 Marzo 2022].
- [18] «Mundo Riego,» [En línea]. Available: <https://mundoriego.es/bombas-de-riego-que-son-y-cuantos-tipos-existen/>. [Último acceso: 5 Marzo 2022].
- [19] «Proindecsa,» [En línea]. Available: <http://www.proindecsa.com/bombas-para-riego/>. [Último acceso: 3 Marzo 2022].
- [20] «Viagua,» 8 Octubre 2021. [En línea]. Available: <https://viagua.es/electrovalvulas-de-riego/>. [Último acceso: 3 Marzo 2022].
- [21] «Poolaria,» [En línea]. Available: <https://www.poolaria.com/electrovalvulas-riego/2236-electrovalvula-riego-cepex-24vac.html>. [Último acceso: 2 Marzo 2022].
- [22] «Siber,» [En línea]. Available: <https://www.siberzone.es/blog-sistemas-ventilacion/el-funcionamiento-de-un-sensor-de-humedad-usos-frecuentes/#:~:text=El%20sensor%20de%20humedad%20es,entre%204%20y%2020%20mA..> [Último acceso: 2 Marzo 2022].
- [23] «Didacticaselectronicas,» [En línea]. Available: <https://www.didacticaselectronicas.com/index.php/sensores/temperatura/sensor-de-humedad-y-temperatura-del-suelo-sensores-de-temperatura-y-humedad-y-temperatura-del-suelo-moisture-frd-frequency-domain-reflectometry-rk510-01-rika-electronic-detail>. [Último acceso: 1 Marzo 2022].
- [24] «GSL Industrias,» 2 Junio 2021. [En línea]. Available: <https://www.industriasgsl.com/blog/post/que-es-un-plc-y-como->

- [37] L. H. J. M. y. V. S. L. Esteban, Artist, *Implementación de un sistema SCADA para el control de temperatura de dos hornos a través de una red ethernet.* [Art]. UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI, 2021.
- [38] D. Fernandez, «<http://www.sagarpa.gob.mx>,» 15 6 2015. [En línea]. Available: [http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/noticias/2012/Documents/FICHAS %20TECNICAS%20E%20INSTRUCTIVOS%20NAVA/INSTRUCTIVO DEMANDAS%20DE%20AGUA.pdf](http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/noticias/2012/Documents/FICHAS%20TECNICAS%20E%20INSTRUCTIVOS%20NAVA/INSTRUCTIVO%20DEMANDAS%20DE%20AGUA.pdf). [Último acceso: 16 ENERO 2022].
- [39] H. R. Galbarro, «Ingemecánica,» 1 ENERO 2018. [En línea]. Available: <https://ingemecanica.com/inicio/presentacion.html>. [Último acceso: 19 ENERO 2022].
- [40] R. L. Mott, «MECANICA DE FLUIDOS sexta edicion,» PEARSON EDUCATION, Mexico, 2006.
- [41] «FISICA DE FLUIDOS Y TERMODINAMICA,» 1 septiembre 2014. [En línea]. Available: <https://acevedonelson.wordpress.com/acerca-de/segundocorte/hidrodinamica/>. . [Último acceso: 20 enero 2022].

ANEXOS



FACULTAD DE CIENCIAS
DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS
INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

Anexo A

Colocación de electroválvulas en el sistema de Riego

1-1



Anexo A.1. Ajuste de electroválvulas de 1''1/2 en sistema de bombeo



Anexo A.2. Ajuste de electroválvulas de 1'' en sistema de repartición.

Anexo B

Ficha de Electroválvula PGV

1-2



Características

- Aplicación (PGV-100): Residencial
- Aplicación (PGV-101, 151, 201): Residencial/pequeñas áreas comerciales
- Conexión rosca: 1" (25 mm), 1½" (40 mm) y 2" (50 mm)
- La purga manual interna y externa permite una activación rápida y sencilla a "nivel de la válvula"
- Diseño durable con tornillos para una máxima resistencia
- Diseño de junta de diafragma con doble reborde para un rendimiento superior sin pérdidas
- Los solenoides tipo "latch" CC admiten los programadores Hunter con pilas
- Los tornillos cautivos de la tapa permiten un mantenimiento de la válvula sin problemas
- La posibilidad de caudal bajo permite utilizar los productos de microrriego de Hunter
- Solenoide encapsulado de 24 V CA con émbolo cautivo para un mantenimiento sin problemas
- Temperatura máxima: 151 F (66° C)
- Período de garantía: 2 años

PGV, PÉRDIDA DE PRESIÓN EN BARES

m ³ /h	1" (25 mm)		1½" (40 mm)		2" (50 mm)	
	en línea	en ángulo	en línea	en ángulo	en línea	en ángulo
0,3	0,1	0,07				
1,0	0,1	0,07				
2,50	0,1	0,08				
3,50	0,2	0,09				
4,50	0,2	0,12	0,2	0,1	0,1	0,1
7,00	0,4	0,22	0,2	0,1	0,1	0,1
8,0	1,0		0,2	0,2	0,1	0,1
9,00	1,0		0,2	0,2	0,1	0,1
11,00			0,3	0,2	0,1	0,1
13,50			0,3	0,3	0,1	0,1
18,00			0,4	0,4	0,2	0,1
22,50			0,6	0,5	0,3	0,2
27,00			0,8	0,8	0,4	0,3
30,50					0,6	0,5
34,00					0,7	0,6

Especificaciones de funcionamiento

- Caudal:
 - PGV-100: 0.2 a 40 GPM (PGV-100: de 0,05 a 9 m³/h de 0,7 a 150 l/min)
 - PGV-101: 0.2 a 40 GPM (PGV-101: de 0,05 a 9 m³/h de 0,7 a 150 l/min)
 - PGV-151: 20 a 120 GPM (PGV-151: de 5 a 27 m³/h de 75 a 450 l/min)
 - PGV-201: 20 a 150 GPM (PGV-201: de 5 a 34 m³/h de 75 a 570 l/min)
- Intervalo de presión recomendado: 20 to 150 PSI (de 1,5 a 10 bar; de 150 a 1.000 kPa)

