



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

PROPUESTA TECNOLÓGICA

“SISTEMA DE CONTROL DEL CONSUMO DE AGUA, MEDIANTE EL SISTEMA SCADA PARA EL INVERNADERO #1 EN EL CAMPUS SALACHE”.

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

AUTORES:

Rojano Tituaña Alex Patricio

Toapanta Ortega Wilson Alberto

TUTOR:

PhD. Secundino Marrero Ramírez

LATACUNGA- ECUADOR

Septiembre 2020

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Nosotros **ROJANO TITUAÑA ALEX PATRICIO** y **TOAPANTA ORTEGA WILSON ALBERTO** declaramos ser autores de la presente Propuesta Tecnológica "**SISTEMA DE CONTROL DEL CONSUMO DE AGUA, MEDIANTE EL SISTEMA SCADA DEL INVERNADERO #1 EN EL CAMPUS SALACHE**", siendo el **PhD. SECUNDINO MARRERO RAMÍREZ** tutor del presente trabajo y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en la presente propuesta tecnológica, son de nuestra exclusiva responsabilidad.

.....
Rojano Tituaña Alex Patricio

C.I: 1804451480

.....
Toapanta Ortega Wilson Alberto

C.I: 1805212477

AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE TITULACIÓN

En calidad de Tutor del Trabajo de Investigación sobre el título

"SISTEMA DE CONTROL DEL CONSUMO DE AGUA, MEDIANTE EL SISTEMA SCADA DEL INVERNADERO #1 EN EL CAMPUS SALACHE", de **ROJANO TITUAÑA ALEX PATRICIO** y **TOAPANTA ORTEGA WILSON ALBERTO**, de la carrera INGENIERIA ELÉCTRICA, considera que dicho Informe Investigativo cumple con los requisitos metodológicos y aportes científicos-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, Septiembre 2020

Atentamente



PhD. Secundino Marrero Ramírez

CC: 175710790-7

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En Calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el Presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi y por la FACULTAD de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas; por cuanto, Los postulantes: **ROJANO TITUAÑA ALEX PATRICIO** y **TOAPANTA ORTEGA WILSON ALBERTO** Con El Título de Proyecto de Titulación "**SISTEMA DE CONTROL DEL CONSUMO DE AGUA, MEDIANTE EL SISTEMA SCADA DEL INVERNADERO #1 EN EL CAMPUS SALACHE**", han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de sustentación del proyecto.

Por lo antes expuesto se autoriza realizar las empastadas correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, 06 de septiembre del 2020

Para constancia firma:


.....
Lector 1 (presidente)


Nombre: MSc. Ing. Pacheco Carlos

CC: 050307290-2


.....
Lector 2

Nombre: MSc. Ing. León Marco

CC: 050230540-2


.....
Lector 3

Nombre: MSc. Ing. Suárez Rommel

CC: 180416535-3

AVAL DE IMPLEMENTACIÓN

En calidad de responsable PhD. Secundino Marrero Ramírez certifico que mediante la propuesta tecnológica "**SISTEMA DE CONTROL DEL CONSUMO DE AGUA, MEDIANTE EL SISTEMA SCADA DEL INVERNADERO #1 EN EL CAMPUS SALACHE**", los señores: **ROJANO TITUAÑA ALEX PATRICIO** con número de cédula **1804451480** y **TOAPANTA ORTEGA WILSON ALBERTO** número de cédula **1805212477**, realizan la entrega del proyecto de titulación en el Campus Salache de la Universidad Técnica de Cotopaxi en pleno funcionamiento.

Atentamente:


Director de Carrera

PhD. Secundino Marrero

CC: 175710790-7

AGRADECIMIENTO

En primer lugar agradezco a Dios y al Santísimo San Luis que por la fe que les tengo siempre me han bendecido en mi vida.

En segundo lugar agradezco a mi familia en especial a mi madre Elena Tituaña y a mi abuelita María Lescano, por ser quienes me han guiado y apoyado en mis estudios, brindándome su cariño, afecto y respeto. A mi novia Irlanda chifla por estar a mi lado apoyándome desde el inicio hasta final de mi carrera con su amor, cariño y comprensión. A mi tío Luis Tituaña quien se convirtió en un gran apoyo en el transcurso de mis estudios con sus consejos y palabras de aliento en todo el proceso de formación universitaria.

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

Alex

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradezco a Dios por dotarme de sabiduría y conocimiento que día a día me ayudan a cumplir mis metas.

A mis padres José Toapanta y María Ortega, por el privilegio de otorgarme una educación de calidad, gracias a su esfuerzo y trabajo, queriendo siempre lo mejor para mi impartíendome buenos valores y brindándome todo su apoyo durante el transcurso de mi vida estudiantil.

A José Toapanta que aparte de ser mi padre es también mi jefe en la panadería y pastelería “Planet Pan” al apoyarme aconsejarme y brindarme esa confianza absoluta para trabajar y estudiar para así llegar a este punto de mi vida.

Por último quiero agradecer a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a cada uno de los docentes de cada materia que he cursado, por haber formado parte fundamental en mi desarrollo académico y profesional.

Wilson

DEDICATORIA

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

A mí querida madre Elena Tituaña por ser quien me ha guiado y apoyado siempre en mi educación, lo que me ha permitido ser una persona de bien con buenos principios.

A mí tío Luis Tituaña que siempre me ha guiado y apoyado en todo momento ya que toda la confianza y consejos que me brinda han servido para culminar esta meta.

A mí querida abuelita María Lescano con su ejemplo de superación y muestra de valores me han enseñado que con constancia y dedicación todo es posible y es por eso que gracias a ellos hoy termino una etapa más de mi vida y cumplo con mis metas.

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

Alex

DEDICATORIA

En primer lugar dedico a Dios, por darme la vida y la sabiduría necesaria para realizar todos mis objetivos planeados.

En segundo lugar a mis padres José Toapanta y María Ortega por su apoyo, consejos, comprensión, amor, ayuda en los momentos más difíciles y por darme todos los recursos necesarios para estudiar y llegar al final de esta etapa de mi vida.

A mis hermanos Luis Aníbal, Edgar Roberto, Lourdes Fabiola y Gladys Amelia por ser mi motivación e inspiración para seguir adelante, apoyándome siempre desde el inicio hasta el final de mi carrera universitaria brindándome ánimos y fuerzas para seguir adelante

Wilson

ÍNDICE GENERAL

1. INFORMACIÓN BÁSICA.....	1
2 DISEÑO INVESTIGATIVO DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA.....	3
2.1 Título de la propuesta tecnológica.....	3
2.2 Tipo de alcance.....	3
2.3 Área del conocimiento.....	4
2.4 Sinopsis de la propuesta tecnológica.....	4
2.5 Objeto de estudio y campo de acción.....	4
2.5.1 Objeto de estudio.....	4
2.5.2 Campo de acción.....	4
2.6 Situación problémica y problema.....	5
2.6.1 Situación problémica.....	5
2.6.2 Problema.....	5
2.7 Hipótesis.....	6
2.8 Objetivos.....	6
2.8.1 Objetivo general.....	6
2.8.2 Objetivos específicos.....	6
2.9 Descripción de las actividades y tareas propuestas con los objetivos establecidos.....	6
3. MARCO TEÓRICO.....	7
3.1 Marco Referencial.....	7
3.2 Marco Teórico.....	9
3.2.1 Invernadero.....	9
3.2.2 Tipos de invernadero.....	9
3.2.3 Invernadero tipo asimétrico.....	10
3.2.4 Sistema de comunicación industrial.....	10

3.2.5 Que es un sistema Scada.....	11
3.2.6 Tipos de sistemas SCADA	11
3.2.6.1 Sistemas Scada abiertos y propietarios.....	11
3.2.6.2 Sistemas Scada comerciales y gratuitos.....	11
3.2.7 Arquitectura de un sistema Scada.....	12
3.2.8 PLC (Programmable Logic Controller).....	13
3.2.8.1 Estructura de un PLC.....	13
3.2.8.2 CPU.....	14
3.2.8.3 Memoria.....	14
3.2.9 Software y comunicación.....	14
3.2.9.1 Tia Portal.....	14
3.2.10 Interfaz hombre-maquina (HMI)	15
3.2.10.1 Características HMI.	15
3.2.10.2 Tipos de interfaz gráfica HMI	16
3.2.10.2.1 Panel operador	16
3.2.10.2.2 Computador con software HMI.	16
3.2.11 Software LabVIEW	16
3.2.11.1 Características.....	17
3.2.12 Software RSview	17
3.2.12.1 Características.....	17
3.2.13 Software OASyS	18
3.2.13.1 Características.....	18
3.2.14 Simatic WinCC.....	19
3.2.14.1 Características.....	19
3.2.15 Medidores de nivel del líquido	19

3.2.15 .1 Medidor de conductivo o resistivo	20
3.2.15 .2 Medidor de nivel capacitivo	21
3.2.15 .3 Medición de nivel por radiación nuclear	22
3.2.15.4 Medidor de nivel de radiación	22
3.2.12 .5 Medidor de nivel Láser	23
3.2.13.5 Medidor de nivel ultrasónico	24
3.2.12.5.1 Funcionamiento	25
4. MARCO METODOLÓGICO	25
4.1 Tipo de investigación	25
4.1.1 Investigación exploratoria:	25
4.1.2 Investigación descriptiva:	25
4.1.3 Investigación de campo:	26
4.1.4 Investigación experimental:	26
4.2 Métodos de investigación	26
4.2.1 Método analítico:	26
4.2.2 Método de la medición:	26
4.3 Técnicas e instrumentación	26
4.3.1 Comunicación punto a punto:	26
4.3.2 Software Siemens:	27
4.3.3 Interfaz gráfica (HMI):	27
4.3.4 Electroválvula:	27
4.3.4 Equipos de medición:	27
4.3.5 Sensor para el nivel del agua:	27
5. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	27
5.1 Ubicación del invernadero del campus Salache	28

5.2. Etapa del sistema de control	28
5.2.1 Etapa del sensor	29
5.2.1.1 Descripción del sensor ultrasónico	29
5.2.1.2 Descripción de los comandos	30
5.2.1.3 Configuración del parámetro de puesta en marcha del instrumento	30
5.2.1.4 Modo de instalación	31
5.2.2 Diseño de la comunicación y Software Tía Portal	32
5.2.2.1 Diseño de la comunicación con el PLC S7 1200 Siemens	33
5.2.2.2 Configuración de la dirección IP en el proyecto	34
5.2.2.3 Tabla de variables	35
5.2.2.3.1 Dirección de los tags en el servidor opc de las variables del PLC	35
5.2.3 Salida de información	38
5.2.3.1 Comunicación entre dispositivos HMI con el PLC	38
5.2.3.2 Verificación de comunicación	39
5.2.3.3 Adquisición De Datos En El Servidor Web	40
5.2.3.4 Variable de proceso del consumo de agua.....	41
5.3 Volumen del tanque de agua	41
5.4 Comprobación de los cálculos realizados con las mediciones del sistema	43
5.4.1 Ensayos	43
5.4.1.1 Ensayo 1:	43
5.4.1.2 Ensayo 2:	45
5.4.1.3 Ensayo 3:	46
5.4.1.4 Ensayo 4:	48
5.5 Diagrama de flujos	49
5.5.1 Diagrama de flujo del control del consumo de agua del sistema SCADA.....	50

5.5.2 Diagrama de flujo del control de temperatura del sistema SCADA.....	51
5.11 Diagrama de flujo del control de humedad del sistema SCADA.....	51
5.5.2 Diagrama de flujo del sistema SCADA.....	51
6.2 Análisis de impactos.....	53
6.2.1 Impactos prácticos	53
6.2.2 Impactos tecnológicos.....	54
6.2.3 Impactos sociales	54
6.2.4 Impactos ambientales.....	54
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	54
7.1 Conclusiones.....	54
7.2 Recomendaciones	55
8. REFERENCIA	56
INTRODUCCIÓN.....	4
1. COMUNICACIÓN ENTRE DISPOSITIVOS HMI CON EL PLC.....	4
2. COMPROBACIÓN DEL CANAL DE DATOS.....	4
3. PANTALLA PRINCIPAL DEL SISTEMA SCADA	5
5.- CONTROL MANUAL HUMEDAD.....	7
6. CONTROL AUTOMÁTICO DE HUMEDAD.....	9
7. VARIABLE DE PROCESO.....	11
8. CONTROL MANUAL DE TEMPERATURA.....	13
7. CONTROL AUTOMÁTICO DE TEMPERATURA.....	15
10. ANALIZADOR DE ENERGÍA.....	17
11. CONSUMO DE AGUA	18
12.ALERTA DEL NIVEL MINIMA DEL AGUA.....	20
1. INTRODUCCIÓN	4

2. DESCRIPCIÓN DEL SENSOR ULTRASÓNICO.....	4
3. INDICADORES TECNICOS.....	4
4. ENTRADA DE ALIMENTACION	5
5. DESCRIPCIÓN DE LOS BOTONES.....	6
6. CONFIGURACIÓN DEL PARÁMETRO DE PUESTA EN MARCHA DEL INSTRUMENTO	6
7. MODO DE INSTALACIÓN.....	10

INDICE DE FIGURAS

Figura 3.1 Invernadero tipo asimétrico.....	10
Figura 3. 2 Arquitectura Sistema SCADA.....	12
Figura 3. 4 Esquema puertos del PLC.....	13
Figura 3. 5 Diagrama en bloques de la estructura de un PLC.....	13
Figura 3. 6 Medidor de conductivo o resistivo.....	20
Figura 3. 7 Medidor de nivel capacitivo.....	21
Figura 3. 8 Medidor de nivel por radiación nuclear.....	22
Figura 3. 9 Medidor de nivel de radiación.....	23
Figura 3. 10 Principio ultrasónico.....	24
Figura 5. 1 Invernadero del campus Salache de la U.T.C.....	28
Figura 5. 2 Alimentación de voltaje 24DC y corriente 4 ~ 20 mA.....	30
Figura 5. 3 Pantalla de visualización del Menú.....	31
Figura 5. 4 Método de instalación.....	32
Figura 5. 5 Diseño de la comunicación	32
Figura 5.6 PLC 1214c Dc/DC/Dc.....	34

Figura 5.7 Comunicación entre dispositivos HMI con el PLC.....	39
Figura 5.8 Pantalla del consumo de agua.....	39
Figura 5.9 Pantalla principal del servidor web.	40
Figura 5.10 Curva con respecto al consumo del agua.....	41
Figura 5.11 Tanque de agua.....	42
Figura 5.12 Pantalla del consumo de agua del ensayo 1.....	44
Figura 5.13 Pantalla del consumo de agua del ensayo 2.....	46
Figura 5.14 Pantalla del consumo de agua del ensayo 3.....	47
Figura 5.15 Pantalla del consumo de agua del ensayo 4.....	49

INDICE DE TABLAS

Tabla 2. 1 Descripción de las actividades y tareas planteadas con los objetivos.....	6
Tabla 5.1: Especificaciones técnicas del sensor.....	29
Tabla 5.2: Muestra las especificaciones del PLC	33
Tabla 5.3: Muestra las especificaciones del PLC	34
Tabla 5.4: Incorporacion de las variables asociadas al consumo de agua.....	35
Tabla 5.5: Especificaciones técnicas del tanque.....	42
Tabla 5.6: Datos para el cálculo del volumen del tanque.....	42
Tabla 5.7: Datos para el cálculo del ensayo 1	43
Tabla 5.8: Datos para el cálculo del ensayo 2.....	45
Tabla 5.9: Datos para el cálculo del ensayo 3.....	46
Tabla 5.10: Datos para el cálculo del ensayo 4.....	48
Tabla 6.1: Gastos directo materiales.....	51
Tabla 6.2: Gastos indirectos.....	53
Tabla 5.10: Total de gastos.....	53

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA Y APLICADAS

TITULO: "SISTEMA DE CONTROL DEL CONSUMO DE AGUA, MEDIANTE EL SISTEMA SCADA DEL INVERNADERO #1 EN EL CAMPUS SALACHE".

Autores:

Rojano Tituaña Alex Patricio

Toapanta Ortega Wilson Alberto

RESUMEN

El proyecto realizado sobre el sistema SCADA de control y monitoreo se ejecutó por la necesidad de un sistema de automatización en el invernadero #1 de la Universidad Técnica de Cotopaxi en el Campus Salache, el cual nos permitirá determinar cuánto es el nivel y cuanto es el consumo de agua, mediante varios equipos eléctricos y electrónicos tales como el Sensor Ultrasónico, PLC S7 1200, y una electroválvula los cuales permitieron realizar el control de manera manual y automática. La electroválvula se utilizó para el control del llenado del tanque que ya está previamente programado el cual tiene la función de dejar pasar el agua cuando el tanque este vacío y cerrar el paso cuando el taque está en su capacidad máxima. Para el personal encargado del invernadero #1 se realizó una interfaz gráfica (HMI), en donde pueda controlar y monitorear de forma remota el comportamiento de la variable climatológica presentada en el invernadero, obteniendo como resultados el consumo de agua diario, semanal y mensual en (litros), el indicador de la capacidad total del tanque en litros, el indicador de los litros consumidos, el nivel del tanque a la que se encuentra el agua en cm, y el indicador de los litros actuales, entonces con el sistema de control del consumo de agua se mejoró la calidad y cantidad de las semillas y granos andinos en el invernadero #1 de la Universidad Técnica de Cotopaxi del Campus Salache.

Palabras clave: nivel, consumo, sensor ultrasónico, remota, electroválvula, HMI.

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI

FACULTY OF ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES

TITLE: “CONTROL SYSTEM OF WATER CONSUMPTION, USING THE SCADA SYSTEM OF GREENHOUSE #1 ON THE SALACHE CAMPUS.”

Authors:

Rojano Tituaña Alex Patricio

Toapanta Ortega Wilson Alberto

ABSTRACT

The project accomplished about the SCADA system of control and monitoring it was done by the need for an automation system in the greenhouse # 1 of the Technical University of Cotopaxi in the Salache Campus which will allow us to determine how much is the level and how much is the water consumption by means of various electrical and electronic equipment such as the Ultrasonic Sensor, PLC S7 1200 and a solenoid valve which allowed the control to be carried out manually and automatically. The solenoid valve was used to control the filling of the tank that is already programmed which has the function of letting the water pass when the tank is empty and closing the passage when the tap is at its maximum capacity. For the personnel in charge of greenhouse #1, a graphic interface (HMI) was created, where they can control and monitor remotely the behavior of the climate variable presented in the greenhouse obtaining as results the daily, weekly and monthly water consumption in (liters), the indicator of the total capacity of the tank in liters, the indicator of the consumed liters, the level of the tank to which the water is in cm, and the indicator of the current liters, then with the water consumption control system the quality and quantity of the Andean seeds and grains in the greenhouse #1 of the Technical University of Cotopaxi of the Salache Campus was improved.

Keywords: level, consumption, ultrasonic sensor, remote, solenoid valve, HMI.

AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que: La traducción del resumen de la Propuesta Tecnológica al Idioma Inglés presentado por los señores; **ROJANO TITUAÑA ALEX PATRICIO** y **TOAPANTA ORTEGA WILSON ALBERTO**, cuyo título es "**SISTEMA DE CONTROL DEL CONSUMO DE AGUA, MEDIANTE EL SISTEMA SCADA DEL INVERNADERO #1 EN EL CAMPUS SALACHE**", lo realizaron bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo a los peticionarios hacer uso del presente certificado de la manera ética que estimaren conveniente.

Latacunga, Septiembre del 2020

Atentamente,



MSc.Erika Cecilia Borja Salazar

DOCENTE DEL CENTRO DE IDIOMAS UTC

C.I: 0502161094



1. INFORMACIÓN BÁSICA

PROPUESTO POR:

Rojano Tituaña Alex Patricio

Toapanta Ortega Wilson Alberto

TEMA APROBADO:

Sistema de control del consumo de agua, mediante el sistema scada para el invernadero #1 en el campus salache.

CARRERA.

Ingeniería Eléctrica mención Sistemas Eléctricos de Potencia.

DIRECTOR DEL PROYECTO DE TITULACIÓN:

PhD. Secundino Marrero.

EQUIPO DE TRABAJO:

Tutor

Nombres: Secundino

Apellidos: Marrero Ramírez

Nacionalidad: Cubana

Fecha de nacimiento: 3 de Marzo de 1957

Estado Civil: Casado

Número de Cédula: 1757107907

Dirección: Latacunga, Conjunto habitacional “Los Arupos”

E-mail: secundino.marrero@utc.edu.ec

Teléfono Celular: 0987647713

Estudiante 1:

Nombres: Alex Patricio

Apellidos: Rojano Tituaña

Nacionalidad: Ecuatoriana
Fecha de nacimiento: 9 de Julio de 1993
Estado Civil: Soltero
Número de Cédula: 1804451480
Dirección: Tungurahua, Pillaro, Barrio Cruzpamba
E-mail: alexpatricio93@gmail.com
Teléfono Celular: 0962933317
Estudios realizados
Primaria: Escuela “Mariscal Sucre”
Secundaria: Colegio Nacional “Jorge Álvarez”

Estudiante 2:

Nombres: Wilson Alberto
Apellidos: Toapanta Ortega
Nacionalidad: Ecuatoriana
Fecha de nacimiento: 14 de Julio de 1992
Estado Civil: Soltero
Número de Cédula: 1805212477
Dirección: Tungurahua, Pillaro, Parroquia San Andrés
E-mail: wilsonoapanta05@gmail.com
Teléfono Celular: 0995057108
Estudios realizados
Primaria: Escuela “Manuela Cañizares”
Secundaria: Colegio Nacional “Jorge Álvarez”

LUGAR DE EJECUCIÓN:

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

TIEMPO DE DURACIÓN DEL PROYECTO:

MAYO - SEPTIEMBRE/2020

FECHA DE ENTREGA:

Septiembre 2020.