Especificaciones del Solenoide

- Solenoide de 24 VAC:
 - 350 mA en arranque, 190mA en mantenimiento, 60 HZ
 - 370 mA en arranque, 210mA en mantenimiento, 50 HZ

Anexo B.1. Características, especificaciones y perdidas de Electroválvula PGV

Anexo C

Colocación de caja de mando, Transformador y Fuente

1-1



Anexo C.1. Ajuste y centrado de caja térmica, fuente y Transformador de 24 V




Anexo C.2. Amado de elementos de caja térmica, (pulsadores, luces piloto, HMI)







Anexo D

Especificaciones de manejo de temperatura y humedad adecuada del tomate riñón, cultivado bajo cubierta.


1-1









EXIGENCIAS DE TEMPERATURA PARA DISTINTAS ESPECIES

						
T° MÍNIMA LETAL	0-2	(-1)	-	(-1)	0-1	0
T° MÍNIMA BIOLÓGICA	11	11	11	11	13-15	12
T° ÓPTIMA	13-16	13-18	17-22	18-18	18-21	17-20
T° MÁXIMA BIOLÓGICA	21-27	23-27	22-27	20-25	25-30	23-28
T° MÁXIMA LETAL	33-38	33-35	43-53	31-35	33-37	33-37

Anexo D.1. Variables estándares del tomate, para el manejo y control de Temperatura, en el invernadero



HUMEDAD RELATIVA PARA DISTINTAS ESPECIES (%)

						
HR MÍNIMA	40	50	45	60	60	60
HR ÓPTIMA	50	60	55	75	65	65
HR MÁXIMA	60	70	70	90	75	75

Anexo D.2. Humedad relativa estándar del tomate cultivado bajo cubierta

Anexo E

Medición del pH en el tomate

1-1

Acidez óptima y tolerancia por algunas plantas cultivadas

planta	pH mínimo	pH óptimo	pH máximo
Alfalfa	6	7,5 a 8,2	8,8
Avena	4,8	5,3 a 6	8,5
Cebada	6	7 a 8	8,8
Judía	5,5	6 a 6,7	8,2
Maíz	5	5,8 a 7	8
Patata	5,2	5,2 a 6	7,5
Remolacha	6	7 a 7,7	8
Tabaco	5,8	7 a 8	8,5
Tomate	6	7 a 8,2	8,3

Anexo E.1.rangos de PH Ideal del suelo para cultivo de Tomate.



Anexo E.2.Medicion de PH con el Peachimetro.



UNIVERSIDAD
TÉCNICA DE
COTOPAXI

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS
DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS
INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA



Ingeniería
Electromecánica

Anexo F

Armado y Colocación de los extractores

1-1



Anexo F.1. Acople de extractores con platinas y pernos de 1''



Anexo F.2. Colocación de extractores en los puentes tubulares de 2'' de acero galvanizado

Anexo G

**COLOCACIÓN DE LOS SENSORES EL DE
TEMPERATURA Y HUMEDAD.**

1-1



Anexo G.1. Colocación de Sensores para el control de temperatura



Anexo G.2. Colocación de Sensor de humedad

Anexo H

IMPLEMENTACIÓN DEL MECANISMO DE SUBIDA DE CORTINAS (CHUMACERAS, MOTO REDUCTOS, CADENA, PIÑONES)

1-2



Anexo H.1. Colocación de: eje roscado de 1", tuercas, motor reductor y piñones de transmisión



Anexo H.2. Centrado de chumaceras de 3/4 con eje galvanizado de cortinas



UNIVERSIDAD
TÉCNICA DE
COTOPAXI

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS
DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS
INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA



Ingeniería
Electromecánica

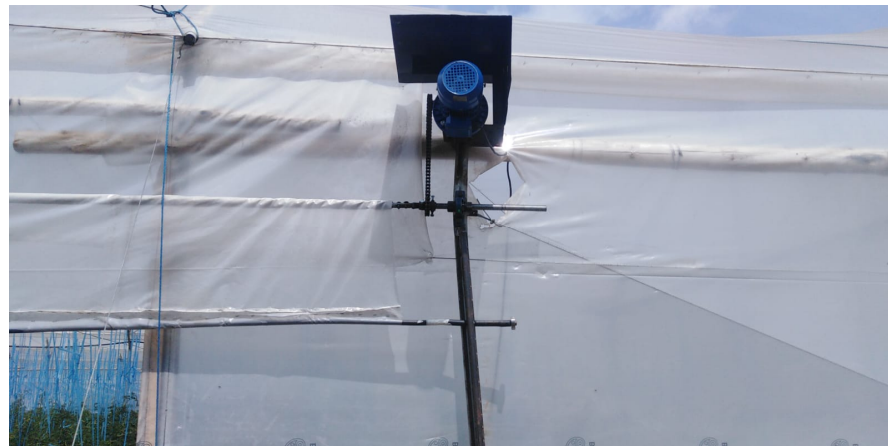
Anexo H

**IMPLEMENTACIÓN DEL MECANISMO DE SUBIDA
DE CORTINAS**

2/2



Anexo H.3. Colocación de cadena en los piñones dentados



Anexo H.4. Centrado de piñones dentados con cadena rectilínea al eje principal de transmisión

Anexo I

COLOCACIÓN DEL DUCTO

1/1



Anexo I.1. Armado y centrado de ducto circular de flujo de aire.



Anexo I.2. Enrollamiento y grapado de ducto con plástico de invernadero.



Anexo J

Cálculo de la bomba y elección de la misma

1-1

CÁLCULOS PARA LA SELECCIÓN DE LA BOMBA ELÉCTRICA

IZA VELVA LUIS SANTIAGO

INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA

TOALOMBO YUMBOPATIN TITU SAYRI

CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA

Parámetros	Valor	Unidad	Parámetros	Valor	Unidad
Diámetro	0,0381	[m]	Pérdidas locales descarga	6,5	.....
Densidad	999,1	[kg/m ³]	Pérdidas locales succión	5,5	.....
Coef. Dinámico	0,00114	[Pa*s]	Longitud de descarga	38,5	[m]
Presión atmosférica	72000	[Pa]	Longitud de succión	5,1	[m]
Presión de vapor	1,7	[kPa]	Altura inicial	3,5	[m]
Altura de succión	1	[m]	Altura final	0	[m]
Pérdidas locales zona 1	1,2	.....	Logitud de descarga zona 1	13	[m]
Pérdidas locales zona 2	1,2	.....	Longitud de descarga zona 2	25	[m]

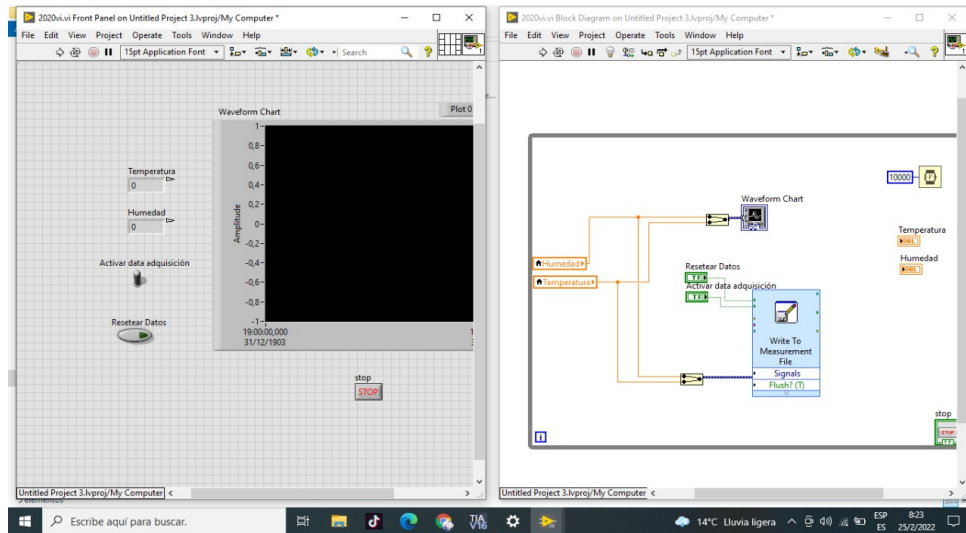


Q (m ³ /h)	Q (m ³ /s)	V (m/s)	Re	Lambda	R (s ² /m ⁵)	R (T)	H (m)	NPSH _o
3	0,00083	0,4112	20698,018	0,026379	52139,632	916554,868	7,836	11,084
6	0,00167	0,8223	41396,036	0,022182	52134,815	915674,198	9,744	10,975
9	0,0025	1,2335	62094,055	0,020044	52132,36	915225,511	12,92	10,794
12	0,00333	1,6446	82792,073	0,018653	52130,763	914933,646	17,366	10,541
15	0,00417	2,0558	103490,091	0,017641	52129,602	914721,28	23,081	10,215
18	0,005	2,4669	124188,109	0,016855	52128,699	914556,346	30,064	9,817

DATOS DE LA BOMBA MARCA "ANGELO"

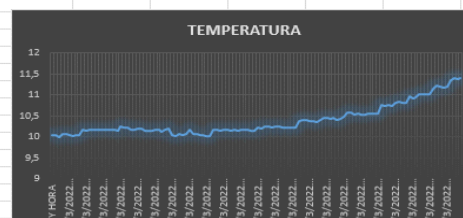
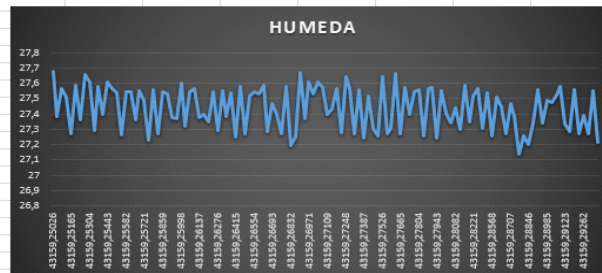
Flujo Volumétrico [m ³ /h]	Altura de Carga [m]	Rendimiento [%]	NPSH requerido [m]	Potencia [HP]
2	14,5	17	2	0,5
4	13,6	27	2,2	0,6
6	12,5	32	2,6	0,75
8	11,9	35	2,9	0,85
10	11	35,5	3,2	1
12	9,8	34,9	3,4	1,1
14	8,5	32	3,7	1,2
16	7	28		1,3
18	5,2	22,5		1,45
20	3	15		1,5

Anexo J.1. Cálculos para la selección de la bomba.



Anexo K.1. Adquisición de datos En LabVIEW, en tiempo real de temperatura y humedad mediante OPC QUICK SERVER.