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Energías Alternativas y Renovables, Eficiencia Energética y Protección Ambiental.

SUBLINEAS DE INVESTIGACIÓN

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

TIPO DE PROPUESTA TECNOLÓGICA:

En el proyecto se pretende desarrollar una propuesta tecnológica el cual permite el sistema de control del consumo de agua, mediante el sistema Scada en el invernadero #1 en el campus Salache.

2 DISEÑO INVESTIGATIVO DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA

2.1 Título de la propuesta tecnológica

Sistema de control del consumo de agua, mediante el sistema scada para el invernadero #1 en el campus salache.

2.2 Tipo de alcance

- a) **Multipropósito:**
- b) **Interdisciplinar:**
- c) **Emprendimiento:**
- d) **Productivo:**
- e) **Desarrollo:** X
- f) **Integrador:**

2.3 Área del conocimiento

07 Ingeniería industria y construcción	071 Ingeniería y Profesionales Afines	0713 Electricidad y Energía
--	---------------------------------------	-----------------------------

2.4 Sinopsis de la propuesta tecnológica

La propuesta tecnológica planteada se enfoca en la necesidad de los docentes y estudiante de la carrera de Ingeniería Agronómica, en tener un control del consumo del agua, para que se incorpore al registro de las diferentes variables del invernadero, que son útiles para el ahorro del consumo de agua y la dosificación adecuada en los diferentes cultivos que existen el invernadero.

Por lo cual se pretende monitorear la variable del consumo de agua, a través de la programación de un nuevo sistema scada (WinCC) que tiene interfaces gráficas, permitiendo de esta manera el monitoreo de variables de operación en el invernadero. Al incorporar esta variable al monitoreo se contribuye con el ahorro del agua y se facilita la labor del operador o encargado, al poder este realizar un registro de datos del consumo y controlar el volumen de agua requerido por tipo de cultivo.

Con el proyecto se pretende beneficiar a los docentes y estudiantes de la Universidad Técnica de Cotopaxi extensión Salache que están a cargo de los invernaderos, facilitándoles el control de las condiciones climatológicas con el monitoreo del consumo de agua y el registro de datos. Además, con la realización de este prototipo de sistema de monitoreo y control, se podrá tener a disposición de los sectores agrícolas una propuesta que mejora la explotación de invernaderos en la zona.

2.5 Objeto de estudio y campo de acción

2.5.1 Objeto de estudio

El monitoreo del consumo de agua.

2.5.2 Campo de acción

Automatización, control y monitoreo.

2.6 Situación problémica y problema

2.6.1 Situación problémica

En la actualidad existen diferentes tipos de tecnologías que permiten obtener producciones en cualquier estación del año. Por lo general, las personas que se dedican al ámbito de la agricultura desconocen el uso de la tecnología, para monitorear y controlar las variables existentes en los invernaderos, lo que provoca una disminución en la calidad y cantidad del producto.

El objeto a investigar está ubicado en el invernadero #1 del Campus Salache de la Universidad Técnica de Cotopaxi, donde existe la necesidad de establecer el índice de consumo del agua en los diferentes cultivos y realizar el monitoreo del riego para garantizar el uso del agua con mayor eficiencia, ya que conociendo el comportamiento de este indicador se podrá establecer su incidencia en los diferentes tipos de cultivos. En la actualidad no existe un control de esta variable in situ ni de forma remota y ello afecta el estudio de los diferentes cultivos, mismo que se debe realizar a través de la información de la base de datos actual de explotación del invernadero que no tiene incorporado el indicador de consumo de agua.

Para dar solución a esta problemática es necesario realizar el monitoreo e incorporarlo al sistema scada, controlando de esta manera la variable del consumo de agua con la respectiva interfaz gráfica y facilitar la ejecución de manera manual o automática y remota si fuera necesario.

2.6.2 Problema

El invernadero #1 del Campus Salache de la Universidad Técnica de Cotopaxi, presenta insuficiencia en la operación y evaluación de régimen de humedad en los cultivos, al no contar con un registro del índice de consumo diario de agua por tipos de cultivos, esto afecta al uso eficiente de este recurso y los resultados de la investigación de semillas y plantines en el invernadero, al no poder establecer un control de humedad eficaz.

2.7 Hipótesis

El sistema de control del consumo de agua, mediante el sistema scada para el invernadero #1 en el campus Salache, ayudará al control eficaz de esta variable, lo que servirá para garantizar el uso eficiente del agua y la evaluación adecuada del comportamiento del indicador de consumo de agua en el invernadero atendiendo a los diferentes tipos de cultivos.

2.8 Objetivos

2.8.1 Objetivo general

Sistematizar el control del consumo del agua, mediante el sistema Scada del invernadero #1 en el campus Salache.

2.8.2 Objetivos específicos

- Indagar información sobre el sistema Scada para conocer las variables que inciden en su funcionamiento.
- Programar el software y diseñar el HMI, que permita realizar la lectura, control y transmisión de datos por parte del operador.
- Determinar el tipo de sensores adecuado para el control del consumo de agua para la evaluación a través del sistema scada.
- Realizar un análisis técnico y económico del sistema scada.

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

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

Objetivos Especifico	Actividad	Resultados de la Actividad	Verificación
Indagar información sobre el sistema Scada para conocer las variables que inciden en su funcionamiento	Investigación y recopilación de información necesaria de diferentes fuentes bibliográficas.	Información adquirida de los diferentes fundamentos teóricos y técnicos que son necesarios	Información obtenida.

		para el desarrollo del proyecto.	
Programar el software y diseñar el HMI, que nos permita realizar la lectura, control y transmisión de datos por parte del operador.	Elección del software en el cual se realizará la programación. Configuración de las direcciones IP en los equipos.	Determinación de las variables a utilizar para el control y monitoreo en el software (WinCC) y diseño del HMI. Conexión del PLC al computador con la misma red.	Programación ejecutable en el tía portal versión 14. Comprobación de equipos en red.
Determinar el tipo de sensor adecuado para el control del consumo de agua a través del sistema scada.	Investigación de los diferentes tipos de sensores existentes para el control del consumo del agua.	Adquisición de la información sobre los diferentes tipos de sensores que son utilizados para la determinación del consumo de agua.	Elección del sensor adecuado para realizar el control del consumo de agua.
Realizar un análisis técnico y económico del sistema scada.	Análisis de costos de inversión utilizados en el sistema scada.	Presupuesto preliminar de la factibilidad y viabilidad del proyecto.	Diagnóstico y verificación del resultado final del sistema scada.

3. MARCO TEÓRICO

3.1 Marco Referencial

Se ha revisado en diversas fuentes de investigación archivos, en los repositorios de las Universidades y sus diferentes Facultades Técnicas y se ha encontrados lo siguiente:

En la Universidad Técnica de Cotopaxi en el año 2020 se realizó la implementación del sistema scada para el control, monitoreo y análisis de indicadores de operación del invernadero del campus Salache, este sistema se encuentra conformado por equipos eléctricos y electrónicos tales como PLC S7 1200, analizador de energía Sentron PAC 3200, sensores de humedad FC 28 y un sensor termocupla tipo k y el software LabVIEW, los cuales permitieron realizar el control de manera manual y automática, pero este proyecto mencionado no cuenta con la variable de control del consumo de agua y el sistema Scada que se está ejecutando es (LabVIEW) y desde un punto de vista económico la licencia para este software son anuales teniendo la dificultad de tener que realizar la renovación cada año, lo que representa gastos significativo a largo plazo. [1]

En la biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca se encontró una tesis previo a la obtención de título de la carrera de Ingeniería Electrónica con el siguiente tema diseño de un prototipo de sistema scada para el monitoreo y control de consumo de agua en invernadero, la investigación busca automatizar el proceso de recolección de datos de consumo de agua en la ciudad de Cuenca, basándose en el uso de un sistema SCADA caracterizado por la adquisición, gestión y uso de datos, constando de una etapa de captación del dato de consumo de agua, procesamiento y conversión de la información captados por los sensores de esta forma para su almacenamiento y transmisión de los datos de consumo de un determinado cliente. [2]

En el cantón Ambato en el año del 2010 realizaron la implementación de un sistema scada para integrar a varios dispositivos de automatización en el monitoreo y control de un prototipo de invernadero de rosa, la mayoría de los sistemas SCADA, son instalados para el sector productivo del Ecuador, modernizando de esta manera en los invernaderos y siendo más factible con la implementación de Sistemas SCADAS, pero en el proyecto ejecutado no existe la variable del control de consumo de agua, siendo necesario para determinar cuánto es el nivel del consumo en el invernadero.[3]

La investigación realizada por [4] en la Universidad Cooperativa de Colombia ejecutó el diseño de un prototipo para la medición del consumo de agua en un grifo de una unidad habitacional a través de la tecnología ZigBee, que tiene como finalidad el desarrollar un sistema automatizado que mida y monitoree el consumo de agua, el cual se instala en la

tubería que conecta con diversos grifos de una unidad habitacional, de tal forma que al abrir la llave se sepa con exactitud el valor de litros de agua que se gastaron en el tiempo de apertura de la llave. El hardware del prototipo está integrado por un sensor de flujo que mide el gasto en tiempo real y envía los datos de forma inalámbrica, a través del protocolo de comunicación Zigbee.

En el año 2006, el autor de [5] implementó un sistema de supervisión, control y adquisición de datos a través de la telefonía móvil para invernaderos de rosas, en este tipo de sistemas usualmente existe un ordenador que realiza diferentes funciones como supervisar y gestionar alarmas, tales como el tratamiento de datos y la revisión de procesos para ello, se utilizan sensores o transductores que transforman las entradas de forma física en valores proporcionales a una salida eléctrica.

3.2 Marco Teórico

3.2.1 Invernadero

Un invernadero es una instalación cubierta y abrigada artificialmente con materiales transparentes para defender las plantas de la acción de los meteoros exteriores. Esta instalación permite el control de determinados parámetros productivos, como: temperatura ambiental y del suelo, humedad relativa y la concentración de anhídrido carbónico en el aire además de la luz en el interior.

Estas instalaciones están formadas por una estructura o armazón ligero (metálico, madera, hormigón, etc.), sobre la que se asienta una cubierta de material transparente (polietileno, o polímero EVA, policarbonato, policloruro de vinilo, poliéster, cristal, etc.), con ventanas frontales y cenitales y puertas para el servicio del invernadero. [6]

3.2.2 Tipos de invernadero

La Universidad Técnica de Cotopaxi cuenta con un invernadero tipo asimétrico o tropical, es por ese motivo que enfocaremos la información en conocer este tipo de invernadero. Para la producción de cultivos intensivos bajo cubierta, existen varios tipos de invernaderos, los más comunes son de tipo: túnel, capilla, cercha, diente de sierra, asimétrico o tropical.[7]

3.2.3 Invernadero tipo asimétrico

Estos invernaderos siempre están orientados en la exposición este-oeste. En la cubierta del techo, presenta una mayor superficie de exposición solar y menos pendiente en la cara sur que en la norte, respecto a las alturas de estos invernaderos, oscilan entre 2.5 a 3 metros para las paredes laterales y 3.5 a 5 metros para la cumbre. [8]

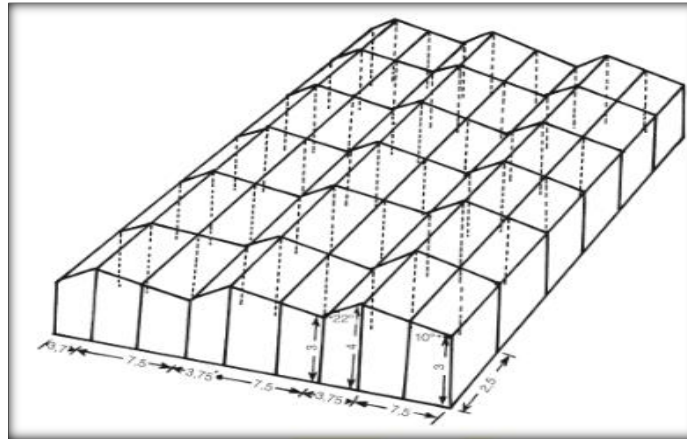


Figura 3.1 Invernadero tipo asimétrico.

Fuente: [18]

3.2.4 Sistema de comunicación industrial

Los Sistemas de Comunicación Industrial proporcionan el esqueleto sobre el se articulan las estrategias de automatización. Estos sistemas de comunicación son mecanismos de intercambio de datos distribuidos en una organización industrial. El objetivo primario del sistema de comunicación es el de proporcionar el intercambio de información (de control) entre dispositivos remotos. [9]

Comunicación basada en señales analógicas:

Neumáticas 3 a 15 psi

Electrónicas 4 a 20 mA

Cada variable se transmite por un par de hilos

3.2.5 Que es un sistema Scada

SCADA, acrónimo de Supervisory Control And Data Acquisition (Supervisión, Control y Adquisición de Datos) es un sistema que permite controlar y supervisar procesos industriales a distancia. Facilita la retroalimentación en tiempo real con los dispositivos de campo (sensores y actuadores) y controla el proceso automáticamente. Provee de toda la información que se genera en el proceso productivo (supervisión, control calidad, control de producción, almacenamiento de datos, etc.) y permite su gestión e intervención. [10]

3.2.6 Tipos de sistemas SCADA

3.2.6.1 Sistemas Scada abiertos y propietarios

Los sistemas abiertos u Open son aquellos desarrollados para poder ser aplicados a cualquier tipo de tecnología o dispositivo de control, es decir si se necesita enlazar un equipo de distintos fabricantes, es necesario solo contar con los drivers que interpreten los distintos códigos de comunicación utilizados. La principal ventaja de este tipo de sistema es su capacidad de crecimiento conjunto con la planta, es decir nuevos equipos pueden ser implementados así sean de distintos fabricantes.

Los sistemas propietarios, son aquellos desarrollados por los propios fabricantes de equipos o dispositivos de control, los cuales se comunican entre sí con sus propios drivers; la principal desventaja de este tipo de software SCADA es la gran dependencia que se tiene del proveedor del sistema.

3.2.6.2 Sistemas Scada comerciales y gratuitos

Un sistema SCADA comercial es aquel en el que por lo general su desarrollo está a cargo de una compañía, la cual se encarga de crear todas las interfaces necesarias para comunicar los distintos dispositivos, y una vez finalizado esto, entregar al usuario un producto de fácil uso. Mientras más confiable y amigable sea el software, este es más costoso, por tanto, de difícil acceso para pequeñas empresas las cuales se ven obligadas a contar con todo un personal a disposición del monitoreo de la planta.

Un sistema SCADA gratuito por lo general fue creado como un SCADA comercial, con el transcurso del tiempo se vio que había mayores ventajas en poner estos sistemas con su código de programación en forma abierta a disposición de distintos desarrolladores alrededor del mundo, los cuales cooperan con su desarrollo, por lo general la única condición para poder adquirir este software es comprometerse a que, una vez logrado el objetivo buscado, este conocimiento sea compartido. [11]

3.2.7 Arquitectura de un sistema Scada

El desarrollo del ordenador personal ha permitido su implementación en todos los campos del conocimiento y a todos los niveles imaginables. Las primeras incursiones en el campo de la automatización localizaban todo el control en el PC y tendían progresivamente a la distribución del control en planta. De esta manera, el sistema queda dividido en tres bloques principales:

- Software de adquisición de datos y control (SCADA).
- Sistemas de adquisición y mando (Sensores y Actuadores).
- Sistema de interconexión (Comunicaciones).

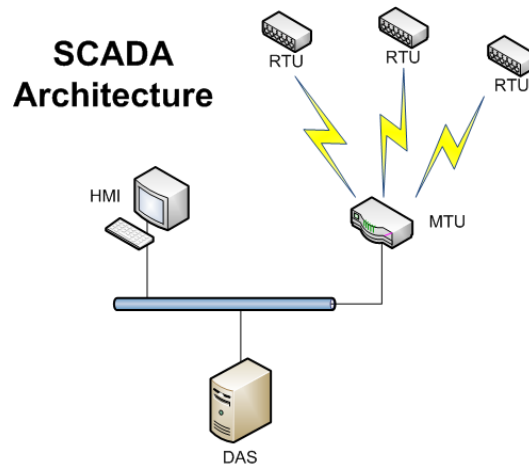


Figura 3. 2 Arquitectura Sistema SCADA

Fuente: [12]

El usuario, mediante herramientas de visualización y control, tiene acceso al sistema de control de proceso, que generalmente reside en un ordenador. La comunicación entre estos dos sistemas se suele realizar a través de comunicaciones corporativas tales como Ethernet.[12]

3.2.8 PLC (Programmable Logic Controller)

Por sus siglas en inglés “programmable logic controller”, es un controlador lógico programable que se encuentra compuesto por un microprocesador que lo asimila a un computador, son equipos utilizados dentro del mundo de la automatización industrial de la ingeniería para automatizar eventos o procesos electromecánicos. Se encuentra compuesto para varias señales de entradas y salidas que pueden ser análogas o digitales. [13]

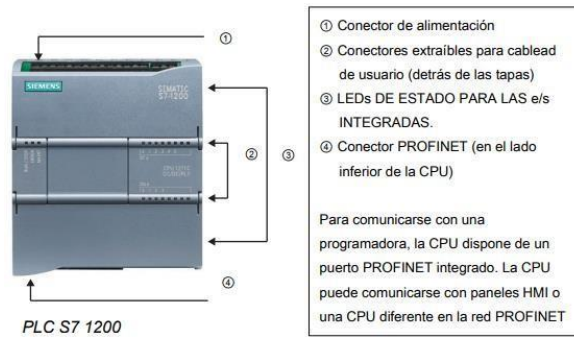


Figura 3. 4 Esquema puertos del PLC.
Fuente: [13]

3.2.8.1 Estructura de un PLC

Se puede describir al autómata programable como un conjunto de bloques, que asociados y comunicados, tienen una estructura análoga a la de un computador. En la Figura 6 se pueden apreciar los bloques principales de un PLC:[14]

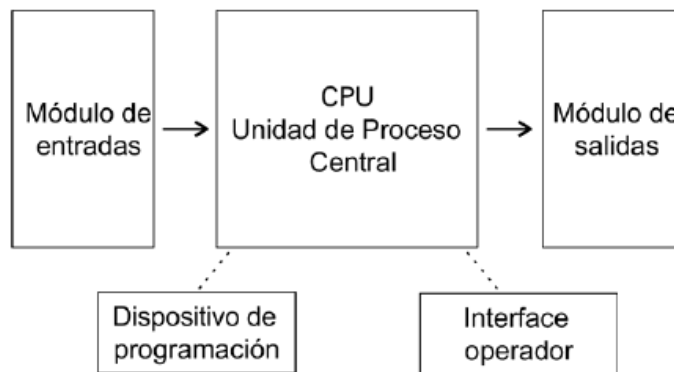


Figura 3. 5 Diagrama en bloques de la estructura de un PLC
Fuente: [14]

3.2.8.2 CPU

Es la parte más importante del equipo, se compone de:

La Unidad de Control

Registros

Registro de control

Puntero de programa

Stack o zona de memoria interna para salvaguardar registros.

3.2.8.3 Memoria

Existe una cantidad de memoria, dedicada al almacenamiento del programa propio a ejecutar. Esta memoria suele ser de tipo RAM, la cual mantiene el programa al desconectar la alimentación del suministro eléctrico. Existen modelos de PLC que contienen un módulo de memoria EPROM o EEPROM, en el cual se graba la programación.

A diferencia de las computadoras, la cantidad de memoria que poseen estos equipos es reducida. Un PLC con 32 K de memoria ya es un equipo que permite la automatización de montajes complejos y grandes. [14]

3.2.9 Software y comunicación

3.2.9.1 Tia Portal

Sus siglas significan Totally Integrated Automation. Es un software (sistema de ingeniería), que sirve para la configuración de procesos industriales. Su entorno de funcionalidad es intuitivo y es eficiente con respecto a todas las tareas para monitoreo, control y visualización de eventos.

Es una aplicación que nos permite la integración de aplicaciones dentro de una misma interfaz, convirtiéndose en una aplicación modular, especialmente de aplicaciones industriales. Brinda facilidad en la interconexión y operación sin importar el origen del

sistema que se va a operar. Una de sus ventajas es la escalabilidad y la facilidad con la que se puede migrar distintos sistemas. [15]

3.2.10 Interfaz hombre-maquina (HMI)

En la actualidad, los procesos en la industria requieren de dispositivos electrónicos de respuestas rápidos y eficientes, para cumplir dichas expectativas, se han creado varios sistemas de automatización entre ellos los llamados HMI

Un HMI, por sus siglas en inglés: “Human Machine Interface”, es un dispositivo o sistema que permite realizar la interfaz entre el operador (hombre) y la máquina. Además, son interfaces gráficas sencillas de complementar y capaces de desplegar la información del proceso en tiempo real, de manera sencilla y amigable al usuario.

Por esta razón, las interfaces Hombre- Máquina son ampliamente usadas a nivel industrial y se han ido modernizando en cuanto a presentaciones y características técnicas junto con los requerimientos de sus usuarios. [16]

3.2.10.1 Características HMI.

Hardware estándar para distintas aplicaciones:

- Permite controlar varias aplicaciones según el requerimiento del operador.
- Posibilidad de modificaciones futuras para el proceso; mediante el software se puede modificar las condiciones de trabajo para la obtención del proceso deseado.
- Interconexión y cableado exterior: es muy baja ya que sustituyen sistemas cableados (elementos físicos como botones, interruptores, equipos de relés, lámparas, leds) por sistemas programables compactos.
- Mantenimiento: es más fácil ya que se lo realiza mediante el programa que fue previamente cargado en el proceso que está siendo objeto de control
- Configuración: permite definir el entorno de trabajo del SCADA, adaptándolo a la aplicación particular que se desea desarrollar.
- Interfaz gráfica del operador: proporciona al operador las funciones de control y supervisión de la planta.

- Módulo de procesos: ejecuta las acciones de mando pre programados a partir de los valores actuales de variables leídas. [17]

3.2.10.2 Tipos de interfaz gráfica HMI

Una interfaz hombre máquina es la que permite que el usuario u operador del sistema de control o supervisión, interactúe con los procesos. Existen dos tipos de interfaces las cuales son:

- Panel operador
- Computador con software HMI

3.2.10.2.1 Panel operador

Son dispositivos creados especialmente para ambientes agresivos, donde se requiere únicamente despliegues numéricos, alfanuméricos y gráficos. Pueden incluir pantallas táctiles (touch screen).

3.2.10.2.2 Computador con software HMI.

Se ejecuta el software apropiado para el proceso a través de un computador. El tipo de computador depende de las necesidades del proyecto, y puede ser desde computadores de escritorios, computadores industriales o tipo panel, diseñados para ambientes agresivos. [18]

3.2.11 Software LabVIEW

LabVIEW, de National Instruments es un lenguaje y a la vez un entorno de programación gráfica en el que se pueden crear aplicaciones para instrumentación, automatización y control virtual, además es un entorno de desarrollo flexible que está diseñado para ayudar a que los ingenieros integren fácilmente muchos componentes distintos dentro de un sistema completo de monitoreo y control.

Originalmente LabVIEW como herramienta de programación gráfica estaba orientada a aplicaciones de control de instrumentos electrónicos usadas en el desarrollo de sistemas de instrumentación. Por tal motivo los programas creados en LabVIEW reciben el nombre de Instrumentos Virtuales Vis (Virtual Instruments) con extensión .VI. [19]

3.2.11.1 Características

- Posee un compilador intérprete (en línea).
- Es una herramienta de Programación Visual que contiene un conjunto muy variado de objetos con apariencias muy cercanas a Controles de un Panel en instrumentos reales como por ejemplo osciloscopios y multímetros, etc., lo que facilita enormemente la personalización de los Instrumentos Virtuales creados y ahorra tiempo al diseñador.
- Es capaz de manipular los tipos de datos y estructuras clásicas que se manejan en los Lenguajes de Programación convencionales.
- Posee una extensa Biblioteca de Funciones prefabricadas que permite cubrir la mayoría de las necesidades del diseñador en Adquisición, Procesamiento, Almacenamiento, Control y/o presentación de datos. [20]

3.2.12 Software RSview

RSView32 es el software para Sistemas SCADA de Allen Bradley. Es un programa de software basado en Windows® para la creación y ejecución de aplicaciones de adquisición de datos, monitoreo y aplicaciones de control.

Este software MMI para monitorear y controlar máquinas automatizadas y procesos está diseñado para operar en el ambiente de MS Windows 2000 con soporte para idioma español. Es completamente compatible con contenedores OLE para ActiveX, lo que facilita la inclusión de controles de este tipo suministrados por terceros. Incluye VBA, Visual Basic para aplicaciones como parte integrante de sus funciones, de modo que posibilita maneras ilimitadas de personalizar los proyectos. [21]

3.2.12.1 Características

- Crear y editar pantallas con las herramientas propias de los programas de Microsoft que Ud. está utilizando. Mediante sofisticados gráficos y animaciones basados en objetos, más las técnicas simples de arrastrar colocar y cortar-pegar, se simplifica la configuración de la aplicación.
- Utilizar el modelo de objetos RSView32 y VBA para compartir datos con otros programas de Windows, tales como Microsoft Access y SQL Server, interactuar con

otros programas de Windows tales como Microsoft Excel, así como personalizar y extender RSView32 adaptándolo a sus necesidades específicas.

- Evitar introducir información repetida. Importe una base de datos de un PLC o SLC de Allen-Bradley con el Examinador de bases de datos de PLC.
- Desarrollar rápidamente su aplicación utilizando herramientas de productividad RSView32 tales como el Asistente de comandos, el Examinador de tags y Object Smart Path™ (OSP) - (ruta inteligente de objeto). [22]

3.2.13 Software OASyS

OASYS DNA, comercializado por la empresa TELVENT, cuyo entorno está concebido principalmente, con el propósito de solucionar varios requerimientos relacionados con la automatización y el control de procesos industriales en tiempo real.

OASYS DNA es una aplicación cliente-servidor, lo cual permite crear un sistema óptimo y distribuido, permitiendo una amplia flexibilidad a la hora del mantenimiento y de la administración del sistema, brinda facilidad de edición y configuración, tanto en la parte de hardware como de software. [23]

3.2.13.1 Características

- El software OASyS DNA presenta las siguientes características
- Servicio de Tiempo Real.
- Servicios Históricos
- Interfaz gráfica de Usuario
- Herramientas de gestión de la información
- Barrido de estaciones remotas para adquisición de datos.
- Supervisión y control.
- Detección y procesamiento de alarmas.
- Ejecución de cálculos definidos por el usuario.
- Acceso de SQL a datos.
- Servicios de replicación (total o parcial) de datos en tiempo real entre servidores.
- Gestión Inteligente de alarmas (Filtrado de estados transitorios, alarmas dependientes. [24])

3.2.14 Simatic WinCC

WinCC es un sistema HMI eficiente para la entrada bajo Microsoft Windows 2000 y Windows XP. HMI significa “Human Machine Interface”, o sea las interfaces entre el hombre (usuario) y la máquina (computador). El autómata programable (PLC) en sí tiene el control sobre el proceso. Podemos decir que hay una comunicación entre WinCC y el operador, y por otro lado entre WinCC y PLC.

WinCC permite que el operador maneje el proceso; así, desde la interfaz gráfica de usuario él puede predeterminar un valor de consigna, abrir una válvula, etc. Cuando se presenta algún estado crítico en el proceso se activa automáticamente una alarma, por ejemplo, en el momento de que se rebase un valor límite en un silo de almacenamiento. [25]

3.2.14.1 Características

El entorno de WinCC proporciona las siguientes características:

- En su calidad de componente del concepto TIA de Siemens (Automatización totalmente integrada), WinCC opera con autómatas programables de la serie de productos SIMATIC con un grado de coordinación y cooperación especialmente eficaz. También están soportados los sistemas de automatización de otros fabricantes.
- WinCC puede ser adaptado de modo óptimo a los requisitos de cada proceso. Se soporta un gran número de configuraciones, desde un sistema “monopuesto” (una solo OS) hasta los sistemas redundantes distribuidos que tienen varios servidores, pasando por sistemas cliente – servidor.
- WinCC es un sistema HMI apto para utilizarlo con Internet, pudiendo implementar soluciones de cliente basadas en la Web. [25]

3.2.15 Medidores de nivel del líquido

Los instrumentos que utilizan características eléctricas del líquido se clasifican en:

- Medidor conductivo
- Medidor capacitivo
- Medidor ultrasónico

- Medidor de radiación
- Medidor láser

3.2.15 .1 Medidor de conductivo o resistivo

Consiste en uno o varios electrodos y un relé eléctrico o electrónico que es excitado cuando el líquido moja a dichos electrodos. El líquido debe ser lo suficientemente conductor como para excitar el circuito electrónico, y de este modo el aparato puede discriminar la separación entre el líquido y su vapor.

El instrumento se emplea como alarma o control de nivel alto y bajo, utiliza relés eléctricos para líquidos con buena conductividad y relés electrónicos para líquidos con baja conductividad. El instrumento es versátil, sin partes móviles, su campo de medida es grande con la limitación física de la longitud de los electrodos.

El líquido contenido en el estanque debe tener un mínimo de conductividad y si su naturaleza lo exige, la corriente debe ser baja para evitar el deterioro del producto. Por otro lado, conviene que la sensibilidad del aparato sea ajustable para detectar la presencia de espuma en caso necesario. [26]

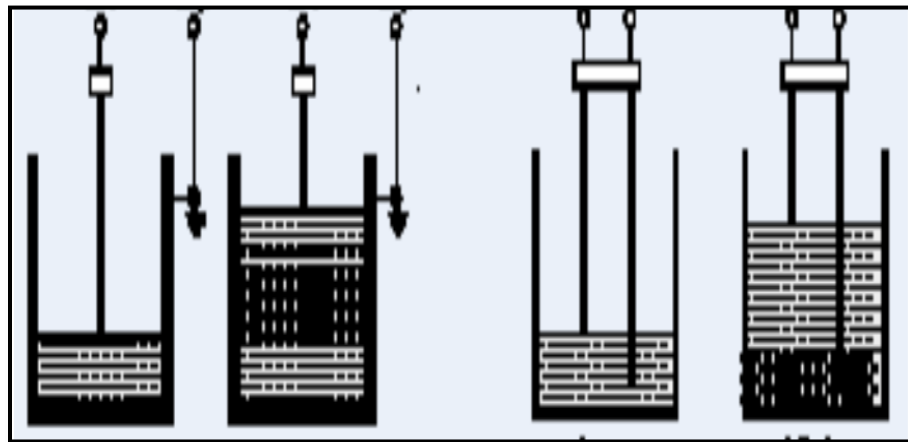


Figura 3. 6 Medidor de conductivo o resistivo

Fuente: [26]

3.2.15 .2 Medidor de nivel capacitivo

Mide la capacidad del condensador formado por el electrodo sumergido en el líquido y las paredes del estanque, la capacidad del conjunto depende linealmente del nivel del líquido.

En fluidos no conductores se emplea un electrodo normal y la capacidad total del sistema se compone de la del líquido, la del gas superior y la de las conexiones superiores.

En fluidos conductores el electrodo está aislado usualmente con teflón interviniendo las capacidades adicionales entre el material aislante y el electrodo en la zona del líquido y del gas. La precisión de los transductores de capacidad es de $\pm 1\%$.

Se caracterizan por no tener partes móviles, son ligeros, presentan una buena resistencia a la corrosión y son de fácil limpieza. Su campo de medida es prácticamente ilimitado. Tiene el inconveniente de que la temperatura puede afectar las constantes dieléctricas (0,1 % de aumento de la constante dieléctrica / °C) y de que los posibles contaminantes contenidos en el líquido puedan adherirse al electrodo variando su capacidad y falseando la lectura, en particular en el caso de líquidos conductores.[27]

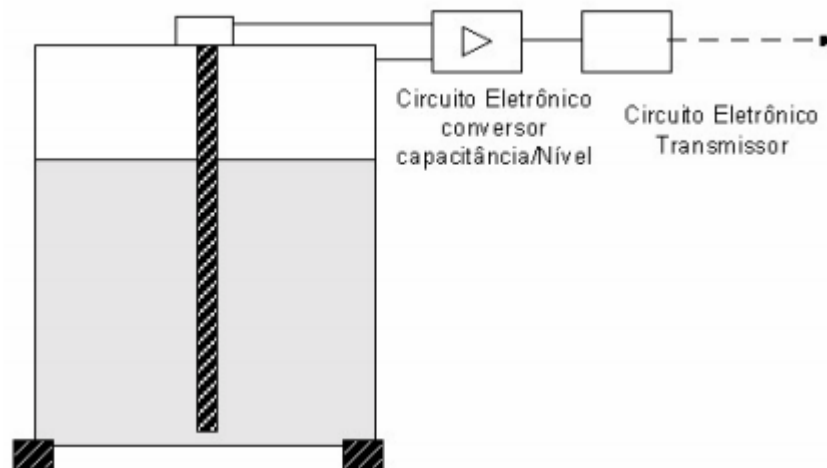


Figura 3. 7 Medidor de nivel capacitivo

Fuente: [27]

3.2.15.3 Medición de nivel por radiación nuclear

Este método consiste en el uso de una fuente de radiación (emisor de rayos gamma) y un detector de radiación, dependiendo del sitio en donde se coloquen ambos la radiación captada por el detector será proporcional al nivel del tanque. Existen dos principios que pueden ser útiles para este propósito:

- La intensidad de la radiación recibida, varía en proporción inversa al espesor (masa) de cualquier material interpuesto entre la fuente y el detector. En este caso se puede usar el líquido como una barrera de espesor variable entre la fuente y el detector.
- La intensidad varía en proporción inversa al cuadrado de la distancia entre la fuente y el detector. En este caso el emisor o el receptor se pueden colocar en un flotador que se desplaza sobre la superficie libre del líquido. [28]

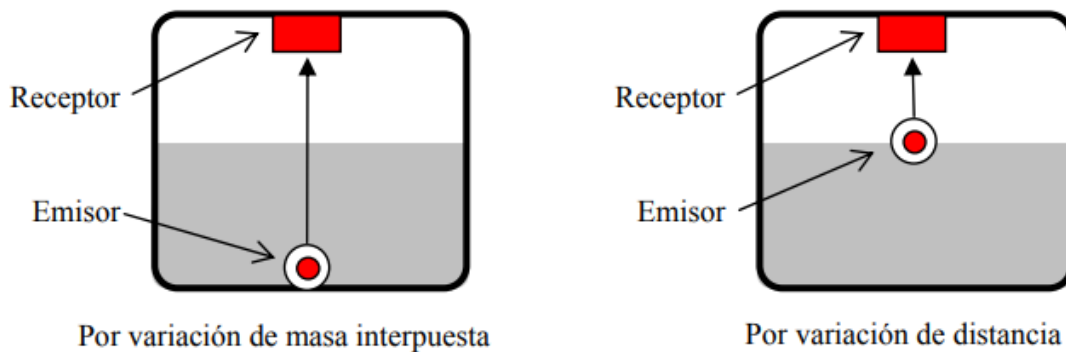


Figura 3. 8 Medidor de nivel por radiación nuclear
Fuente: [28]

3.2.15.4 Medidor de nivel de radiación

Consiste en un emisor de rayos gamma montado verticalmente en un lado del estanque y con un contador que transforma la radiación gamma recibida en una señal eléctrica de corriente continua. Como la transmisión de los rayos es inversamente proporcional a la masa del líquido en el estanque, la radiación captada por el receptor es inversamente proporcional al nivel del líquido ya que el material absorbe parte de la energía emitida.

Los rayos emitidos por la fuente son similares a los rayos X, pero de longitud de onda más corta, la fuente radiactiva pierde igualmente su radiactividad en función exponencial del tiempo. La vida media (es decir, el tiempo necesario para que el emisor pierda la mitad de

su actividad) varía según la fuente empleada. En el cobalto 60 es de 5,5 años y en el cesio 137 es de 33 años y en el americio 241 es de 458 años.

Las paredes del estanque absorben parte de la radiación y al detector llega sólo un pequeño porcentaje. Los detectores son, en general, detectores de cámara iónica y utilizan amplificadores de corriente continua o de corriente alterna.

El instrumento dispone de compensación de temperatura, de linealización de la señal de salida, y de reajuste de la pérdida de actividad de la fuente de radiación. Como desventajas en su aplicación figuran el blindaje de la fuente y el cumplimiento de las leyes sobre protección de radiación. La precisión en la medida es de $\pm 0,5$ a ± 2 %, y el instrumento puede emplearse para todo tipo de líquidos ya que no está en contacto con el proceso. Su lectura viene influida por el aire o los gases disueltos en el líquido.

El sistema se emplea en caso de medida de nivel en estanques de acceso difícil o peligroso. Es ventajoso cuando existen presiones elevadas en el interior del estanque que impiden el empleo de otros sistemas de medición. Hay que señalar que el sistema es caro y que la instalación no debe ofrecer peligro alguno de contaminación radiactiva siendo necesario señalar debidamente las áreas donde están instalados los instrumentos. [29]

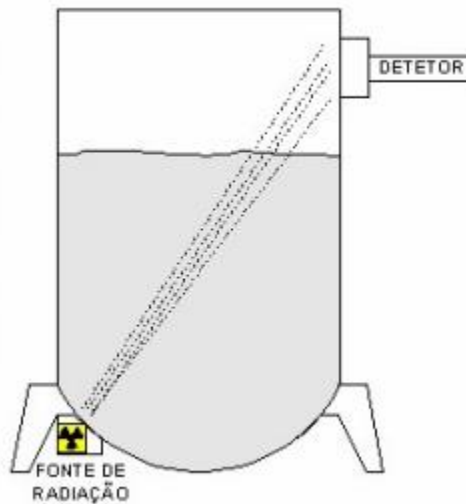


Figura 3. 9 Medidor de nivel de radiación
Fuente: [28]

3.2.12 .5 Medidor de nivel Láser

Se utiliza en aplicaciones donde las condiciones son muy duras, y donde los instrumentos de nivel convencionales fallan; tal es el caso de la medición de metal fundido, donde la medida

del nivel debe realizarse sin contacto con el líquido y a la mayor distancia posible por existir unas condiciones de calor extremas.

El sistema consiste en un rayo láser enviado a través de un tubo de acero y dirigido por reflexión en un espejo sobre la superficie del metal fundido. El aparato mide el tiempo que transcurre entre el impulso emitido y el impulso de retorno que es registrado en un fotodetector de alta resolución, y este tiempo es directamente proporcional a la distancia del aparato emisor a la distancia a la superficie del metal en fusión, es decir, da la lectura del nivel.[26]

3.2.13.5 Medidor de nivel ultrasónico

El sensor ultrasónico emite cíclicamente un impulso acústico de alta frecuencia y corta duración. Este impulso se propaga a la velocidad del sonido por el aire. Al encontrar un objeto, es reflejado y vuelve como eco al sensor ultrasónico. Este último calcula internamente la distancia hacia el objeto, basado en el tiempo transcurrido entre la emisión de la señal acústica y la recepción de la señal de eco. [30]

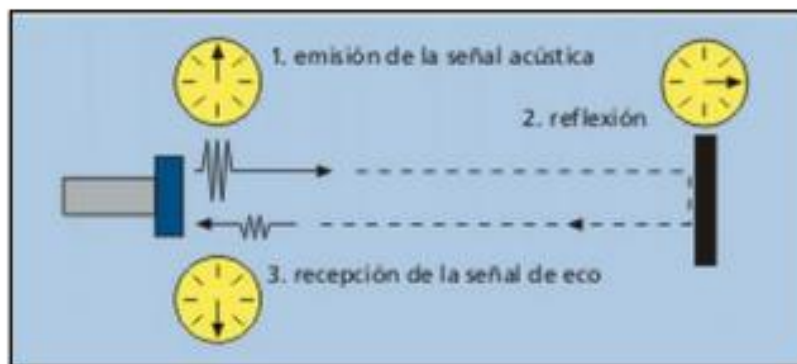


Figura 3. 10 Principio ultrasónico
Fuente: [30]

Como la distancia hacia el objeto es medida por medio del tiempo de recorrido del sonido, y no por una medición de la intensidad, los sensores ultrasónicos son insensibles hacia el ruido de fondo. Prácticamente todos los materiales que reflejan el sonido son detectados, independientemente de su color. Aún materiales transparentes o láminas delgadas o presentan problemas para los sensores ultrasónicos.

Los ultrasonidos son antes que nada sonido, exactamente igual que los que oímos normalmente, salvo que tienen una frecuencia mayor que la máxima audible por el oído humano. Ésta comienza desde unos 16 Hz y tiene un límite superior de aproximadamente 20 KHz, mientras que nosotros vamos a utilizar sonido con una frecuencia de 40 KHz. A este tipo de sonidos es a lo que llamamos Ultrasonidos. [31]

3.2.12.5.1 Funcionamiento

El funcionamiento genérico es bastante simple: se basa en la estimación del tiempo que transcurre entre la emisión de un corto tren de pulsos de ondas ultrasónicas y su recepción después de haber sido reflejado por algún objeto u obstáculo

En este tipo de sistemas el sensor genera un pulso ultrasónico el cual se transmite a través del medio (típicamente aire) hasta que es reflejado por alguna superficie reflectora, midiendo el tiempo entre la transmisión y la recepción del eco. [31]

$$d = \frac{1}{2} Vt \quad (3.1)$$

Donde

V es la velocidad del sonido en el aire

t es el tiempo transcurrido entre la emisión y recepción del pulso

4. MARCO METODOLÓGICO

4.1 Tipo de investigación

4.1.1 Investigación exploratoria: Radica en tener información inicial para seguir con la investigación, conociendo como primero el lugar de ejecución donde se elaborará el proyecto, conociendo todos los parámetros físicos, sistemas eléctricos, electrónicos y el sistema de control de riego ya implementado en el invernadero, la deficiencia de su funcionamiento y se verificará la conexión de las configuraciones de las IP que utilizan los equipos.