FECHA Y HORA	HUMEDA	TEMPERATURA
1/3/2022 06:00:22,560	27,680099	10,056427
1/3/2022 06:00:52,562	27,383263	10,039062
1/3/2022 06:01:22,563	27,565933	10,004341
1/3/2022 06:01:52,565	27,508848	10,060764
1/3/2022 06:02:22,566	27,274803	10,065105
1/3/2022 06:02:52,567	27,588766	10,034721
1/3/2022 06:03:22,569	27,366138	10,026043
1/3/2022 06:03:52,568	27,657267	10,043404
1/3/2022 06:04:22,568	27,605892	10,034721
1/3/2022 06:04:52,570	27,291929	10,16927
1/3/2022 06:05:22,570	27,577349	10,15625
1/3/2022 06:05:52,569	27,39468	10,177952
1/3/2022 06:06:22,569	27,611599	10,182293
1/3/2022 06:06:52,570	27,565933	10,164928
1/3/2022 06:07:22,570	27,53739	10,164928
1/3/2022 06:07:52,571	27,263386	10,173615
1/3/2022 06:08:22,571	27,548807	10,182293
1/3/2022 06:08:52,571	27,548807	10,173615
1/3/2022 06:09:22,573	27,366138	10,182293
1/3/2022 06:09:52,572	27,554516	10,138885
1/3/2022 06:10:22,574	27,491722	10,243057
1/3/2022 06:10:52,573	27,229136	10,221352
1/3/2022 06:11:22,575	27,560225	10,221352
1/3/2022 06:11:52,576	27,269094	10,18663
1/3/2022 06:12:22,576	27,548807	10,182293
1/3/2022 06:12:52,579	27,531681	10,199654
1/3/2022 06:13:22,579	27,377554	10,203995
1/3/2022 06:13:52,580	27,371845	10,160591
1/3/2022 06:14:22,579	27,600183	10,15625
1/3/2022 06:14:52,581	27,320471	10,151909



Anexo K.2. Adquisición y grafica de datos en Exel de Temperatura y Humedad.

Anexo L

COLOCACIÓN DEL MANÓMETRO

1-1



Anexo L.1. Enroscado de manómetro con Teflón en la salida de la bomba.



Anexo L.2. Centrado de manómetro para visualización de presión (1 Bar).



UNIVERSIDAD
TÉCNICA DE
COTOPAXI

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS
DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS
INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA



Ingeniería
Electromecánica

Anexo N

**ESCAVACION DE ACOMETIDAS Y ENTIERRO DE
TUBERIAS CON CONDUCTORES**

1-1



Anexo N.1. Excavación de acometidas, para alimentación del medidor hacia circuito en la caja térmica



Anexo N.2. excavación de acometidas, para cableado de motorreductores, sensores de temperatura y humedad, finales de carrera, electrovalvas de distribución.



UNIVERSIDAD
TÉCNICA DE
COTOPAXI

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS
DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS
INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA



Ingeniería
Electromecánica

Anexo N

**ESCAVACION DE ACOMETIDAS Y ENTIERRO DE
TUBERIAS CON CONDUCTORES**

2-1



Anexo N.3. Colocación de manguera con cableado para el sistema de control y Temperatura.



Anexo N.4. Tapada de acometidas y tubería con conductores

Anexo M

RELACION DE PRODUCCION DEL TOMATE CON EL
SITEMA MANUAL Y CON EL SITEMA AUTOMATICO

2-1



PROBLEMAS DEL TOMATE continuación		
DEL FRUTO		
<p>14 PODREDUMBRE APICAL</p> <p>En la parte inferior del fruto se visualiza un hongo concoloro de un color oscuro. Es un problema frecuente cuando se usan bolsas de crecimiento.</p> <p>Tratamiento: ninguno.</p> <p>Prevención: no deje nunca que el suelo o el control de alabaca, especialmente cuando el fruto está hinchado.</p>		<p>15 PODREDUMBRE UMBILICAL</p> <p>Algunas partes del fruto permanecen amarillentas o anaranjadas y no maduran. Por lo general, se debe a un exceso de agua o a una deficiencia de potasio.</p> <p>Tratamiento: ninguno.</p> <p>Prevención: encale y controle la temperatura. Fregue abono rico en potasio. Riegue periódicamente.</p>
<p>16 CAÍDA DE LA FLOR</p> <p>A veces las flores se marchitan y se rompen por el viento. La polinización no se ha producido, normalmente a causa de la sequedad de las raíces y del aire.</p> <p>Tratamiento: ninguno.</p> <p>Prevención: riegue periódicamente y pulverice las flores por la mañana. Golpee suavemente las plantas para fomentar la polinización.</p>		<p>17 QUEMADURA</p> <p>Una depresión alargada de color castaño claro en un lado del fruto que se parece a un vidrio. Manchas amarillentas al pasar en las hojas. Se debe a la luz solar directa.</p> <p>Tratamiento: ninguno.</p> <p>Prevención: encale los paros del invernadero. Humedezca las plantas adecuadamente, pero no las pulverice a menudo.</p>
<p>18 PUNTOS SECOS</p> <p>Las esporas del moho gris saltan o caen sobre el fruto. Se forman anillos (manchas) oscuros pequeños y transparentes.</p> <p>Tratamiento: ninguno. Los frutos afectados pueden consumirse.</p> <p>Prevención: proporcione una buena ventilación. Al regar, no saque las frutas en desarrollo. Controle el moho gris.</p>		<p>19 FRUTO ATROFIADO</p> <p>El desarrollo del fruto cesa cuando tiene el tamaño de un foforo. El problema se da cuando el suelo está demasiado caliente y seco en el momento de la polinización.</p> <p>Tratamiento: ninguno.</p> <p>Prevención: pulverice las plantas diariamente con agua.</p>
<p>20 CUELLO VERDE</p> <p>La zona que rodea al pedúnculo del fruto tiene una zona amarilla, verde o anaranjada. Se debe a una infección bacteriana o a una deficiencia de potasio.</p> <p>Tratamiento: ninguno.</p> <p>Prevención: encale. Controle la calefacción del invernadero. Fregue periódicamente un abono rico en potasio. Trate de cultivar variedades resistentes.</p>		<p>21 FRUTO AHUECADO</p> <p>Existen varias causas que producen frutos ahuecados: condiciones pobres durante la polinización (aire demasiado caliente, demasiado frío o demasiado seco), deficiencia de potasio en el suelo o daño producido por un herbicida.</p> <p>Tratamiento: ninguno.</p> <p>Prevención: evite los factores anteriormente citados.</p>
<p>22 NOCTUA</p> <p>Orugas grandes, oscuras o ventosas, perforan los frutos y los tallos. Las orugas jóvenes agujerean las hojas.</p> <p>Tratamiento: es demasiado tarde para un tratamiento efectivo en este estado. Destruya el fruto.</p> <p>Prevención: pulverice con Permethrin o fenitrothion cuando aparezcan agujeros y orugas jóvenes sobre las hojas.</p>		<p>23 MILDÍU DE LA PATATA</p> <p>Aparece una zona seca y oscura sobre el fruto. El tomate afectado pronto se pudre completamente. La infección puede desarrollarse durante el desarrollo de las raíces.</p> <p>Tratamiento: ninguno. Destruya el fruto.</p> <p>Prevención: proteja el fruto mediante una pulverización contra el mildú de la patata tan pronto como aparezca sobre las hojas (véase pág. 103).</p>
<p>24 FRUTO PARTIDO</p> <p>Es una enfermedad común de los tomates de exterior y de invernadero. Se debe a una lluvia o riego excesivo después de que el suelo se ha secado alrededor de las raíces. El aumento repentino de la lluvia provoca la ruptura de la piel.</p> <p>Tratamiento: ninguno.</p> <p>Prevención: mantenga las raíces uniformemente húmedas.</p>		<p>25 PODREDUMBRE ANULAR</p> <p>Anillos oscuros concéntricos alrededor de una mancha grisácea en un fruto inmaduro. Las esporas del hongo saltan de las raíces.</p> <p>Tratamiento: ninguno.</p> <p>Prevención: envuelva los racimos inferiores para proteger la subcubura. Así que un acolchado de turba. Riegue cuidadosamente.</p>