4.1.2 Investigación descriptiva: Consiste en relatar todo lo que se procura realizar con el tema, estableciendo los sistemas a controlar de forma remota el cual es el consumo de

agua y además se establecerá el indicador de operación principalmente en el consumo por medio del sistema SCADA, de forma local y remota desde los laboratorios de energías renovables de la carrera de ingeniería eléctrica de Universidad Técnica de Cotopaxi campus la matriz.

4.1.3 Investigación de campo: Consiste en la recolección de información del lugar donde existe el problema, ejecutándose en la Universidad Técnica de Cotopaxi campus Salache en el invernadero #1, en donde se encuentran los equipos a ser controlados y monitoreados de forma remota.

4.1.4 Investigación experimental: Consiste en controlar la variable, con la recopilación de datos del consumo de agua en el invernadero #1, pretendiendo de esta manera realizar el control manual y automático en el sistema SCADA de estas variables climatológicas.

4.2 Métodos de investigación

4.2.1 Método analítico: Permite saber cuál es el objeto de estudio, es decir cómo se va a realizar el proyecto, mediante esto se podrá controlar de forma remota los equipos a utilizar en el sistema SCADA.

4.2.2 Método de la medición: Se obtendrá los datos técnicos como el nivel de agua y el consumo mediante la utilización del sensor específico para la variable de operación.

4.3 Técnicas e instrumentación

Para la modelación y simulación se lo realizará en tia portal V14, controlando de esta manera la regulación del llenado del taque a través de una electroválvula previamente programada en el software y con la medición del sensor ultrasónico se establecerán los rangos adecuados de cuanto es el consumo diario y el nivel del agua. Por medio de la comunicación del canal de datos se realizará el monitoreo en el sistema scada.

4.3.1 Comunicación punto a punto: Se realizará el proyecto mediante un canal de datos en donde existirá una comunicación con el PLC S7 1200 con un servidor OPC y este se comunicará con el software WinCC y de esta manera se desarrollará el sistema SCADA.

4.3.2 Software Siemens: Es en donde se realizará la programación para el sistema SCADA, y de esta manera poder controlar y monitorear la variable mediante una base de datos que servirá para el análisis del consumo de agua en el invernadero.

4.3.3 Interfaz gráfica (HMI): Es la que permite visualizar los resultados de la variable del consumo de agua del invernadero #1 y permitiendo el control y monitoreo del sistema de forma manual o automática.

4.3.4 Electroválvula: Será el encargado de realizar el control del líquido por una tubería en las posiciones de abierto y cerrado para determinar el llenado del tanque.

4.3.4 Equipos de medición: Se utilizará algunos equipos eléctricos y electrónicos en los cuales se pueda verificar el estado de cada uno de ellos.

4.3.5 Sensor para el nivel del agua: Es la variable de medición que está a cargo de la operación del invernadero y de enviar la señal al PLC y de esta manera determinar el consumo del nivel de agua.

4.3. Tía Portal: Es la aplicación que nos facilitara en la interconexión y operación sin importar el origen del sistema que se va a operar.

5. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Para este proyecto se seleccionó el sensor Ultrasonic Level Transmitter (trasmisor de nivel ultrasónico), es un medidor de nivel de líquido con funciones de medición y control de nivel de líquido, transmisión de datos y comunicación humano-máquina, resolviendo completamente el problema causado por los métodos de medición tradicional.

En el proyecto de tesis realizado en el periodo (2019-2020) utilizaron el software LabVIEW para el control y monitoreo del sistema Scada, pero desde nuestro punto de vista este software presenta una dificultad con la licencia, entonces se vio en la necesidad de utilizar un nuevo software WinCC el cual no presenta dificultad con la licencia ya que es a perpetuidad y nos permite controlar y monitorear todas las variables del sistema Scada a través de una interfaz gráfica.

El sistema de control del consumo de agua hace uso de un sensor ultrasónico que entrega una señal de corriente, esta señal es leída por el software Tia Portal V14 y aplicando una formula especifica se obtiene el consumo y nivel del agua en tiempo real. El software Tia Portal V14

se encarga de manipular los datos proporcionado por el sensor y en base a reglas ya determinadas previamente almacena la información y la muestra ver Anexo VII.

Por motivo de fuerza mayor (COVID-19), esta tesis no se desarrollo en el lugar mencionado y se optó por otra alternativa la cual fue manifestada por el director de la carrera PhD. Secundino Marrera, y se llegó a la resolución que la tesis sea desarrollada en los propios domicilios, y de esta manera cumpliendo con las pruebas, análisis y resultados propuestos en este tema.

5.1 Ubicación del invernadero del campus Salache

En la provincia de Cotopaxi cantón Latacunga se encuentra ubicado el invernadero de la Universidad Técnica de Cotopaxi extensión Salache, perteneciente a la carrera de Ingeniería Agronómica el cual es delimitado para el cultivo de semillas y granos andinos.



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

5.2. Etapa del sistema de control

La etapa del sistema de control de consumo de agua cuenta con tres ejes fundamentales:

- Etapa del sensor
- Software Tía Portal
- Salida de información (simulador HMI)

5.2.1 Etapa del sensor

5.2.1.1 Descripción del sensor ultrasónico

Este instrumento es un medidor sin contacto, que no contacta directamente con el líquido, por lo que la tasa de falla es baja. Durante la medición el sensor ultrasónico envía el pulso ultrasónico y la superficie del líquido refleja la onda de sonido y la recibe el receptor ultrasónico. La tabla 5.1 muestra las especificaciones técnicas del sensor. También contiene funciones perfectas de medición y control de nivel de líquido, transmisión de datos y comunicación humano-máquina.

Tabla 5.1: Especificaciones técnicas del sensor.

ULTRASONIC LEVEL TRANSMITTER (transmisor de nivel ultrasónico)	
Rango de medición	0-20m
Rango de precisión	$\pm 0.3\%$
Modo de salida	4 ~ 20 mA
Tensión de alimentación	Dc Dc12V / Dc24Vac ac 220 V
Tiempo de respuesta	1.5 segundos
Interfaz de instalación:	Agujero redondo M59X2 o C60mm (Con tuerca)

El modo de salida del sensor ultrasónico es de 4 ~ 20 mA, hace referencia a que en su nivel mínimo de líquido permite recibir una señal de corriente de 4 mA y en su nivel máximo una señal de 20 mA y es alimentada con una señal de voltaje de 24 DC. El modelo de plc admite una señal de entrada de voltaje por lo que se vio en la necesidad de utilizar un conversor de señal corriente a voltaje de 0 – 20ma o 4-20ma a 0-3.3v, 0-5v o 0-10v para plc de esta manera se recopila una serie de mediciones y su fácil manipulación en el periodo de pruebas, ayudo a incorporar los parámetros adecuados para su funcionamiento.

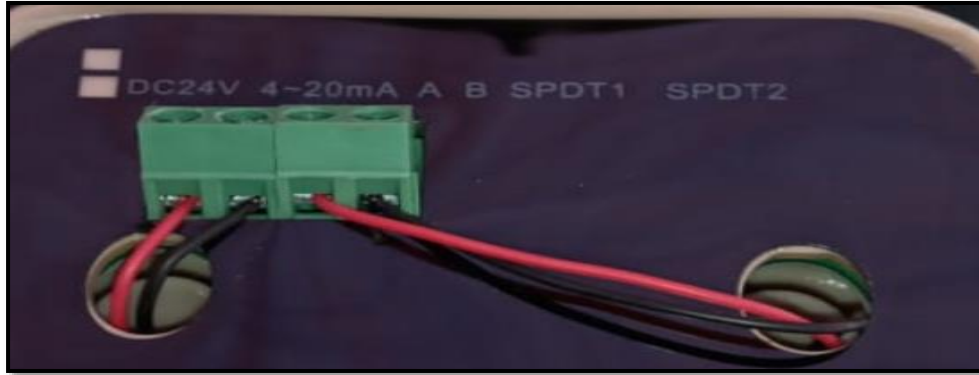


Figura 5. 2 Alimentación de voltaje 24DC y corriente 4 ~ 20 mA.

5.2.1.2 Descripción de los comandos

(SET) Cuando se presione el botón SET es para ingresar al menú, y también sirve para cancelar la configuración.

(▲) En el menú esta tecla se usa como la tecla del menú hacia arriba.

(▼) En el menú esta tecla se usa como la tecla de menú hacia abajo

(OK) Confirmación del proceso.

5.2.1.3 Configuración del parámetro de puesta en marcha del instrumento

1.- Después de instalar el instrumento, el valor del nivel de líquido se mostrará en el producto líquido. Los pasos de Calibración de nivel son los siguientes: Presione SET para ingresar al menú de configuración de parámetros. NIVEL, presione OK para confirmar. En este momento, el producto líquido muestra "00.000" (si el nivel real de líquido es 2.1 metros), configúrelo en "02.100".

2.-Presione el menú de configuración del parámetro SET cuando el medidor esté funcionando normalmente, luego presione la tecla de confirmación OK para mostrar la configuración de 4-20mA.

3.-La altura de la sonda es la altura de instalación: es la altura desde el fondo de la piscina hasta la superficie de la sonda (TH).

4.-Parámetro del relé esta opción no la vamos a utilizar debido a que nuestro dispositivo no cuenta con las salidas del relé.

5.- Muestra el nivel del líquido con las siguientes opciones:

AIRH: Distancia de visualización (altura del aire).

AIRHT: Muestra el nivel del líquido y la temperatura.

6.- El menú P-Multi de intensidad de pulso de transmisión se configura en fábrica y, por lo general, no es necesario cambiarlo: a menos que la situación en el sitio sea muy mala, se configura bajo la guía del hogar. El ajuste de fábrica es generalmente 03.



Figura 5. 3 Pantalla de visualización del Menú.

5.2.1.4 Modo de instalación

Existe el método de instalación de soporte para el medidor de nivel ultrasónico.

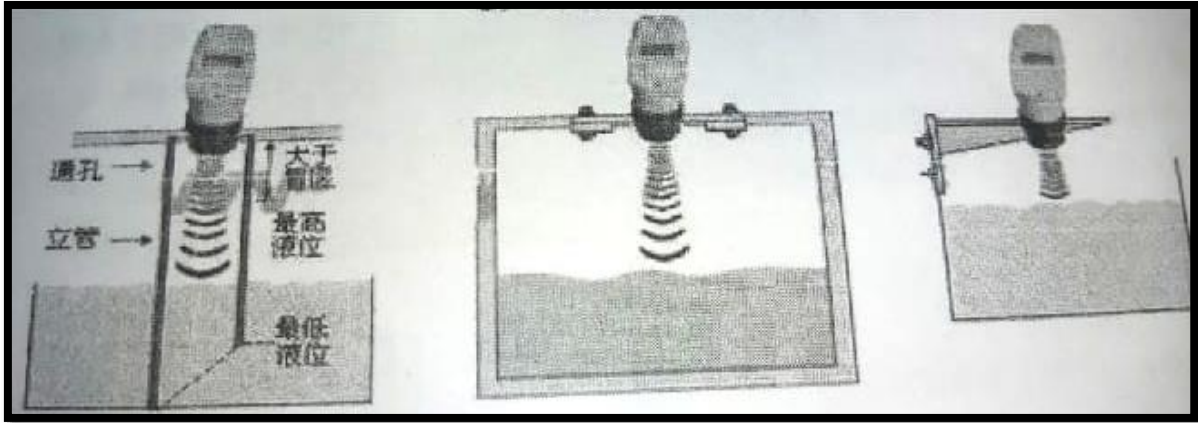


Figura 5. 4 Método de instalación

Generalmente se usa el modo de instalación de soporte, y el instrumento está provisto de una brida para su fijación. Corte un orificio redondo un poco más grande que el diámetro (60 mm) de la sonda en la posición de instalación en el suelo o tanque, y coloque el medidor. Luego apriete la brida de abajo hacia arriba. La instalación debe garantizar que la superficie de la sonda del instrumento esté nivelada con la superficie del líquido a medir.

5.2.2 Diseño de la comunicación y Software Tía Portal

Para el diseño de la comunicación se realizó por medio de un canal de datos mediante las direcciones IP entre la computadora y el PLC 1214 DC/DC/DC, y de esta manera realizar el control en el Tia Portal.



Figura 5. 5 Diseño de la comunicación

Los sistemas scada se definen por realizar tareas de control, supervisión y adquisición de datos permitiendo al operador visualizar la información del proceso en tiempo real. El sistema se considera como scada ya que está programado con una etapa de adquisición de datos mediante el sensor ultrasónico, la tarea de control se lo puede visualizar también en el web server en donde se muestran los datos de consumo diario del invernadero.

Además, los sistemas scada asumen un elemento que permite controlar y visualizar el proceso a este elemento se lo conoce como HMI (Interfaz Hombre Maquina) lo cuales suelen ser desde un software o una pantalla que se ha programado para realizar una tarea.

5.2.2.1 Diseño de la comunicación con el PLC S7 1200 Siemens

El proyecto será desarrollado con equipos de la marca Siemens de la serie SIMATIC ya existentes en la instalación, es por esto que para el desarrollo utilizaremos el PLC 1214c Dc/DC/Dc y también será conveniente el software de ingeniería Tia Portal versión 14 de siemens, el cual nos permite crear el programa de control, determinar propiedades en las redes de comunicación y configurar el hardware. La tabla 5.2 muestra las especificaciones del PLC.

Tabla 5.2: Muestra las especificaciones del PLC

SIMATIC S7-1200 CPU 1214C	
Modelo	14ED/10SD/2EA.
Memoria de usuario	75 kbyte
Tipo de interfaz	PROFINET
Norma física	Ethernet
Alimentación	DC 20,4 -28,8 V DC
E/S Integradas	14 DI 24V DC, 10 DO 24 V DC, 2 AI 0 - 10V DC
Fabricante	SIEMENS



Figura 5.6 PLC 1214c Dc/DC/Dc

5.2.2.2 Configuración de la dirección IP en el proyecto

Para crear la configuración de dispositivos del PLC es preciso agregar una CPU y módulos adicionales al proyecto como las direcciones IP. La CPU no tiene una dirección IP reconfigurada. La dirección IP de la CPU se debe asignar manualmente durante la configuración de dispositivos como se muestra en la Tabla 5.3.

Tabla 5.3: Muestra las especificaciones del PLC

PLC S7-1200	
Dirección IP:	192.168.1.25
Máscara de subred:	255.255.255.0

Todo dispositivo debe tener también una dirección IP (Protocolo Internet). Esta dirección permite al dispositivo transferir datos a través de una red enrutada y más compleja. La

máscara de subred es una agrupación lógica de dispositivos de red conectados .Una máscara (denominada "máscara de subred" o "máscara de red") define los límites de una subred IP.

5.2.2.3 Tabla de variables

Para tener un sistema Scada se integró todas las variables como son el control de humedad, temperatura y del consumo del agua, se realizó de la siguiente manera como se puede visualizar en las tablas 5.4, se utilizó un nombre para la variable un tipo de dato y una dirección para que el programa funcione correctamente.

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

Para realizar la codificación de los tags se tomó en cuenta todas las variables del sistema y se definió la tabla de las variables de temperatura y humedad de la tesis del periodo (octubre 2019-febrero 2020), adicionalmente y mediante la programación se incorporó una nueva variable al sistema, para realizar el control del consumo del agua esta variable se encuentra en el software Tia Portal V14, en la carpeta denominada variables del plc, ahí se encuentran cada una de las direcciones. En la tabla 5.4 se puede observar la incorporación de las variables asociadas al consumo del agua.

Tabla 5.4: Incorporación de las variables asociadas al consumo del agua

Nº	NOMBRE	DIRECCIÓN	TIPO DE DATO	DESCRIPCIÓN
1	Apagarbomba	M66.2	Boolean	Off hilera 3 humedad automático
2	Apagarbomba1	M66.3	Boolean	Off hilera 1 humedad automático
3	bloqueo1	M120.4	Boolean	Indicador que la cortina está en dirección de subida
4	bloqueo2	M120.3	Boolean	Indicador que se encuentra arriba la cortina
5	bloqueo3	M120.5	Boolean	Indicador que la cortina está en dirección de bajada

6	bloqueo4	M120.6	Boolean	Indicador que se encuentra abajo la cortina
7	bloqueo automático	I0.3	Boolean	Off luz indicadora temperatura manual
8	bloqueo manual	I0.2	Boolean	On luz indicadora temperatura manual
9	EL1	M0.3	Boolean	Luz indicador hilera 1
10	EL2	M0.5	Boolean	Luz indicador hilera 2
11	EL3	M1.4	Boolean	Luz indicador hilera 3
12	h1	MD50	Float	hr % 1 sensor de humedad
13	h3	MD24	Float	hr % 3 sensor de humedad
14	MANUAL	M0.2	Boolean	Control manual
15	OFFB1	M11.5	Boolean	Off 1 humedad manual
15	OFFB2	M11.6	Boolean	Off 2 humedad manual
17	OFFB3	M11.4	Boolean	Off 3 humedad manual
18	ONE1	M0.1	Boolean	On 1 humedad manual
19	ONE2	M1.1	Boolean	On 2 humedad manual
20	ONE3	M1.3	Boolean	On 3 humedad manual
21	pulsador_down_scada	M66.6	Boolean	Bajar ventana temperatura manual
22	pulsador_up_scada	M66.5	Boolean	Subir ventana temperatura manual
23	SALIDA1	Q0.0	Boolean	Indicador de encendido de bomba e hilera 1

24	SALIDA3	Q0.2	Boolean	Indicador de encendido de bomba e hilera 3
25	SP1	MD12	Float	s.p.% hilera 1 humedad automático
26	SP3	MD20	Float	s.p.% hilera 3 humedad automático
27	Temperatura	MD104	Float	Sensor de temperatura
28	temperatura max	MW108	Word	Max valores de temperatura automático
29	temperatura min	MW110	Word	Min valores de temperatura automático
30	tiempo máximo riego scada	MD82	Float	Tiempo de riego temperatura automático
31	tiempo1_scada	MD70	Float	Tiempo 1 humedad manual
32	tiempo2_scada	MD74	Float	Tiempo 2 humedad manual
33	tiempo3_scada	MD78	Float	Tiempo 3 humedad manual
34	Ventilador	Q8.2	Boolean	Activación ventilador
35	Cambio_automático2	M121.2	Boolean	Mando para control automático

INCORPORACIÓN LAS VARIABLES ASOCIADAS AL CONSUMO DEL AGUA

36	NIVEL	Real	%MD20	Dato del nivel
37	VOL_TOTAL	Real	%MD22	Volumen total
38	VOL_CONSUM	Real	%MD24	Volumen del consumido
39	LIT_TOTALES	Real	%MD26	Litros totals
40	LIT_COMSUM	Real	%MD40	Litros consumidos
41	CONSUMT	Real	%MD44	Consumo
42	ELECT_V1	Bool	%Q0.3	Salida de la electrovalvula 1
43	PARO	Bool	%I0.1	Paro de emergencia del tablero
44	Tag_7	Bool	%M3.3	Auxiliar

45	Tag_8	Bool	%M3.4	Auxiliar
46	ACT_IGUALAR	Bool	%M2.4	desactiva guardado
47	Ind_IGUAL	Bool	%M2.5	Indicador de fecha
48	ACT_CONSUMO	Bool	%M2.6	Activador del consumo
49	F_INICIAL_DIA	DInt	%ID2	Fecha inicial de día
50	F_INICIAL_MES	DInt	%ID6	Fecha inicial de mes
51	F_INICIAL_AÑO	DInt	%ID10	Fecha inicial del año
52	F_FINAL_DIA	DInt	%ID14	Fecha de final del día
53	F_FINAL_MES	DInt	%ID18	Fecha de final del mes
54	F_FINAL_AÑO	DInt	%ID22	Fecha de final del año
55	AUX_AÑO	Bool	%M4.0	Auxiliar del año
56	AUX_MES	Bool	%M4.1	Auxiliar del mes
57	AUX_DIA	Bool	%M4.2	Auxiliar del día
58	CONFIRMACION	Bool	%M4.5	Confirmación
59	Tag_2	Bool	%M5.0	Auxiliar

5.2.3 Salida de información

5.2.3.1 Comunicación entre dispositivos HMI con el PLC

Un sistema de información consiste en tres principales componentes: hardware, software y el usuario se configuró la pantalla HMI KTP-400 Simatic Siemens la dirección IP, máscara de subred se realizó en el software Tia Portal V14, en la ventana online y diagnóstico, ahí se desplaza la opción general y se puede configurar el equipo en la ventana funciones acorde a los parámetros de la red.

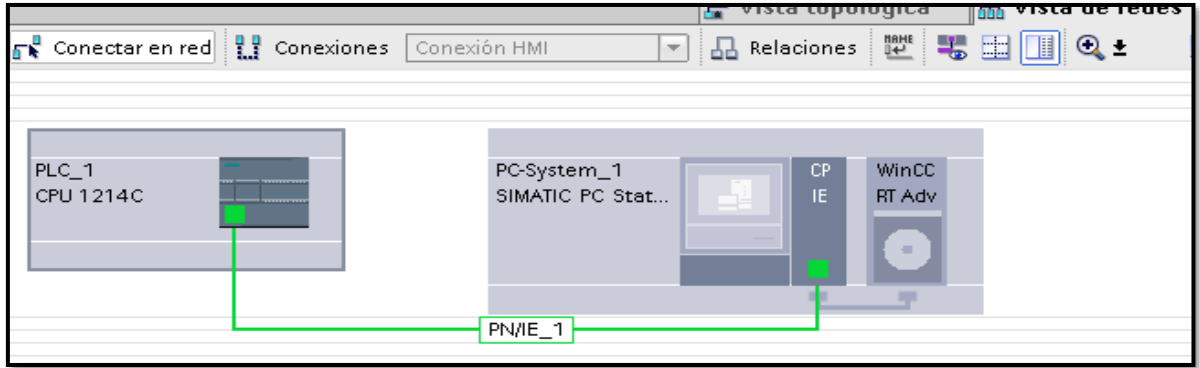


Figura 5.7 Comunicación entre dispositivos HMI con el PLC

5.2.3.2 Verificación de comunicación

El sistema SCADA está constituido por una pantalla principal como se muestra en el anexo I, el software WinCC es el software que permite realizar todas las tareas de configuración necesarias y mediante la simulación se emplea una interfaz entre el operador y WinCC (en el panel de mando) y otra interfaz entre WinCC y el controlador.



Figura 5.8 Pantalla del consumo de agua.

La pantalla está constituida mediante gráficas y cuadros de información en donde se muestra la capacidad máxima del agua, consumo y nivel en tiempo real a la cual se encuentra el agua en el tanque, de acuerdo a la programación se puede observar la fecha y hora actual los cuales sirven para direccionar un nombre y realizar el almacenamiento de los datos y posteriormente se podrán observar en el servidor web del PLC cabe recalcar que la información será guardada cada minuto durante el tiempo programado por el usuario.

Cuando el nivel del agua llegue a un parámetro ya definido en el software Tia Porta V14, el PLC dará la orden de encender la electroválvula y cuando el nivel del agua alcance su estado máximo la electroválvula se apagará de esta manera evitando que el agua se riegue del tanque.

5.2.3.3 Adquisición De Datos En El Servidor Web

El PLC S7 1200 posee un servidor web este es adecuado para la lectura y escritura de las variables mediante vía internet, estas páginas son creadas por el usuario a través de páginas web y permiten establecer el control de las variables de los procesos que se encuentran programadas dentro del PLC, a través de una dirección predefinida o la designación de la variable, índice de registro que se almacenan dentro de la memoria del PLC.

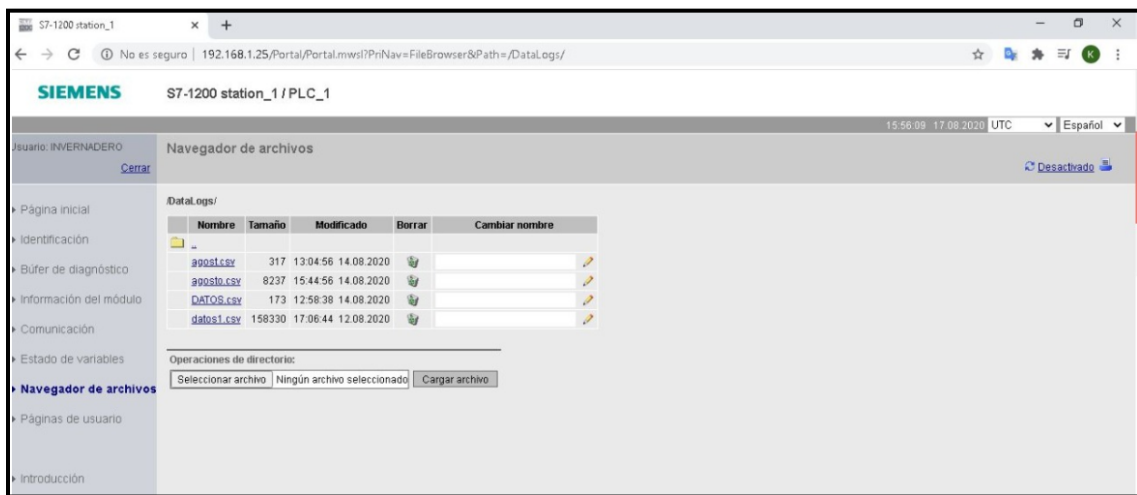


Figura 5.9 Pantalla principal del servidor web.

En el servidor web se aprecia el almacenamiento de la información. Los datos se guardan en un documento de extensión (xlsx) en donde se muestra el consumo y nivel del agua también

puede ser descargado para su análisis, el usuario puede programar la fecha y tiempo para el almacenamiento de la información. Los datos se podrán observar en el anexoII.

5.2.3.4 Variable de proceso del consumo de agua

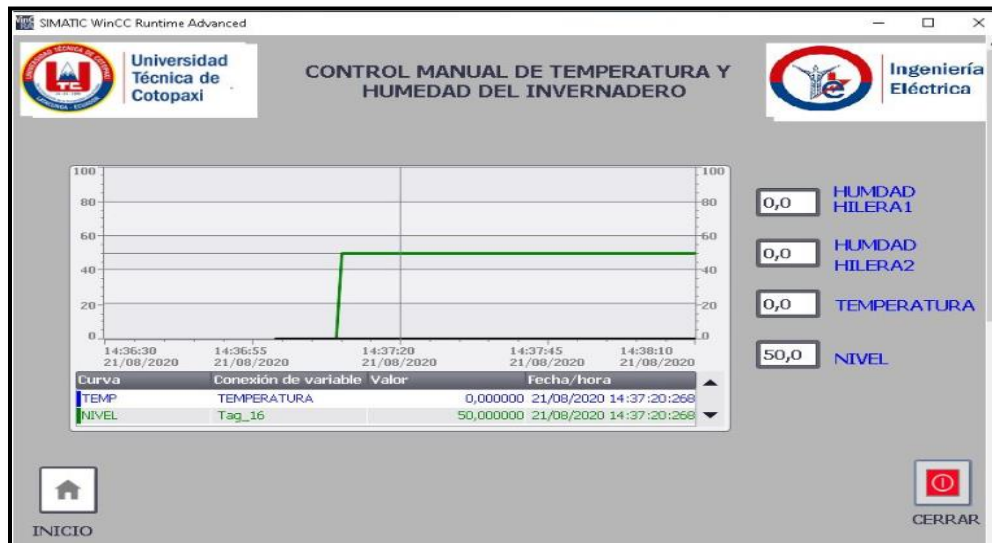


Figura 5.10 Curva con respecto al consumo del agua.

Como podemos observar en la figura 5.10 muestra la gráfica del nivel del agua proporcionando un valor de 40,3 cm, para las mediciones reales se precedió a comparar los valores dados por el sistema de medición de agua implementada y los valores obtenidos mediante la medición de un instrumento de medida (metro). Podemos observar que el sistema funciona de manera adecuada y de acuerdo a los parámetros programados.

5.3 Volumen del tanque de agua

Las especificaciones del tanque se pueden visualizar en la figura 5.11, con ello se determinará el volumen total del tanque aplicando la fórmula del volumen de un cilindro, también se debe considerar algunos parámetros como el diámetro y la altura respectivamente que están especificados en la Tabla 5.4. La altura máxima establecida será de 0.73cm, los datos para seguir calculando el volumen del cilindro se especifica en la siguiente Tabla 5.5, y posteriormente mediante la programación en el Tia Portal se determinará cuanto es el consumo diario del agua para el invernadero.



Figura 5.11 Tanque de agua.

Tabla 5.5: Especificaciones técnicas del tanque

Tanque Plastigama	
Tipo de tanque	Botella
Color	Azul
Capacidad	444 litros
Tipo de liquido	Agua
Diámetro	0,88 m
Altura	1,12 m

Tabla 5.6: Datos para el cálculo del volumen del tanque

CÁLCULO VOLUMEN TOTAL DEL TANQUE	
Altura	73 cm
Radio	0,44

$$V = \pi r^2 h$$

$$V = 3,14 * (0,44)^2 * 73 \text{ cm} * \frac{1 \text{ m}}{100 \text{ cm}}$$

$$V = 0,447113 \text{ m}^3 * \frac{1000 \text{ l}}{\text{m}^3}$$

$$V = 444 \text{ l}$$

5.4 Comprobación de los cálculos realizados con las mediciones del sistema

5.4.1 Ensayos

Para realizar los ensayos se ejecuta los cálculos manualmente tomando como consideración los siguientes datos la altura y el diámetro que presenta el tanque de esta manera se aplica en la formula del volumen de un cilindro, con el cual se pretende obtener valores del volumen total del tanque y del consumo actual del mismo para luego realizar la diferencia entre estos valores obteniendo así el consumo actual en litros.

5.4.1.1 Ensayo 1:

El ensayo 1 se realizó tomando en cuenta el nivel (altura) de agua a la que se encuentra en el tanque. en la tabla 5.6 se puede observar los datos para el consumo actual del tanque.

Tabla 5.7: Datos para el cálculo del ensayo 1

CÁLCULO DEL CONSUMO ACTUAL DEL TANQUE	
Altura	0 cm
Radio	0,44

$$V = \pi r^2 h$$

$$V = 3,14 * (0,44)^2 * 0 \text{ cm} * \frac{1 \text{ m}}{100 \text{ cm}}$$

$$V = 0 \text{ m}^3 * \frac{1000 \text{ l}}{\text{m}^3}$$

$$V = 0 \text{ l}$$

Consumo:

Para realizar el consumo se realiza la diferencia entre el volumen total del tanque y el consumo actual del mismo.

$$C = (444 - 0) \text{ L}$$

$$C = 444 \text{ L}$$



Figura 5.12 Pantalla del consumo de agua del ensayo 1.

En la figura 5.12 se puede observar los siguientes valores: 444 el cual indica la capacidad total del tanque en litros, 444 indica los litros consumidos, y con ello como nuestro tanque está vacío nuestro sensor ultrasónico va a registrar una altura de 0 cm, y el indicador de litros

actuales va ser 0 litros con estos valores se hace la comparación de los cálculos realizados y se determinó que estos valores son iguales a lo programado.

Para los siguientes ensayos se realizará de acuerdo a los parámetros ya establecidos en el ensayo 1.

5.4.1.2 Ensayo 2:

En la tabla 5.7 se encuentra los datos para realizar el cálculo matemático el consumo actual del tanque.

Tabla 5.8: Datos para el cálculo del ensayo 2

CÁLCULO DEL CONSUMO ACTUAL DEL TANQUE	
Altura	20,7 cm
Radio	0,44

$$V = \pi r^2 h$$

$$V = 314 * (0,44)^2 * 20,7 \text{ cm} * \frac{1 \text{ m}}{100 \text{ cm}}$$

$$V = 0,1258 \text{ m}^3 * \frac{1000 \text{ l}}{\text{m}^3}$$

$$V = 126 \text{ l}$$

Consumo

$$C = (444 - 126) \text{ L}$$

$$C = 318 \text{ L}$$



Figura 5.13 Pantalla del consumo de agua del ensayo 2.

En la figura 5.13 se puede observar los siguientes valores: 444 el cual indica la capacidad total del tanque en litros, 318 indica los litros consumidos, 20,7 es el nivel del tanque en cm, y 126 es el indicador de litros actuales. con estos valores se hace la comparación de los cálculos realizados y se determinó que estos valores son iguales a lo programado.

5.4.1.3 Ensayo 3:

En la tabla 5.8 encontramos los datos para realizar el cálculo matemático del consumo actual del tanque.

Tabla 5.9: Datos para el cálculo del ensayo 3

CÁLCULO DEL CONSUMO ACTUAL DEL TANQUE	
Altura	40,1 cm
Radio	0,44

$$V = \pi r^2 h$$

$$V = 3,14 * (0,44)^2 * 40,1 \text{ cm} * \frac{1 \text{ m}}{100 \text{ cm}}$$

$$V = 0,2447 \text{ m}^3 * \frac{1000 \text{ l}}{\text{m}^3}$$

$$V = 245 \text{ l}$$

Consumo

$$C = (444 - 245) \text{ L}$$

$$C = 199 \text{ L}$$



Figura 5.14 Pantalla del consumo de agua del ensayo 3.

En la figura 5.14 se puede observar los siguientes valores: 444 el cual indica la capacidad total del tanque en litros, 199 indica los litros consumidos, 40,1 es el nivel del tanque en cm,

y 245 es el indicador de litros actuales. con estos valores se hace la comparación de los cálculos realizados y se determinó que estos valores son iguales a lo programado.

5.4.1.4 Ensayo 4:

En la tabla 5.9 se encuentran los datos para realizar el cálculo matemático el consumo actual del tanque.

Tabla 5.10: Datos para el cálculo del ensayo 4

CÁLCULO DEL CONSUMO ACTUAL DEL TANQUE	
Altura	50,1 cm
Radio	0,44

$$V = \pi r^2 h$$

$$V = 3,14 * (0,44)^2 * 50,1 \text{ cm} * \frac{1 \text{ m}}{100 \text{ cm}}$$

$$V = 0,3045 \text{ m}^3 * \frac{1000 \text{ l}}{\text{m}^3}$$

$$V = 305 \text{ l}$$

Consumo

$$C = (444 - 305) \text{ L}$$

$$C = 139 \text{ L}$$



Figura 5.15 Pantalla del consumo de agua del ensayo 4.

Como se puede observar en las figuras 5.15 la capacidad total del tanque es de 444 L, los litros consumidos de 139 L, el nivel del tanque en 50,1 cm y los litros actuales de 305 l con estos valores se hace la comparación de los cálculos realizados y se determinó que estos valores son iguales a lo programado.

También se observó que el sensor Ultrasónico en todos los ensayos realizados tiene un porcentaje de error del $\pm 0.1\%$ y para determinar el porcentaje de error se utilizó una cinta métrica colocada al interior del tanque en donde se puede visualizar la altura real del mismo y con el dato de altura que registra el sensor Ultrasónico, se puede observar que existe una variación del $\pm 0.3\%$ a todas las mediciones que se las realizó.

5.5 Diagrama de flujos

La programación del proyecto se basa a una serie de funciones, como la parte de control, monitoreo, adquisición y almacenamiento de datos realizada en el software WinCC y estos diagramas de flujos se desarrollaron tomando en cuenta la simbología de las normas ANSI y ASME.

5.5.1 Diagrama de flujo del control del consumo de agua del sistema SCADA

El diagrama indica el control del consumo de agua del sistema SCADA ver en el Anexo IV, donde se pueden realizar el control de manera manual y automática para realizar el control manual se utilizara el set point el cual se introducirá el nivel mínimo del agua esto quiere decir si su valor es menor o igual al valor introducido se activara la alerta que existe un nivel mínimo de agua y de lo contrario cuanto el valor será mayor al valor introducido no tendrá ninguna alerta mínima de agua.

Para realizar el control automático el sensor ultrasónico registrara un nivel el cual mediante la programación se estimó un valor máximo que es de 73cm que es su máxima capacidad del llenado del tanque, también se estimó un valor mínimo que es de 10cm para la activación de la electroválvula y con ello comenzara el llenado del tanque, entonces cuando se tiene un nivel mínimo de 10cm se encenderá la electroválvula para el llenado automático del tanque y si se encuentra en un nivel máximo de 73cm se apaga la electroválvula porque ya llego a su capacidad máxima del llenado del tanque, además este sistema cuenta con un apagado de emergencia en caso de necesitarlo.

Este sistema de control del consumo de agua se lo puede realizar desde el tablero de control y mediante el PLC que es el encargado de controlar el sistema, permitiendo de esta manera establecer un canal de datos con las mismas configuraciones de las IP con el equipo PLC 1200 Siemens, para que de esta manera mediante las diferentes variables del PLC que se encuentran realizando este control se pueda crear los diferentes tags para que se pueda adquirir datos al servidor opc y posteriormente procesarlos en el software WinCC para poder controlar, monitorear y adquirir datos de manera remota, siempre se debe tomar en cuenta que el canal de datos este en la misma red para que funcione el sistema SCADA caso contrario el sistema no funcionará.

También realiza una base de datos del valor medido en el sistema, el tiempo de registro dependerá de los días, horas y minutos, que desee el operador o encargado del cultivo, esta base de datos se almacenará en una carpeta de acuerdo al nombre que el operador asigne, indicando, el nivel de agua, litros consumidos, litros disponibles, la hora y la fecha de registro en una hoja de cálculo de Excel.

5.5.2 Diagrama de flujo del control de temperatura del sistema SCADA

El diagrama de flujo del control de temperatura ya se encuentra en la tesis realizado en el periodo (Octubre 2019-Febrero 2020) con el tema de la siguiente manera “Implementación Del Sistema Scada Para El Control, Monitoreo Y Análisis De Indicadores De Operación Del Invernadero Del Campus Salache.” en donde se podrá visualizar el comportamiento del diagrama de flujo de control de temperatura en el anexo VI de la respetiva tesis ya realizada.

5.11 Diagrama de flujo del control de humedad del sistema SCADA

El diagrama de flujo del control de humedad ya se encuentra en la tesis realizado en el periodo (Octubre 2019-Febrero 2020) con el tema de la siguiente manera “Implementación Del Sistema Scada Para El Control, Monitoreo Y Análisis De Indicadores De Operación Del Invernadero Del Campus Salache.” en donde se podrá visualizar el comportamiento del diagrama de flujo de control de humedad en el anexo V de la respetiva tesis ya realizada.

5.5.2 Diagrama de flujo del sistema SCADA

Integración del sistema de control del consumo de agua al algoritmo general.

La representación del diagrama general del sistema SCADA, se muestra en el anexo V, la cual indica los equipos a ser monitoreados, controlados y del mismo modo va adquirir datos de las variables de temperatura, humedad y del consumo del agua.

También se indica que tiene un sistema de control de humedad, temperatura y del consumo de agua, variables que son controladas por medio de sensores que llegan al plc, siempre y cuando exista un canal de datos y tenga una comunicación con el opc server y tomando encuneta todo este proceso el sistema SCADA funcionará correctamente.

El medio de verificación de comunicación de las variables (temperatura, humedad y consumo de agua) se lo puede realizar antes de poner en marcha el sistema SCADA, para no tener inconvenientes en la adquisición de datos o en el control y monitoreo, previo a ello, ejecutaremos el comando “cmd” en donde se podrá confirmar si existe comunicación.

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

6. PRESUPUESTO Y ANÁLISIS DE IMPACTOS

6.1 Presupuesto

Para el desarrollo del sistema SCADA fue necesario un costo de inversión el cual detallaremos a continuación, además el costo del software (Scada) no se le incluirá en el presupuesto por el motivo de fuerza mayor (covid-19).

Tabla 6. 1 Gastos directos materiales

Cantidad	Descripción	P.U (\$)	TOTAL (\$)
1	Sensor Ultrasónico.	753	753
1	Convertidor	20	20
2	Fuente de 24Dc	20	20
70	Conductor (m)	0,3	2.1
10	Estaño (m)	0,6	6
1	Software	5	5
1	Paquetes de correas plásticas y otros	5	5
1	Disco de corte para hierro	8	8
1	Disco de pulir de hierro	8	8
1	Soporte para el sensor	100	100
2	Sprite color negro	5	10
1	Plástico mica 1.50*1.50cm	4	4
4	Electrodos(libras)	4	16
4	Resortes	4	16
1	Llave de paso	10	10
2	Codos	3	6

1	Electroválvula	45	45
1	Accesorios electroválvula	20	20
1	Accesorios para la conexión del tanque	30	30
1	Módulo de control	100	100
4	Manguera de ½ pulgada y abrazaderas(m)	1.5	9
2	Teflones	1.5	3
	TOTAL		1200

Tabla 6. 2 Gastos indirectos

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

Tabla 6. 3 Total de gastos

Total= Gastos directos + Gastos indirectos	\$2400
--	---------------

6.2 Análisis de impactos

6.2.1 Impactos prácticos

El sistema de control implementado ayuda al monitoreo de la variable de operación de forma remota, obtenido una mejor calidad y cantidad en el producto controlando de esta manera las diferentes humedades presentadas a lo largo del día, por ende se realiza la respectiva acción en la activación de la electroválvula para el llenado del tanque y controlando de esta manera el consumo de agua desde el lugar que los estudiantes o docentes se encuentren

monitoreando el invernadero es así como se puede combinar el conocimiento teórico con el práctico.

6.2.2 Impactos tecnológicos

El proyecto en el impacto tecnológico se basa en los cambios climatológicos que se encuentran dentro del invernadero basándose en efectuar estudios para poder recolectar información de los inconvenientes que se tiene en el invernadero, interviniéndose un factor tiempo que es para el encargado del invernadero, por ende se ha implementado un sistema SCADA como una parte en el avance tecnológico como muestra de desarrollo de la carrera de ingeniería eléctrica en beneficio de la carrera de ingeniería agronómica en la Universidad Técnica de Cotopaxi.