Anexo M.1. pérdidas de producción por el manejo manual de variables de temperatura y humedad;

Enfermedades producidas (deformación, bacteria, pudrición)



Anexo M.2. Mejora de producción al acondicionar variables de temperatura y Humedad



UNIVERSIDAD
TÉCNICA DE
COTOPAXI

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS
DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS
INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA



Ingeniería
Electromecánica

Anexo O

DISEÑO Y COLOCACION DE AFICHES PARA LA
CAJA TERMICA

1-1



Anexo O.1. Diseño de afiches para denominación de pulsadores y luces piloto.



Anexo O.2.plegado de afiches con denominación.

MANUAL DE USUARIO

Anexo P

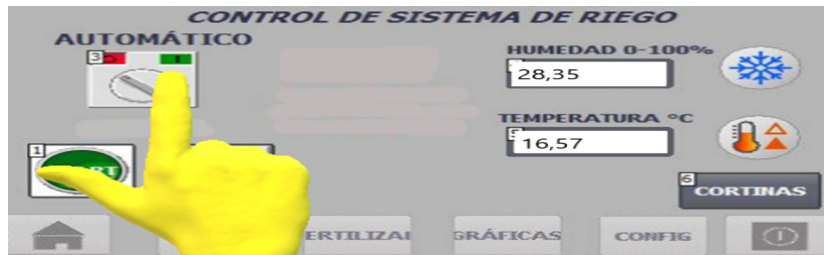
MANUAL DE USUARIO PARA EL CONTROL DEL SISTEMA

1-1

El siguiente manual se realizó, por disposición numérica para mejor comprensión Y manejo adecuado de la pantalla KTP-400, por el usuario, en el cual se muestra La disposición de 6 ventanas y una sub-ventana, (1. CONTROL DEL SISTEMA DE RIEGO 2. LLENADO DE TANQUE 3. FERTILIZADO 4. GRAFICAS DEL SISTEMA 5. CONFIGURACIÓN DE VARIABLES 6 CONEXIÓN) en la cual el usuario se seleccionará la activad que crea conveniente para su desarrollo:

CONFIGURACION DE VARIABLES DE HUMEDAD (MODO AUTOMATICO)

- 1) Pulse en el selector para cambiar de modo manual a modo automático (al realizar esta actividad todo el sistema de humedad y temperatura, se controlarán de modo automático)



Anexo P.1. Cambio de modo manual a modo automático.

CONFIGURACION DE VARIABLES DE HUMEDAD (MODO MANUAL)

ACTIVACION DE BOMBA MODO MANUAL EN HMI KTP-400.

- 1) Pulse en 8 para abrir la pestaña principal de (control del sistema de humedad y Temperatura), a continuación, en la pantalla Ktp 400 ud podrá observar lo siguiente:



Anexo P.2. Pantalla de inicio.

Anexo P

MANUAL DE USUARIO PARA EL CONTROL DEL SISTEMA

2-1

- 2) En la siguiente ventana pulse 3 en el selector para cambiar de modo automático a modo manual (al realizar esta actividad, cambiará de modo automático a modo manual en la cual se podrá manejar y controlar a gusto, las variables de humedad y temperatura)



Anexo P.3. Cambio de modo automático, a modo manual.

- 3) En la siguiente pestaña, (Pulse 1) para activa la bomba de riego (al realizar esta actividad se activará la bomba de riego y empara a regar el cultivo).



Anexo P.4. Modo manual de activado de bomba de riego.

Anexo P

MANUAL DE USUARIO PARA EL CONTROL DEL SISTEMA

3-1

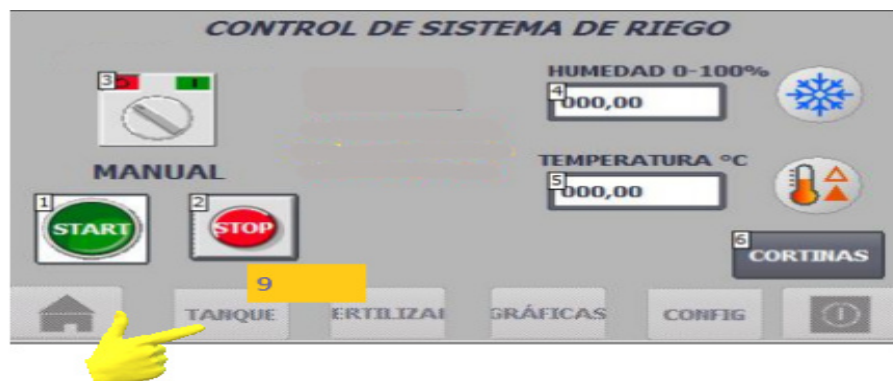
- 4) En la siguiente pestaña de la figura (Pulse 2) para desactivar la bomba de riego (al realizar esta actividad se desactivará la bomba).