6.2.3 Impactos sociales

En el impacto social que se presenta en el proyecto del sistema SCADA para el control y monitoreo remoto dentro del invernadero, tiene un beneficio hacia los estudiantes y docentes de la carrera de ingeniería agronómica y con los resultados obtenidos se puede implementar para los productores agrícolas de la zona que realizan cultivos en invernaderos y utilizando la tecnología ampliaremos el nivel de conocimiento en productividad y cultivos.

6.2.4 Impactos ambientales

La ejecución del sistema SCADA tiene un impacto ambiental ya que esta considera con el medio ambiente en el ámbito de control y monitoreo de las variables climatológicas, garantizando de esta manera un ambiente óptimo y disminuyendo las pérdidas del recurso hídrico.

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 Conclusiones

- Mediante la investigación realizada se obtuvo conocimiento referente a un sistema SCADA y se determinó cuáles son las variables importantes para el funcionamiento del invernadero, el sistema está diseñado de forma que se pueda visualizar el proceso y las variables ayudaron a delimitar la programación para el control y monitoreo del consumo del agua.

- La programación está diseñada y cargada con el software de control Tia Portal V14, ya que su entorno de trabajo es muy intuitivo para su programación y en el HMI se puede evidenciar una entrada de tres variables, actualmente se esta activando una electrovalvula, cuando el nivel del agua llegue al valor establecido por el operador, este HMI reaccionara para que la electroválvula funcione y proceda al llenado del tanque.
- En la investigación se a determindado el sensor ultrasónico de la marca Huatu, de la serie 21204173, el cual puede medir en un rango de 0-20 m, el tiempo de respuesta es de 1.5 s, tiene un rango precisión $\pm 0.3\%$, el modo de salida es de 4 ~ 20 mA y la tensión de alimentación es de 12 Vdc-24V dc, teniendo la ventaja de que es un medidor sin contacto, que no contacta directamente con el líquido.
- Con los resultados del análisis económico se determinó la factibilidad y viabilidad del proyecto, tomando a consideración que el sistema de control del consumo de agua tiene un costo de \$2400 y la implemetacion se realizo desde sus inicios para luego adicionar al invernadero.

7.2 Recomendaciones

- Se recomienda a la Universidad Técnica de Cotopaxi la compra de la licencia del software WinCC, el cual no presenta la dificultad con la renovación de la licencia cada año y desde un punto de vista económico licencia del software (WinCC) es a perpetuidad.
- Tener en cuenta que la instalación del medidor de nivel ultrasónico debe considerar desde el nivel máximo del tanque hasta la sonda del sensor que son los 40 cm de instalación solo de esta manera se puede garantizar la supervisión precisa del nivel de líquido y la seguridad del medidor de nivel ultrasónico.
- Tener muy en cuenta que la salida del sensor ultrasónico es de corriente (mA), pero el PLC S7-1200 admite entradas de voltaje por lo que se recomienda utilizar un convertidor de corriente a voltaje o un transmisor lo cual permitirá funcionar de manera adecuada al sensor.

- Es necesario implementar nuevas entradas analógicas para el PLC S7-1200 ya que todas las entradas se encuentran ocupadas y adquirir el módulo de entradas analógicas, el cual dispone de 4 entradas analógicas.

8. REFERENCIA

- [1] J. E. Pastuña Álvarez and B. S. Masabanda Mosquera, ‘Implementación Del Sistema Scada Para El Control, Monitoreo Y Análisis De Indicadores De Operación Del Invernadero Del Campus Salache.,’ 2019.
- [2] L. J. Palacios Ochoa and F. D. Trelles Cabrera, “‘Diseño De Un Prototipo De Sistema Scada Para El Monitoreo Y Control De Consumo De Agua En Viviendas Residenciales,’” 2018.
- [3] T. E. Castillo Sánchez, “‘Implementacion De Un Sistema Scada Para Integrar A Varios Dispositivos De Automatizacion En El Monitoreo Y Control De Un Prototipo De Invernadero De Rosas Para La Facultad De Ingenieria En Sistemas, Electronica E Industrial,’” 2010
- [4] G. Granados Quitian and J. Pérez Ombita, “‘Diseño de un prototipo para la medición del consumo de agua en un grifo de una unidad habitacional a través de la tecnología ZigBee,’” 2017
- [5] L. A. Puma Caiza, “‘Sistema De Supervision, Control Y Adquisicion De Datos A Traves De La Telefonía Movil Para Invernaderos De Rosas,’” 2006.
- [6] M. I. Pérez Rojas, “‘Sistema electrónico para el monitoreo y control de cultivos utilizando tecnología inalámbrica en la comunidad La Unión del cantón Quero mediante software libre’.,” 2015.
- [7] A. d. a. y. d. Cañar, Diseño, construcción y mantenimiento de invernaderos de madera, Cañar, 2004.
- [8] Z. Serrano Carmeño, Construcción de Invernaderos, Madrid, 2005.
- [9] G. J. Sacón Chango and D. F. Villalva Taipe, “‘Diseño E Implementación De Un Prototipo De Red Industrial Basado En El Estándar Asi (Actuator Sensor Interface) Para El Sistema De Mezclado De Líquidos,’” 2013.

- [10] A. A. Ayala Solis Ayamin and S. R. Reyes Lopez, “Desarrollo De Un Sistema Scada Aplicado A Un Invernadero,” 2013.
- [11] D. Aguirre Zapata, “Desarrollo De Un Sistema Scada Para Uso En Pequeñas Y Medianas Empresas,” 2013.
- [12] M. F. Bustos Castillo, “Diseño E Implementacion Del Sistema Scada Wincc De Siemens A Una Máquina Prototipo Empacadora De Galletas En El Laboratorio De Automatizacion De Procesos De La Upb,” 2012.
- [13] D. S. Chaguaro Vásquez and M. F. Lema Aguiño, “Desarrollo De Aplicación Multiplataforma Para Supervisión Y Control Eléctrico En Industria 4.0 Con Equipos Plc Siemens S7-1200,” 2020
- [14] O. X. Maldonado Quezada, “Diseño E Implementación De Un Tablero Simulador Para Plc Siemens S7-1200 Y Desarrollo De Guías De Prácticas,” 2015.
- [15] Tecno plc, “TIA PORTAL : UTILIDADES DEL SOFTWARE.,” *Tecno PLC*, 2015. <http://www.tecnopl.com/tia-portal-utilidades-del-software/>.
- [16] E. Mandado Pérez, J. M. Acevedo, C. Silva Fernández, I. Quiroga Armesto, J. L. López Rivas, and J. M. Ortuño Núñez, *Sistemas de Automatización Y Autómatas Programables*. Barcelona, 2009.
- [17] A. E. Ochoa Cevallos and J. P. Salgado Veloz, “Montaje Y Diseño De Un Módulo Para La Simulación Del Funcionamiento De Una Lavadora Industrial Utilizando Una Pantalla Táctil Con HMI,” 2012.
- [18] D. G. Simba Granizo, “Diseño E Implementación De Un Módulo Electroneumático Didáctico Para El Laboratorio De Mandos Neumáticos De La EPN,” 2018.
- [19] C. D. Acevedo Lara and R. A. Rueda Blanco, “Implementación de Labview Como Sistema Scada Para La Arquitectura De Control SNAC PAC OPTO 22, Mediante Una Aplicación OPC,” 2010.
- [20] E. F. Lojan Bermeo and D.A. Iñiguez Quesada, “Diseño De Un Sistema HMI-Scada Para Una Planta De Clasificación Con Vision Artificial,” 2009.
- [21] V. O. Vargas Gamboa and J.R. Bejarano Acosta, “Diseño, Automatización E Implementación De Una Interface Hmi-Scada De Una Máquina Acampanadora De Tubería Pvc De La Fabrica “Holviplas” S.A,” 2007.

- [22] F. E. Correa Méndez, “Diseño e Implementación de un Sistema HMI/SCADA para el Proceso de Anodización de Naturales de la Corporación Ecuatoriana de Aluminio CEDAL S.A.”2007.
- [23] B. G. Escobar Tuca and W. F. Rueda Toapanta, “Integración del sistema de control del calentador de agua de formación del campo libertador al sistema scada de EP PETROECUADOR,”2010.
- [24] K. E. Esquivel Olivos, “Suministro De Equipos Y Configuración De Software Scada OASyS DNA, Para Gestionar Los Energéticos Proporcionados Por El Distribuidor,”2016.
- [25] M. E. Flores Morán and G. A. Rodríguez Vera, ““Diseño del sistema de control y monitoreo para la distribución del producto terminado hacia las líneas de envasado dentro de una fabrica de detergente, utilizando las plataformas WinCC y STEP 7 con el PLC S7-400 de Siemens, a través de una red PROFIBUS D,” 2007.
- [26] C. Beltrán Provoste, “MEDICIÓN DE NIVEL.” [Online]. Available: http://www.infopl.net/files/documentacion/instrumentacion_deteccion/infoPLC_net_MEDICION_DE_NIVEL.pdf.
- [27] A. Creus Solé, *INSTRUMENTACION INDUSTRIAL, OCTAVA*. México: 2010.
- [28] J. Francois, “Instrumentación.” [Online]. Available: http://webdelprofesor.ula.ve/ingenieria/djean/index_archivos/Documentos/I4_Medicin_de_nivel.pdf.
- [29] M. Á. Méndez Robles and P. J. Silva Erazo, “Implementación De Un Banco De Pruebas Para El Control De Nivel De Líquidos En El Laboratorio De Instrumentación Industrial De La Facultad De Mecánica,” 2014.
- [30] E. M. Mejía Castro, “Sistema De Control Electrónico De Plagas, Calefacción Y Regadío En Las Plantaciones De Mora Ubicadas En La Provincia De Tungurahua, Parroquia Huachi Grande, Sector “EL ARBOLITO,” 2016
- [31] D. Pérez, “SENSORES DE DISTANCIA POR ULTRASONIDOS,” Ingeniería de Telecomunicación, 2006.
<http://www.alcabot.com/alcabot/seminario2006/Trabajos/DiegoPerezDeDiego.pdf>.

ANEXOS

ANEXO I.

Montaje de sistema de control del consumo de agua.



Anexo I.1 Capacidad máxima del llenado del tanque 444 litros.

Soporte para sensor ultrasónico



Anexo I.2 Soporte del sensor ultrasónico.

Colocación del sensor con el respectivo soporte en el tanque



Anexo I.3 Soporte del sensor ultrasónico

ANEXO II.

Tablero de control y conexión hacia el sensor ultrasónico.



Anexo II.1 Tablero del control.

Conexión desde la fuente de 24 Dc hacia la entrada del sensor ultrasónico.



Anexo II.2 Conexión de alimentación de 24 Dc

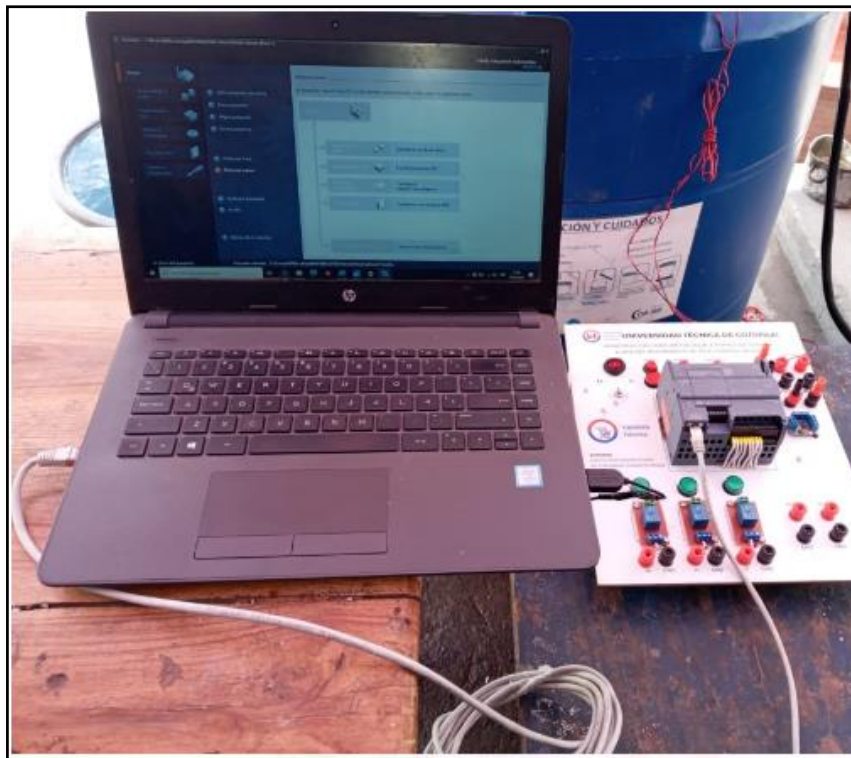
Conexión de la salida de señal de corriente del sensor hacia el convertidor de corriente a voltaje para conectar al Plc.



Anexo II.3 Conexión de la salida del sensor al convertidor.

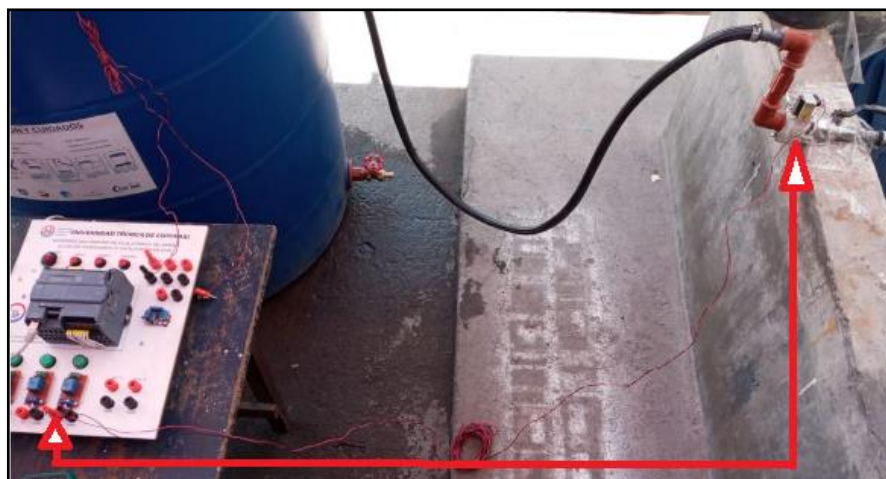
ANEXO III.

Conexión desde el Plc hacia la PC



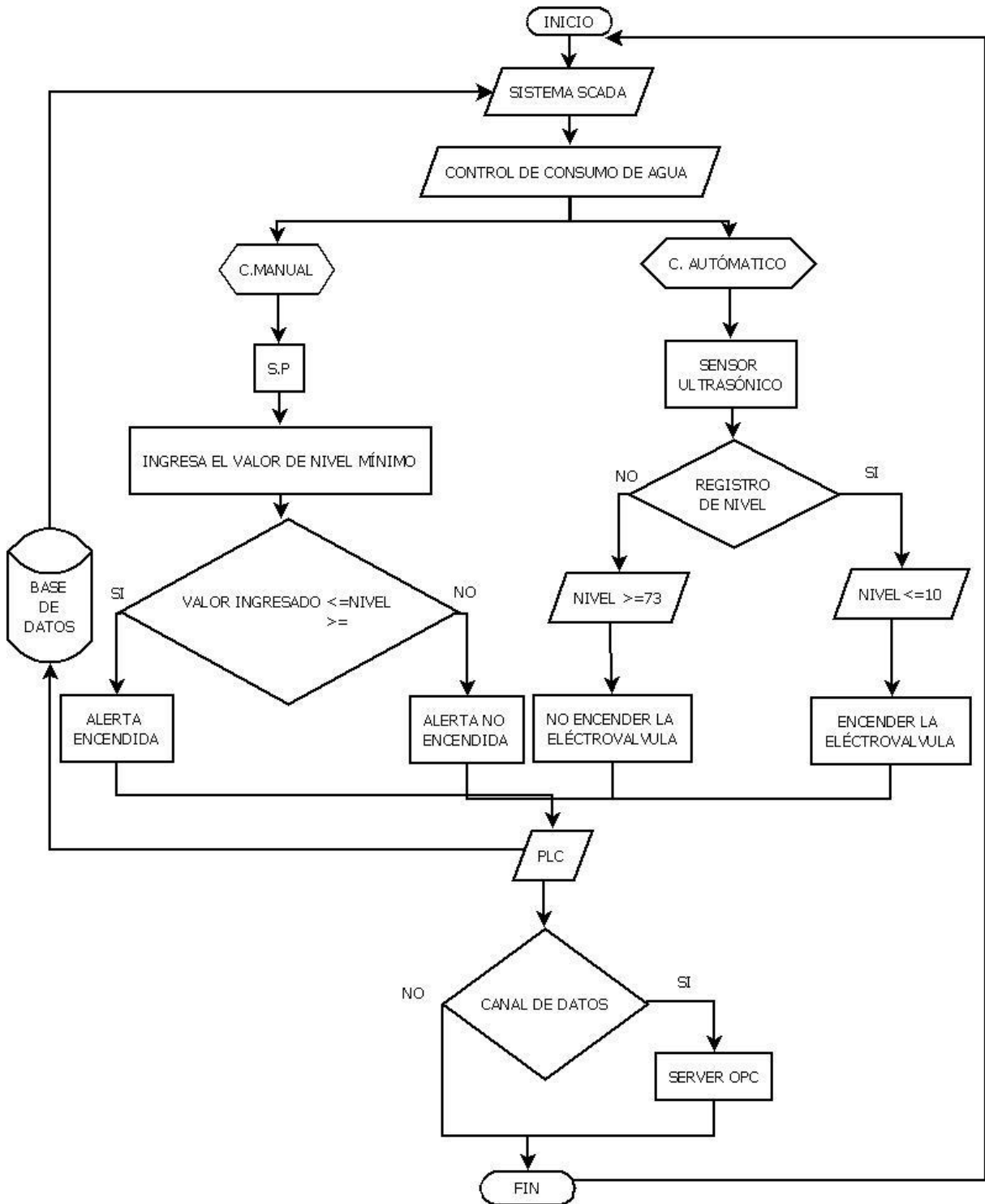
Anexo III.1 Conexión del Plc hacia la PC.

Control de la electroválvula



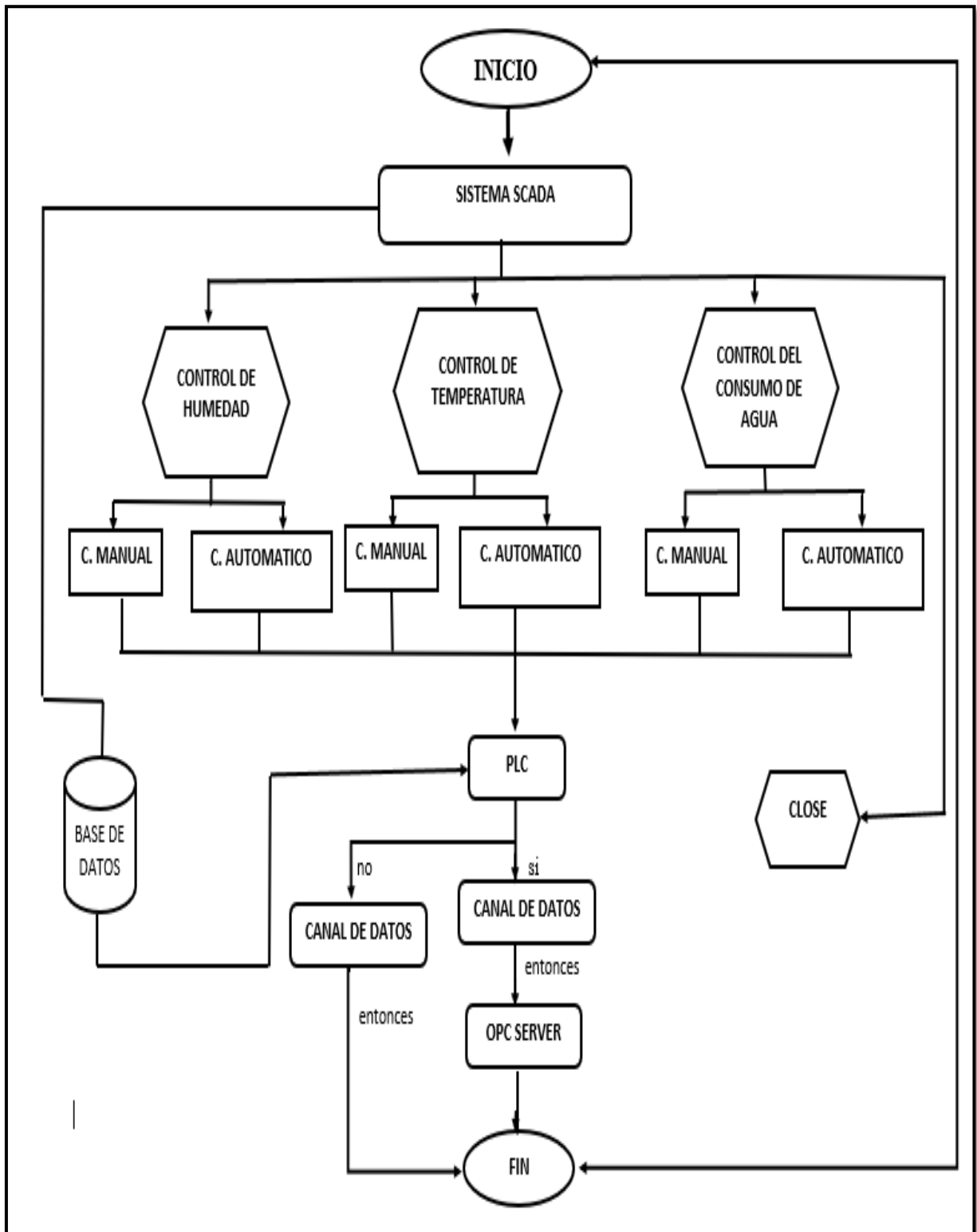
Anexo III.2 Conexión de la electroválvula.