Anexo P.5. Pulsación de botón stop para paro de bomba

LLENADO DE TANQUE

- 1) Pulse en 9 para abrir la ventana de llenado de tanque.



Anexo P.6. Pulsación de botón de llenado de tanque

Anexo P

MANUAL DE USUARIO PARA EL CONTROL DEL SISTEMA

4-1

- 2) A continuación; pulse 2 en el selector para activar el llenado de tanque como se muestra la siguiente ventana.



Anexo P.7. Encendido de llenado de tanque

- 3) A continuación; pulse 1 en el selector para desactivar el llenado de tanque como se muestra la siguiente ventana.



Anexo P.8. Desactivación de Llenado de Tanque

Anexo P

MANUAL DE USUARIO PARA EL CONTROL DEL SISTEMA

4-1

- 1) A continuación; pulse 2 en el selector para activar el llenado de tanque como se muestra la siguiente ventana.



Anexo P.7. Encendido de llenado de tanque

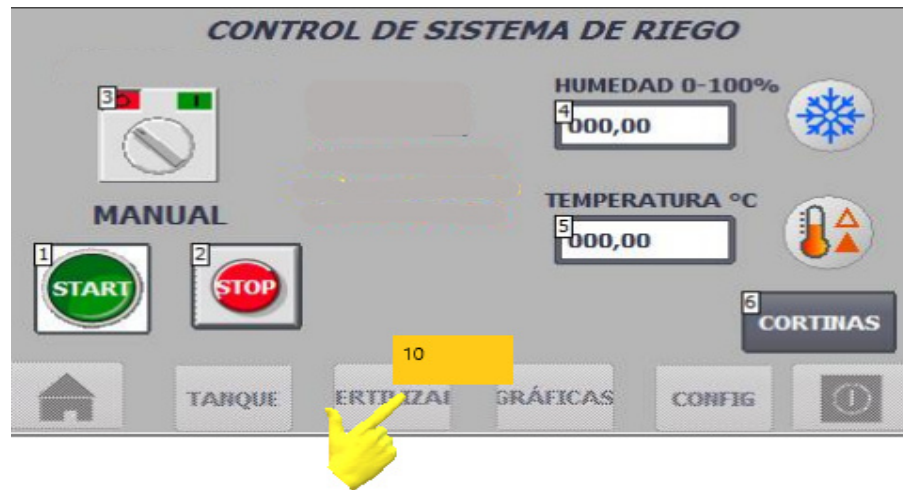
- 2) A continuación; pulse 1 en el selector para desactivar el llenado de tanque como se muestra la siguiente ventana.



Anexo P.8. Desactivación de Llenado de Tanque

FERTILIZADO.

- 1) En la ventana principal Pulse en 10 para abrir la ventana de fertilizado



Anexo P.9. Pulsación manual en 10 para inicio de fertilizado

- 2) Pulse en 2 para activar el sistema de fertilizado como se muestra a continuación:



Anexo P.10. activación de proceso de fertilizado.

Anexo P

MANUAL DE USUARIO PARA EL CONTROL DEL SISTEMA

6-1

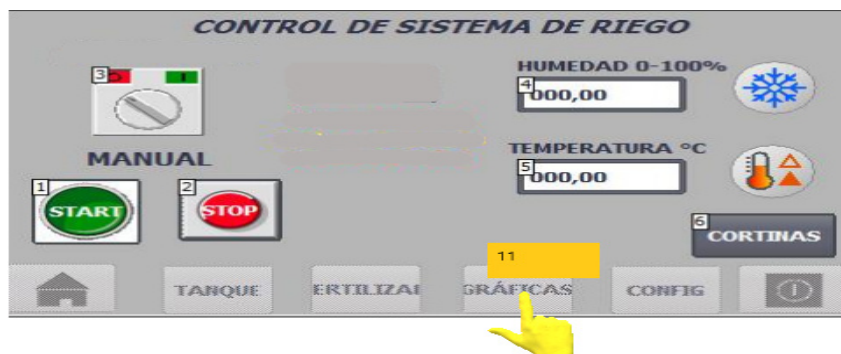
3) Pulse en 1 para desactivar o apagar el sistema de fertilizado



Anexo P.11. desactivación de proceso de fertilizado.

GRAFICAS DE VARIABLES DE HUMEDAD Y TEMPERATURA.

1) pulse en 11 para desplegar la ventana de graficas de variables de temperatura y humedad.



Anexo P.12. Pulsación en 11 para observación de graficas de Humedad y Temperatura.

Anexo P

MANUAL DE USUARIO PARA EL CONTROL DEL SISTEMA

7-1

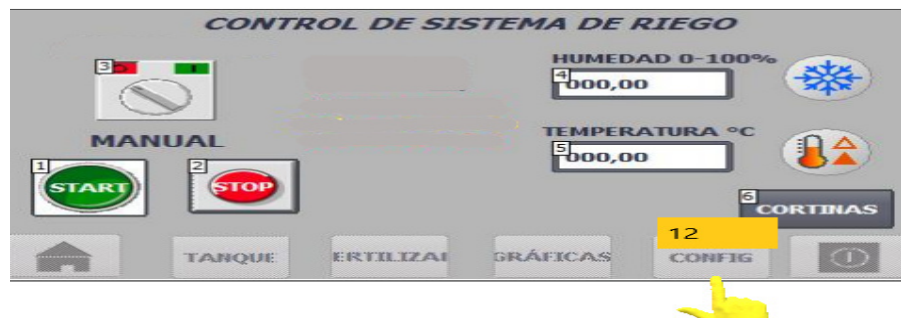
2) Al pulsar en 11 se desplegará la siguiente ventana; el cual se podrán observar en tiempo real las variaciones de Temperatura y humedad.