ANEXO IV. (Diagrama de flujo del sistema de control del consumo de agua en el sistema SCADA)



Anexo IV.1 Diagrama de flujo del sistema de control del consumo de agua en el sistema SCADA.

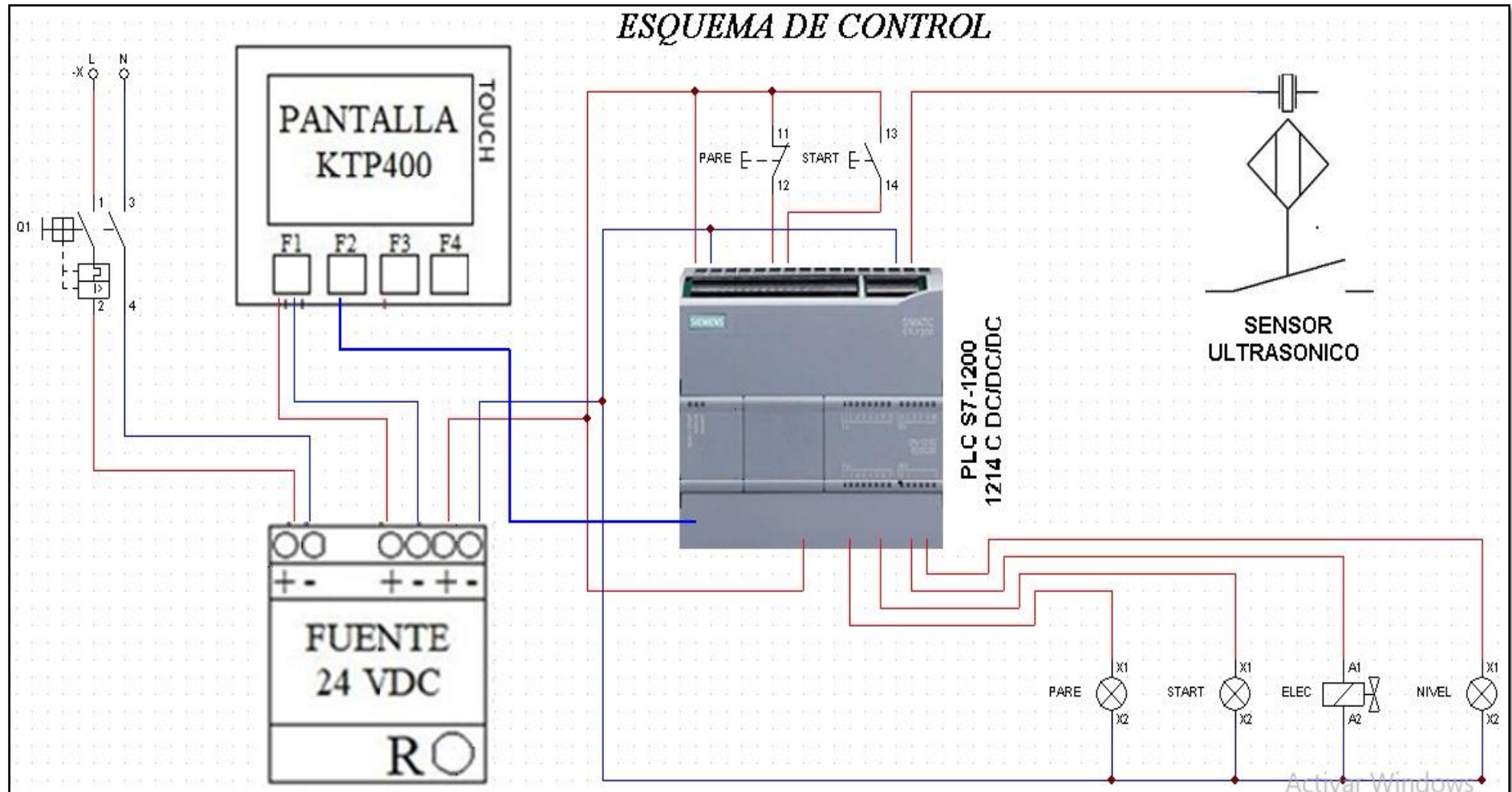
ANEXO V. (Integración del sistema de control del consumo de agua al algoritmo general)



Anexo V.1 Diagrama del sistema SCADA.

ANEXO VI.

Esquema de control automático del sistema.



Anexo VI.1 Esquema de control del sistema.

ANEXO VII.

Tabla de datos obtenidas del servidor Web

Anexo VII.1 Datos del consumo y nivel del agua

Nº-	FECHA	HORA	NIVEL (cm)	VOLUMEN TOTAL (L)	LITROS DISPONIBLES	CONSUMO (L)
1	03/08/2020	13:10:56	0	444	0	444
2	03/08/2020	13:11:56	0	444	0	444
3	03/08/2020	13:12:56	0	444	0	444
4	03/08/2020	13:13:56	5.1	444	31	413
5	03/08/2020	13:14:56	5.8	444	35	409
6	03/08/2020	13:15:56	6.4	444	39	405
7	03/08/2020	13:16:56	6.9	444	42	402
8	03/08/2020	13:41:56	7.2	444	44	400
9	03/08/2020	13:42:56	7.6	444	46	398
10	03/08/2020	13:43:56	8.1	444	49	395
11	03/08/2020	13:44:56	8.5	444	52	392
12	03/08/2020	13:45:56	9.4	444	57	387
13	03/08/2020	13:46:56	9.9	444	60	384
14	03/08/2020	13:47:56	10.3	444	62	382
15	03/08/2020	13:48:56	10.7	444	65	379
16	03/08/2020	13:49:56	11.6	444	70	374
17	03/08/2020	13:50:56	12.1	444	73	371
18	03/08/2020	13:51:56	13.5	444	82	362
19	03/08/2020	13:52:56	14.5	444	88	356
20	03/08/2020	13:53:56	15.8	444	96	348
21	03/08/2020	13:54:56	17.2	444	105	339
22	03/08/2020	13:55:56	17.4	444	106	338
23	03/08/2020	13:56:56	18.3	444	111	333
24	03/08/2020	13:57:56	18	444	109	335
25	03/08/2020	13:58:56	18.4	444	112	332
26	03/08/2020	13:59:56	18.4	444	112	332
27	03/08/2020	14:00:56	18.4	444	112	332
28	03/08/2020	14:01:56	18.4	444	112	332
29	03/08/2020	14:02:56	18.4	444	112	332
30	03/08/2020	14:03:56	18.4	444	112	332
31	03/08/2020	14:04:56	18.4	444	112	332
32	03/08/2020	14:05:56	18.4	444	112	332
33	03/08/2020	14:06:56	18.4	444	112	332
34	03/08/2020	14:07:56	18.2	444	111	333
35	03/08/2020	14:08:56	18.4	444	112	332
36	03/08/2020	14:09:56	18.4	444	112	332
37	03/08/2020	15:24:56	20.3	444	123	321
38	03/08/2020	15:25:56	20.3	444	123	321

39	03/08/2020	15:26:56	20.7	444	126	318
40	03/08/2020	15:27:56	20.7	444	126	318
41	03/08/2020	15:28:56	20.7	444	126	318
42	03/08/2020	15:29:56	21.5	444	131	313
43	03/08/2020	15:30:56	22.9	444	139	305
44	03/08/2020	15:31:56	23.6	444	143	301
45	03/08/2020	15:32:56	25.8	444	157	287
46	03/08/2020	15:33:56	26.4	444	160	284
47	03/08/2020	15:34:56	27.9	444	170	274
48	03/08/2020	15:35:56	28.4	444	173	271
49	03/08/2020	15:36:56	29.6	444	180	264
50	03/08/2020	15:37:56	30.2	444	184	260
51	03/08/2020	15:38:56	31.4	444	191	253
52	03/08/2020	15:39:56	32.5	444	198	246
53	03/08/2020	15:40:56	33.4	444	203	241
54	03/08/2020	15:41:56	34.8	444	212	232
55	03/08/2020	15:42:56	35.1	444	213	231
56	03/08/2020	15:43:56	38.2	444	232	212
57	03/08/2020	15:44:56	40.5	444	246	198
58	03/08/2020	15:45:56	41.6	444	253	191
59	03/08/2020	15:46:56	43.5	444	264	180
60	03/08/2020	16:47:56	45.2	444	275	169
61	03/08/2020	15:48:56	45.1	444	274	170
62	03/08/2020	15:49:56	44.9	444	273	171
63	03/08/2020	15:50:56	44.8	444	272	172
64	03/08/2020	15:51:56	44.7	444	272	172
65	03/08/2020	15:52:56	44.5	444	271	173
66	03/08/2020	15:53:56	44.3	444	269	175
67	03/08/2020	15:54:56	44.1	444	268	176
68	03/08/2020	15:55:56	43.9	444	267	177
69	03/08/2020	15:56:56	43.7	444	266	178
70	03/08/2020	15:57:56	43.5	444	264	180
71	03/08/2020	15:58:56	43.1	444	262	182
72	03/08/2020	15:59:56	42.9	444	261	183
73	03/08/2020	16:00:56	42.7	444	260	184
74	03/08/2020	16:01:56	42.5	444	258	186
75	03/08/2020	16:02:56	40.1	444	244	200
76	03/08/2020	16:03:56	39.1	444	238	206
77	03/08/2020	16:04:56	38.1	444	226	218
78	03/08/2020	16:05:56	37.1	444	219	225
79	03/08/2020	16:06:56	36.1	444	219	225
80	03/08/2020	16:07:56	36	444	219	225
81	03/08/2020	16:08:56	35.9	444	218	256
82	03/08/2020	16:09:56	35.8	444	217	227

83	03/08/2020	16:10:56	35.7	444	217	227
84	03/08/2020	16:11:56	35.6	444	216	228
85	03/08/2020	16:12:56	35.5	444	216	228
86	03/08/2020	16:13:56	35.4	444	215	229
87	03/08/2020	16:14:56	35.3	444	215	229
88	03/08/2020	16:15:56	35.2	444	214	230
89	03/08/2020	16:16:56	35.1	444	213	231
90	03/08/2020	16:17:56	34.8	444	212	232
91	03/08/2020	16:18:56	34.7	444	211	233
92	03/08/2020	16:19:56	48.2	444	293	151
93	03/08/2020	16:20:56	47.3	444	288	156
94	03/08/2020	16:21:56	47.1	444	286	158
95	03/08/2020	16:22:56	46.5	444	283	161
96	03/08/2020	16:23:56	44.5	444	271	173
97	03/08/2020	16:24:56	43.2	444	263	181
98	03/08/2020	16:25:56	41.2	444	250	194
99	03/08/2020	16:26:56	40	444	243	201
100	03/08/2020	16:27:56	40.5	444	246	198
101	03/08/2020	16:28:56	41.6	444	253	191
102	03/08/2020	16:29:56	42.8	444	260	184
103	03/08/2020	16:30:56	43.5	444	264	180
104	03/08/2020	11:30:56	45.2	444	275	169
105	03/08/2020	11:31:56	45.8	444	278	166
106	03/08/2020	11:32:56	45.8	444	278	166
107	03/08/2020	11:32:56	50.1	444	305	139
108	03/08/2020	11:33:56	50.1	444	305	139
109	03/08/2020	11:34:56	51.1	444	311	133
110	03/08/2020	11:35:56	51.1	444	311	133
111	03/08/2020	11:36:56	51.1	444	311	133
112	03/08/2020	11:37:56	51.1	444	311	133
113	03/08/2020	11:38:56	51.1	444	311	133
114	03/08/2020	11:39:56	51.1	444	311	133
115	03/08/2020	11:40:56	51.1	444	311	133
116	03/08/2020	11:41:56	51.1	444	311	133
117	03/08/2020	11:42:56	51.1	444	311	133
118	03/08/2020	11:43:56	51.1	444	311	133
119	03/08/2020	11:42:56	51.1	444	311	133
120	03/08/2020	11:43:56	48.2	444	293	151
121	03/08/2020	11:44:56	47.2	444	287	157
122	03/08/2020	11:45:56	45.2	444	275	169
123	03/08/2020	11:46:56	42.4	444	258	186
124	03/08/2020	11:47:56	39.2	444	239	205
125	03/08/2020	11:48:56	37.5	444	228	216
126	03/08/2020	11:49:56	35.2	444	214	230

127	03/08/2020	11:50:56	34.1	444	207	237
128	03/08/2020	11:51:56	33.1	444	201	243
129	03/08/2020	11:52:56	32.1	444	195	249
130	03/08/2020	11:53:56	31.1	444	189	255
131	03/08/2020	11:54:56	31.1	444	189	255
132	03/08/2020	11:55:56	31.1	444	189	255
133	03/08/2020	11:56:56	31.1	444	189	255
134	03/08/2020	11:57:56	31.1	444	189	255
135	03/08/2020	11:58:56	31.1	444	189	255
136	03/08/2020	11:59:56	31.1	444	189	255
137	04/08/2020	13:00:00	31.1	444	189	255
138	04/08/2020	13:01:00	31.1	444	189	255
139	04/08/2020	13:02:00	31.1	444	189	255
140	04/08/2020	13:03:00	31.1	444	189	255
141	04/08/2020	13:04:00	55.1	444	335	109
142	04/08/2020	13:05:00	55.2	444	336	108
143	04/08/2020	13:06:00	56.2	444	342	102
144	04/08/2020	13:07:00	57.2	444	348	96
145	04/08/2020	13:08:00	58.2	444	354	90
146	04/08/2020	13:09:00	59.2	444	360	84
147	04/08/2020	13:10:00	60	444	365	79
148	04/08/2020	13:11:00	60	444	365	79
149	04/08/2020	13:12:00	60	444	365	79
150	04/08/2020	13:13:00	60	444	365	79
151	04/08/2020	13:14:00	60	444	365	79
152	04/08/2020	13:15:00	60	444	365	79
153	04/08/2020	13:16:00	60	444	365	79
154	04/08/2020	13:17:00	60	444	365	79
155	04/08/2020	13:18:00	60	444	365	79
156	04/08/2020	13:19:00	60	444	365	79
157	04/08/2020	13:20:00	60	444	365	79
158	04/08/2020	13:21:00	60	444	365	79
159	04/08/2020	13:22:00	60	444	365	79
160	04/08/2020	13:23:00	60	444	365	79
161	04/08/2020	13:24:00	60	444	365	79
162	04/08/2020	13:25:00	60	444	365	79
163	04/08/2020	13:25:00	60	444	365	79
164	04/08/2020	13:26:00	60	444	365	79
165	04/08/2020	13:27:00	60	444	365	79
166	04/08/2020	13:28:00	60	444	365	79
167	04/08/2020	13:29:00	60	444	365	79
168	04/08/2020	13:30:00	60	444	365	79
169	04/08/2020	14:30:00	60	444	365	79
170	04/08/2020	14:31:00	60	444	365	79

171	04/08/2020	14:32:00	60	444	365	79
172	04/08/2020	14:33:00	60	444	365	79
173	04/08/2020	14:34:00	60.2	444	366	78
174	04/08/2020	14:35:00	60.2	444	366	78
175	04/08/2020	14:36:00	60.2	444	366	78
176	04/08/2020	14:37:00	60.2	444	366	78
177	04/08/2020	14:38:00	60.2	444	366	78
178	04/08/2020	15:39:00	60.2	444	366	78
179	04/08/2020	16:40:00	60.2	444	366	78
180	04/08/2020	16:41:00	60.2	444	366	78
181	04/08/2020	16:42:00	60.2	444	366	78
182	04/08/2020	16:43:00	60.2	444	366	78
183	04/08/2020	16:44:00	60.4	444	367	77
184	04/08/2020	16:45:00	60.6	444	368	76
185	04/08/2020	16:46:00	60.7	444	369	75
186	04/08/2020	16:47:00	63.5	444	386	58
187	04/08/2020	16:48:00	65.9	444	401	43
188	04/08/2020	16:49:00	66.4	444	404	40
189	04/08/2020	16:50:00	66.8	444	406	38
190	04/08/2020	16:51:00	70.1	444	426	18
191	04/08/2020	16:52:00	70.1	444	426	18
192	04/08/2020	16:53:00	71.5	444	434	10
193	04/08/2020	16:54:00	71.5	444	434	10
194	04/08/2020	16:55:00	71.8	444	437	7
195	04/08/2020	16:56:00	72.1	444	438	6
196	04/08/2020	16:57:00	72.1	444	438	6
197	04/08/2020	16:58:00	72.5	444	441	3
198	04/08/2020	16:59:00	72.5	444	441	3
199	05/08/2020	17:01:30	70.1	444	426	18
200	05/08/2020	17:02:30	69.4	444	422	22
201	05/08/2020	17:03:30	68.7	444	418	26
202	05/08/2020	17:04:30	68.1	444	414	30
203	05/08/2020	17:05:30	67.6	444	411	33
204	05/08/2020	17:06:30	66.5	444	404	40
205	05/08/2020	17:07:30	64.2	444	390	54
206	05/08/2020	17:08:30	64.1	444	389	55
207	05/08/2020	17:09:30	61.5	444	374	70
208	05/08/2020	17:10:30	60.1	444	365	79
209	05/08/2020	17:11:30	59.2	444	360	84
210	05/08/2020	17:12:30	58.4	444	355	89
211	05/08/2020	17:13:30	57.3	444	348	96
212	05/08/2020	17:14:30	55.2	444	336	108
213	05/08/2020	17:15:30	53.2	444	323	121
214	05/08/2020	17:16:30	51.5	444	313	131

215	05/08/2020	17:17:30	50.1	444	305	139
216	05/08/2020	17:18:30	50.1	444	305	139
217	05/08/2020	17:19:30	50.1	444	305	139
218	05/08/2020	17:20:30	50.1	444	305	139
219	05/08/2020	17:21:30	50.1	444	305	139
220	05/08/2020	17:22:30	50.1	444	305	139
221	05/08/2020	17:23:30	50.1	444	305	139
222	05/08/2020	17:24:30	50.1	444	305	139
223	05/08/2020	17:25:30	50.1	444	305	139
224	05/08/2020	17:26:30	50.1	444	305	139
225	05/08/2020	17:27:30	50.1	444	305	139
226	05/08/2020	17:28:30	50.1	444	305	139
227	05/08/2020	17:29:30	50.1	444	305	139
228	05/08/2020	17:30:30	50.1	444	305	139
229	06/08/2020	09:31:45	50.1	444	305	139
230	06/08/2020	09:32:45	49.2	444	299	145
231	06/08/2020	09:33:45	48.2	444	293	151
232	06/08/2020	09:34:45	47.3	444	288	156
233	06/08/2020	09:35:45	47.1	444	286	158
234	06/08/2020	09:36:45	46.5	444	283	161
235	06/08/2020	09:37:45	44.5	444	271	173
236	06/08/2020	09:38:45	43.2	444	263	181
237	06/08/2020	09:39:45	41.2	444	250	194
238	06/08/2020	09:40:45	40	444	243	201
239	06/08/2020	09:41:45	40.5	444	246	198
240	06/08/2020	09:42:45	41.6	444	253	191
241	06/08/2020	09:43:45	42.8	444	260	184
242	06/08/2020	09:44:45	43.5	444	264	180
243	06/08/2020	09:44:45	45.2	444	275	169
244	06/08/2020	09:45:45	45.8	444	278	166
245	06/08/2020	09:46:45	45.8	444	278	166
246	06/08/2020	09:47:45	50.1	444	305	139
247	06/08/2020	09:48:45	50.1	444	305	139
248	06/08/2020	09:49:45	51.1	444	311	133
249	06/08/2020	09:50:45	51.1	444	311	133
250	06/08/2020	09:51:45	51.1	444	311	133
251	06/08/2020	09:52:45	51.1	444	311	133
252	06/08/2020	09:53:45	51.1	444	311	133
253	06/08/2020	09:54:45	51.1	444	311	133
254	06/08/2020	09:55:45	51.1	444	311	133
255	06/08/2020	09:56:45	51.1	444	311	133
256	06/08/2020	09:57:45	51.1	444	311	133
257	06/08/2020	09:58:45	51.1	444	311	133
258	06/08/2020	09:59:45	51.1	444	311	133