Anexo P.13. Grafica de variaciones humedad y Temperatura.

CONFIGURACION DE VALORES DE VARIABLES DE TEMPERATURA Y HUMEDAD

1) Pulse en 12 para configura las variables de humedad y Temperatura.



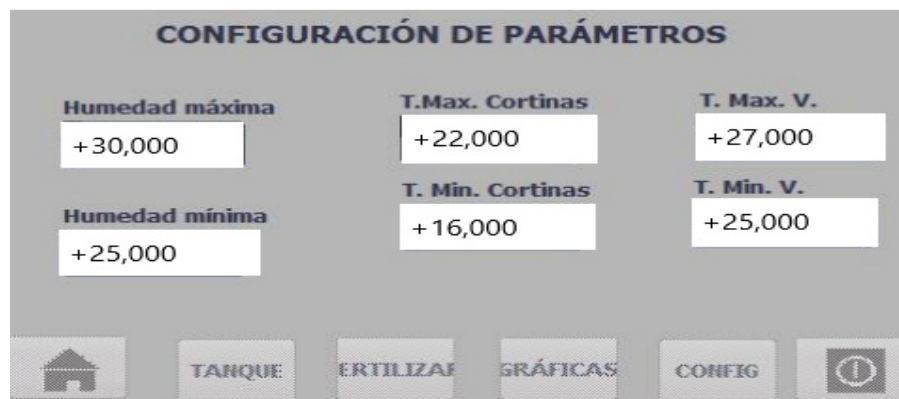
3.7.1. Anexo P.14. Configuración de variables humedad y Temperatura.

Anexo P

MANUAL DE USUARIO PARA EL CONTROL DEL SISTEMA

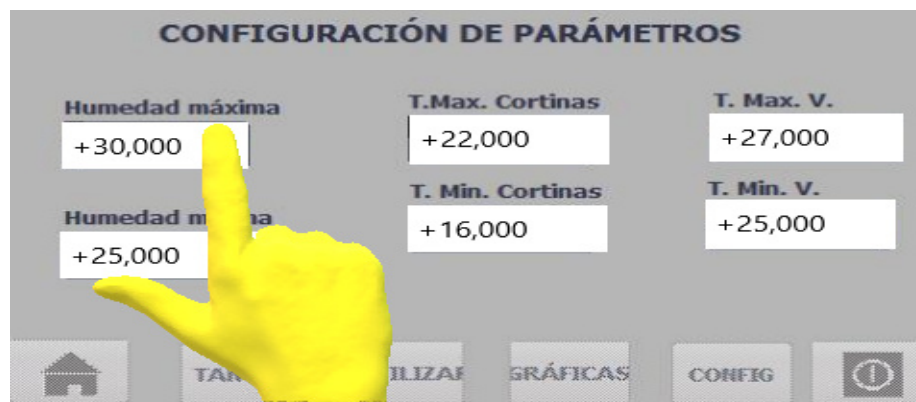
8-1

- 2) Al pulsar en 12 aparecerá la siguiente ventana con los valores Aptos de temperatura y humedad, para el control de los sistemas de cortinas, extractores, bomba



Anexo P.15. Valores estándares de manejo de tomate

- 3) Pulse en cualquier espacio en blanco, para cambiar los valores de control del sistema de humedad y temperatura



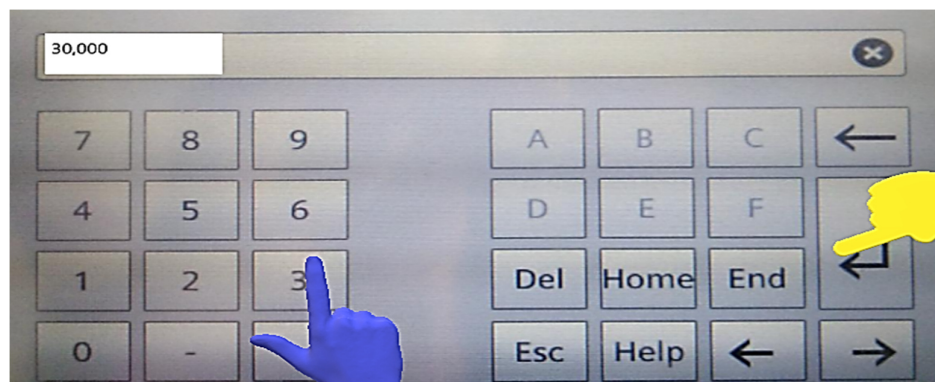
3.7.2. Anexo P.16. Configuración de parámetro humedad y Temperatura.

Anexo P

MANUAL DE USUARIO PARA EL CONTROL DEL SISTEMA

9-1

- 4) Coloque el valor estándar humedad y temperatura, apto para manejo de cultivo de Tomate riñón y presione enter.



Anexo P.17. Colocación de datos de Humedad y Temperatura en Hmi.

CONTROL MANUAL DE CORTINAS

- 1) Ubíquese en la ventana principal, presione en 6 para desplegar el control de manual de cortinas y extractores.



3.7.3. Anexo P.18. Sub-ventana Cortinas

Anexo P

MANUAL DE USUARIO PARA EL CONTROL DEL SISTEMA

10-1

- 2) Para subir cortina lado Derecho presione en 3, para bajar presione en 5
- 3) Para subir cortina lado Izquierdo presione en 4, para bajar cortinas presione en 6



Anexo P.19. Control manual de Cortinas

CONTROL MANUAL DE EXTRACTORES

- 1) Pulse en 15 para activar los extractores



Anexo P.20. Activación de extractores

Anexo P

MANUAL DE USUARIO PARA EL CONTROL DEL SISTEMA

11-1

2) Pulse en 2 para desactivar los extractores.



Anexo P.21. Desactivación de Extractores

CONTROL MANUAL DE EXTRACTORES

3) Pulse en 15 para activar los extractores.



Anexo P.22. Activación de extractores

Anexo P

MANUAL DE USUARIO PARA EL CONTROL DEL SISTEMA

12-1

PROTECCION DEL SISTEMA DE CORTINAS

- 1) Si apareciera el siguiente mensaje, (Error motor 2 Activo más de 35 S Error motor 1) ponerse alerta, En el sistema de cortinas, algo anda mal.
- 2) Revise el sistema de cortinas, conexión y condiciones de los finales de carrera.



Anexo P.23. Protección del sistema de cortinas.

- 3) Presione en, (Reset Error), si no existe algún desperfecto el sistema de cortinas, o en los finales de carrera caso contrario no.



Anexo P.24. Activación del Sistema de cortinas

Anexo P

MANUAL DE USUARIO PARA EL CONTROL DEL SISTEMA

13-1

PROTECCION DEL SISTEMA DE CORTINAS

- 1) Si Apareciera el siguiente mensaje de Alerta (Error motor 2 Activo más de 35 S Error motor 1)
- 2) Revise el sistema de cortinas, conexión y condiciones de los finales de carrera.



Anexo P.23. Protección del sistema de cortinas.

- 3) Presione en, (Reset Error), si no existe algún desperfecto el sistema de cortinas, o en los finales de carrera caso contrario no.



Anexo P.24. Activación del Sistema de cortinas

Anexo P

MANUAL DE USUARIO PARA EL CONTROL DEL SISTEMA

14-1

4) El mensaje desaparece para proceder a activar cualquier control de variables



Anexo P.25. Ventana de inicio Activa

CONTROL MANUAL EN EL TABLERO

ACTIVACION DE BOMBA MODO MANUAL CON PULSADORES EN EL TABLERO

1) Active el modo manual para control de variables de temperatura y humedad



Anexo P.26. Activación modo manual.

Anexo P

MANUAL DE USUARIO PARA EL CONTROL DEL SISTEMA

15-1

- 2) Ubíquese en el tablero de control, presione en botón START, para activar la bomba (se encenderá la luz piloto mientras se encuentre sin desactivar)



Anexo P.27. Encendido de bomba de agua en tablero de control.

- 3) En el tablero de control presione STOP para desactivar la bomba de riego se encenderá la luz piloto de parada mientras el sistema este desactivado.



Anexo P.28. Desactivación de bomba de agua.

Anexo P

MANUAL DE USUARIO PARA EL CONTROL DEL SISTEMA

16-1

PARADA DE EMERGENCIA.

- 1) Presione solo, en caso de emergencia al presionar se desactivará todos los sistemas tanto en modo automático como en modo manual.



P.29. Presione en caso de emergencia

Anexo

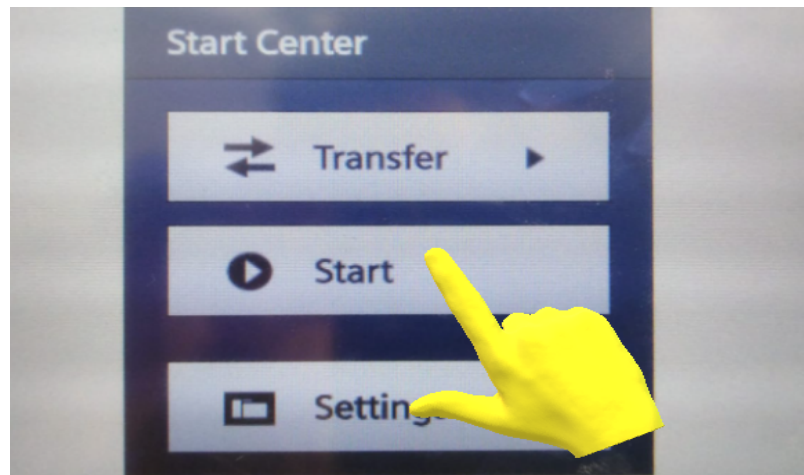
REINICIAR EL SISTEMA DEL HMI KTP 400

- 1) Para reiniciar el sistema presione en 20



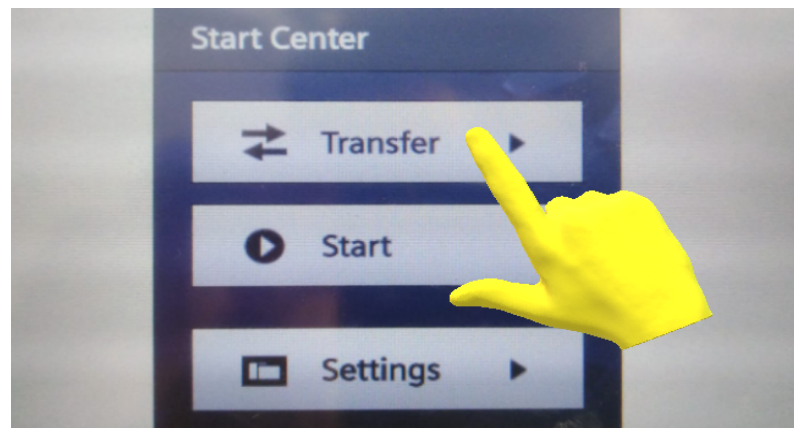
Anexo P.30. configuración para reiniciar el sistema del Hmi.

- 1) Presione en Start para Actualizar las ventanas del Hmi.



Anexo P.31. Botón Start para Actualizar

- 2) Presione en Transfer para transferir datos del de programación del Tía portal



Anexo P.30. configuración para reiniciar el sistema del Hmi

PLANOS