259	07/08/2020	10:00:10	48.2	444	293	151
260	07/08/2020	10:01:10	47.2	444	287	157
261	07/08/2020	10:02:10	45.2	444	274	170
262	07/08/2020	10:03:10	42.4	444	258	186
263	07/08/2020	10:04:10	39.2	444	268	176
264	07/08/2020	10:05:10	37.5	444	228	216
265	07/08/2020	10:05:10	35.2	444	214	230
266	07/08/2020	10:06:10	34.1	444	207	237
267	07/08/2020	10:07:10	33.1	444	201	243
268	07/08/2020	10:08:10	32.1	444	195	249
269	07/08/2020	10:09:10	31.1	444	189	255
270	07/08/2020	10:10:10	31.1	444	189	255
271	07/08/2020	10:11:10	31.1	444	189	255
272	07/08/2020	10:12:10	31.1	444	189	255
273	07/08/2020	10:13:10	31.1	444	189	255
274	07/08/2020	10:14:10	31.1	444	189	255
275	07/08/2020	10:15:10	31.1	444	189	255
276	07/08/2020	10:16:10	31.1	444	189	255
277	07/08/2020	10:17:10	31.1	444	189	255
278	07/08/2020	10:18:10	31.1	444	189	255
279	07/08/2020	10:19:10	31.1	444	189	255
280	07/08/2020	10:20:10	31.1	444	189	255
281	07/08/2020	10:21:10	31.1	444	189	255
282	07/08/2020	10:22:10	31.1	444	189	255
283	07/08/2020	10:23:10	31.1	444	189	255
284	07/08/2020	10:24:10	31.1	444	189	255
285	07/08/2020	10:25:10	31.1	444	189	255
286	07/08/2020	10:26:10	31.1	444	189	255
287	07/08/2020	10:27:10	31.1	444	189	255
288	07/08/2020	10:28:10	31.1	444	189	255
289	07/08/2020	11:29:10	31.1	444	189	255
290	07/08/2020	10:30:10	31.1	444	189	255
291	07/08/2020	10:31:10	31.1	444	189	255
292	07/08/2020	10:32:10	31.1	444	189	255
293	07/08/2020	10:33:10	31.1	444	189	255
294	07/08/2020	10:34:10	31.1	444	189	255
295	07/08/2020	10:35:10	31.1	444	189	255
296	07/08/2020	10:36:10	31.1	444	189	255
297	07/08/2020	10:37:10	31.1	444	189	255
298	07/08/2020	10:38:10	31.1	444	189	255
299	07/08/2020	10:39:10	70.1	444	426	18
300	08/08/2020	10:40:25	70.1	444	426	18
301	08/08/2020	10:41:25	68.7	444	418	26
302	08/08/2020	10:42:25	67.5	444	410	34

303	08/08/2020	10:43:25	66.4	444	404	60
304	08/08/2020	10:44:25	63.1	444	384	60
305	08/08/2020	10:45:25	62.1	444	378	66
306	08/08/2020	10:46:25	61.8	444	376	68
307	08/08/2020	10:47:25	60.8	444	370	74
308	08/08/2020	10:48:25	59.4	444	361	83
309	08/08/2020	10:49:25	58.2	444	354	90
310	08/08/2020	10:50:25	57.6	444	350	94
311	08/08/2020	10:51:25	57.6	444	350	94
312	08/08/2020	10:52:25	57.6	444	350	94
313	08/08/2020	10:53:25	57.6	444	350	94
314	08/08/2020	10:54:25	57.6	444	350	94
315	08/08/2020	10:55:25	57.6	444	350	94
316	08/08/2020	10:56:25	57.6	444	350	94
317	08/08/2020	10:57:25	57.6	444	350	94
318	08/08/2020	10:58:25	57.6	444	350	94
319	08/08/2020	10:59:25	57.6	444	350	94
320	08/08/2020	11:01:25	57.6	444	350	94
321	08/08/2020	11:02:25	57.6	444	350	94
322	08/08/2020	11:03:25	57.6	444	350	94
323	08/08/2020	11:04:25	57.6	444	350	94
324	08/08/2020	11:05:25	55.1	444	335	109
325	08/08/2020	11:06:25	54.2	444	330	114
326	08/08/2020	11:07:25	53.2	444	323	121
327	08/08/2020	11:08:25	51.4	444	313	131
328	08/08/2020	11:09:25	50.4	444	306	138
329	08/08/2020	11:10:25	49.8	444	303	141
330	08/08/2020	12:20:05	47.5	444	289	155
331	08/08/2020	12:21:05	47.1	444	286	158
332	08/08/2020	12:22:05	46.5	444	283	161
333	08/08/2020	12:23:05	46.1	444	280	164
334	08/08/2020	12:24:05	44.2	444	269	175
335	08/08/2020	12:25:05	43.1	444	262	182
336	08/08/2020	12:26:05	42.5	444	258	186
337	08/08/2020	12:27:05	41.5	444	252	192
338	08/08/2020	12:28:05	41.3	444	251	193
339	08/08/2020	12:29:05	40.9	444	249	195
340	08/08/2020	12:30:05	40.9	444	249	195
341	08/08/2020	12:31:05	39.5	444	240	204
342	08/08/2020	12:32:05	36.5	444	222	222
343	08/08/2020	12:33:05	36.1	444	219	225
344	08/08/2020	12:34:05	35.9	444	218	226
345	08/08/2020	12:35:05	34.8	444	212	232
346	08/08/2020	12:36:05	34.1	444	207	237

347	08/08/2020	12:37:05	33.8	444	205	239
348	08/08/2020	12:38:05	32.4	444	197	247
349	08/08/2020	12:39:05	32.1	444	195	249
350	08/08/2020	12:40:05	31.9	444	94	350
351	09/08/2020	14:15:35	70.8	444	431	13
352	09/08/2020	14:16:35	69.8	444	424	20
353	09/08/2020	14:17:35	69.1	444	420	24
354	09/08/2020	14:18:35	68.7	444	418	26
355	09/08/2020	14:19:35	68.2	444	415	29
356	09/08/2020	14:20:35	67.9	444	413	31
357	09/08/2020	14:21:35	67.2	444	409	35
358	09/08/2020	14:22:35	66.1	444	402	42
359	09/08/2020	14:23:35	65.2	444	396	48
360	09/08/2020	14:24:35	64.1	444	390	54
361	09/08/2020	14:25:35	62.1	444	378	66
362	09/08/2020	14:26:35	61.8	444	376	68
363	09/08/2020	14:27:35	60.5	444	368	76
364	09/08/2020	14:28:35	60.3	444	367	77
365	09/08/2020	14:29:35	60.2	444	366	78
366	09/08/2020	14:30:35	60.1	444	365	79
367	09/08/2020	14:31:35	60	444	365	79
368	09/08/2020	14:32:35	59.8	444	364	80
369	09/08/2020	14:33:35	59.6	444	362	82
370	09/08/2020	14:34:35	59.4	444	361	83
371	09/08/2020	14:35:35	59.2	444	360	84
372	10/08/2020	16:15:50	69.9	444	425	19
373	10/08/2020	16:16:50	65.1	444	396	48
374	10/08/2020	16:17:50	60.2	444	366	78
375	10/08/2020	16:15:50	55.4	444	337	107
376	10/08/2020	16:15:50	52.4	444	319	125
377	10/08/2020	17:00:30	50.1	444	305	139
378	10/08/2020	17:01:30	49.5	444	301	143
379	10/08/2020	17:02:30	48.5	444	295	149
380	10/08/2020	17:03:30	46	444	280	164
381	10/08/2020	17:04:30	45.1	444	275	169
382	10/08/2020	17:05:30	43.1	444	262	182
383	10/08/2020	17:06:30	40.8	444	248	196
384	10/08/2020	17:07:30	40.8	444	248	196
385	10/08/2020	17:08:30	40.8	444	248	196
386	10/08/2020	17:09:30	40.8	444	248	196
387	10/08/2020	17:10:30	40.8	444	248	196
388	10/08/2020	17:11:30	40.8	444	248	196
389	10/08/2020	17:12:30	40.8	444	248	196
390	10/08/2020	17:13:30	40.8	444	248	196

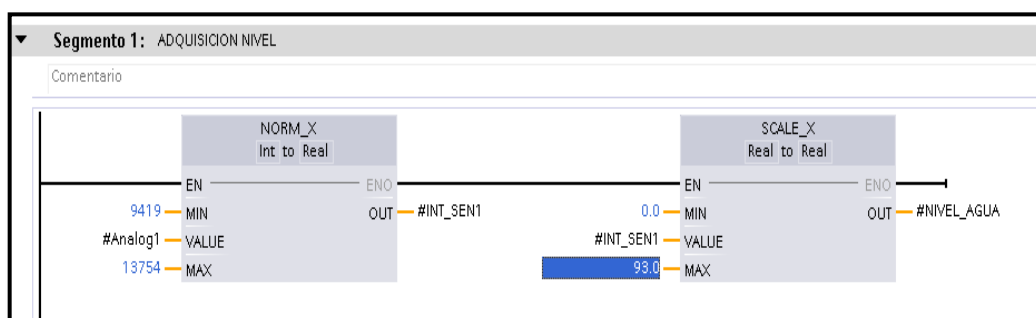
391	10/08/2020	17:14:30	40.8	444	248	196
392	10/08/2020	17:15:30	40.8	444	248	196
393	10/08/2020	17:16:30	40.8	444	248	196
394	10/08/2020	17:17:30	40.8	444	248	196
395	10/08/2020	17:18:30	40.8	444	248	196
396	10/08/2020	17:19:30	40.8	444	248	196
397	10/08/2020	17:20:30	40.8	444	248	196

La toma de datos se realizo desde el 03/08/2020 hasta el 10/08/2020 en esos días se obtuvo 397 datos, los mismo que ayudaran a realizar un análisis de cuanto litros de agua se necesita para los plantines del invernadero. De esta manera llegando a obtener un ahorro eficaz del agua.

ANEXO VIII.

Programación en el software Tia Portal

Determinación del nivel

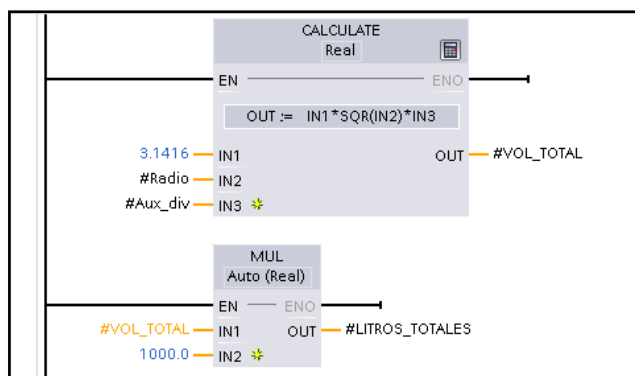


Anexo VIII. 1 Programación de la determinación del nivel.

Como se muestra en la figura se realizó la programación del sistema de control de consumo de agua mediante software Tia portal V14 el cual se detalla a continuación.

Insertamos los bloques de función son bloques lógicos que depositan sus valores de forma permanente en bloques de datos de instancia, de modo que siguen estando disponibles después de procesar el bloque, recogemos los datos mínimos y máximos del sensor en donde mediante el bloque **NORM_X** se procede a normalizar un valor entero a real luego mediante el bloque **SCALE_X** se escala el valor obtenido entre 0 y 90 para obtener el nivel.

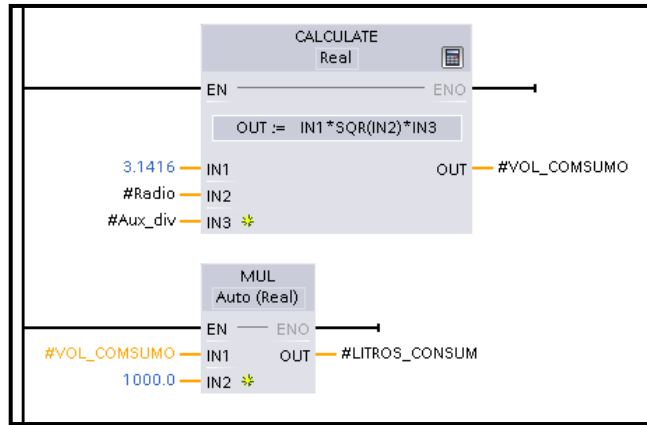
Cálculo del volumen total del tanque



Anexo VIII. 2 Calculo del volumen total del tanque.

Para calcular el volumen total del tanque utilizaremos bloques de cálculo matemático en donde podemos insertar la fórmula del volumen de un cilindro ($V = \pi r^2 h$) de esta manera se obtendrá en la salida el volumen la cual designaremos con el nombre de (#VOL_TOTAL) y la unidad de medida será el m^3 , luego se procede a utilizar otro bloque de cálculo en donde se realiza la transformación m^3 a litro la cual designaremos con el nombre de #LITROS_TOTALES.

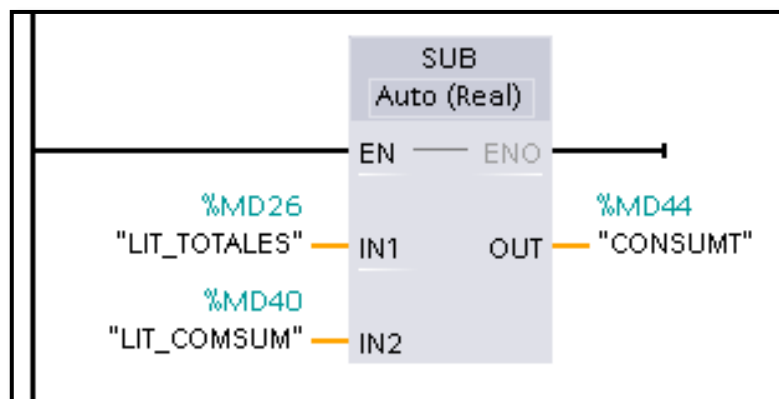
Cálculo del volumen del consumo



Anexo VIII. 3 Programación del cálculo del consumo.

Para calcular el volumen total del tanque utilizaremos bloques de cálculo matemático en donde podemos insertar la fórmula del volumen de un cilindro ($V = \pi r^2 h$) de esta manera se obtendrá en la salida el volumen la cual designaremos con el nombre de (#VOL_CONSUMO) y la unidad de medida será el m^3 , luego se procede a utilizar otro bloque de cálculo matemático en donde se realiza la transformación m^3 a litro la cual designaremos con el nombre de (#LITROS_CONSUMO).

Diferencia entre volumen total del tanque y volumen del consumo del tanque

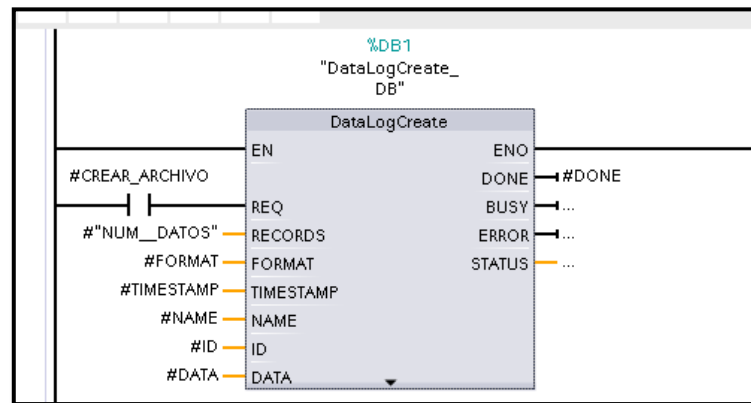


Anexo VIII. 4 Programación del volumen del tanque y volumen del consumo

En la figura mediante el bloque de cálculo SUB realizamos la resta de el volumen total del tanque y el volumen del consumo del tanque, para obtener el consumo total el cual lo conoceremos desde ahora como CONSUMT.

Registro y almacenamiento de datos

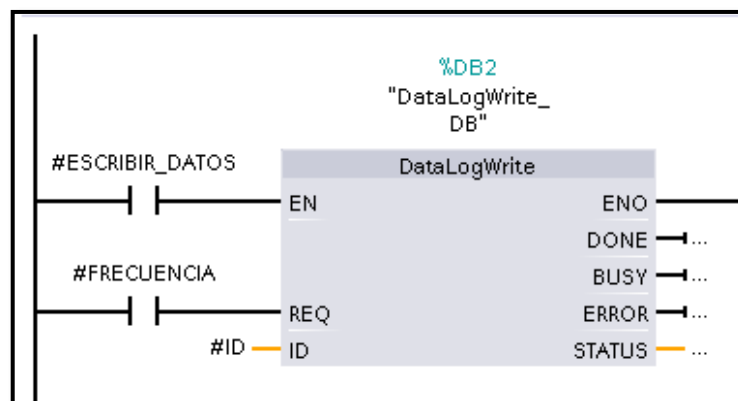
Crear archivo



Anexo VIII. 5 Registro y almacenamiento de datos.

En la figura se crea un bloque de función con el nombre de (Datalogger), en donde se debe convertir tiempo de muestreo en frecuencia de muestreo. Para crear el archivo en donde se guarda los datos del consumo insertamos otro sub bloque de función con el nombre de (DataLogcreate_DB), y lo configuramos de acuerdo a parámetros necesarios como son el formato, el número de datos, el nombre del archivo y el tiempo de almacenamiento.

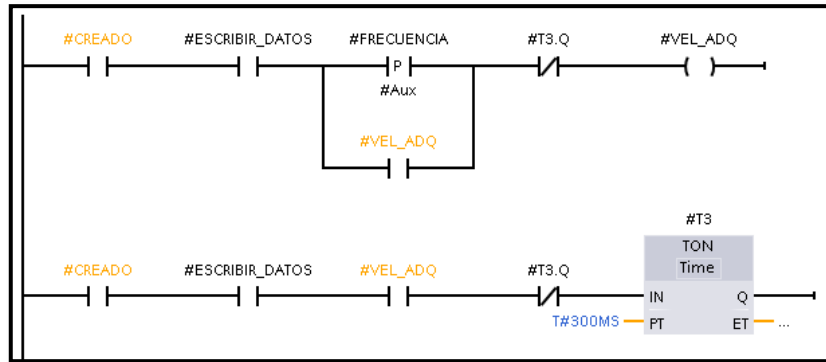
Escribir archivo



Anexo VIII. 6 Escribir un archivo.

En la figura # a través de la creación de un bloque de funciones (Datalogwrite) se muestra ingreso del nombre del archivo con que se va a guardar los datos, una vez que la frecuencia de muestreo se active el dato programa será guardado en las direcciones ya establecidas.

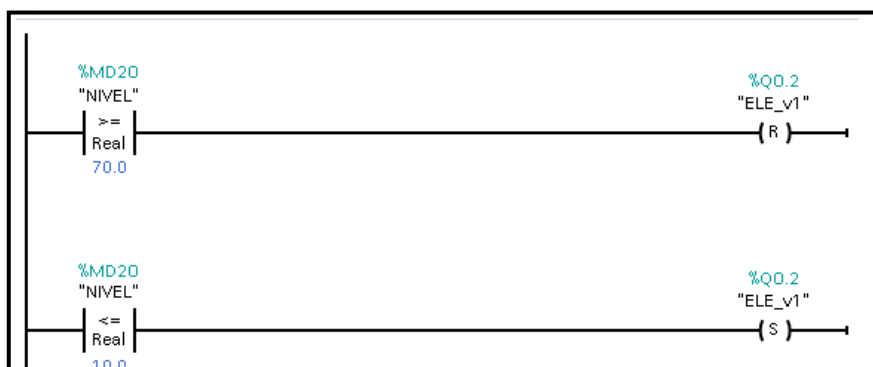
Indicador de tiempo de guardado



Anexo VIII. 7 Indicador de tiempo de guardado.

Como se puede observar en la figura # mediante bloques de programación ya configuradas se puede visualizar el tiempo de guardado, este mismo dato será determinado por el usuario de acuerdo a la necesidad que presente. Una vez que pase el tiempo programado por el controlador este dará aviso mediante el encendido del indicador de guardado de datos (m) en la pantalla del HMI.

Control de la electroválvula

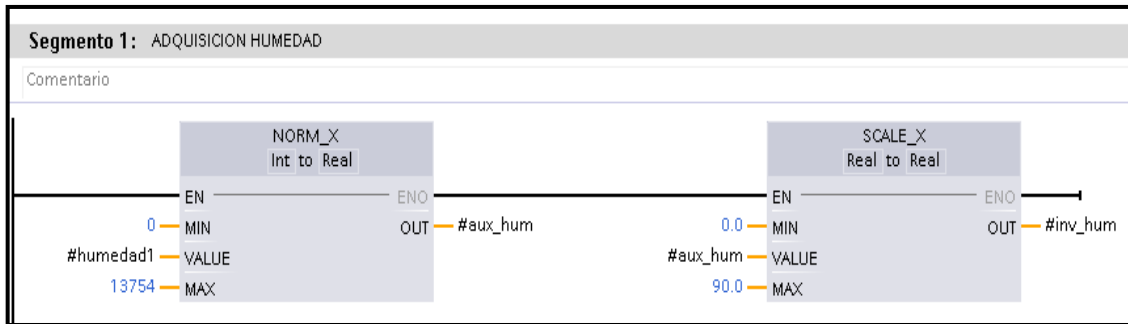


Anexo VIII. 8 Control de la electroválvula.

Mediante la inserción de un bloque de comparación (menor o igual <=) el cual consulta si el primer valor de comparación es igual al primero o segundo valor definido por el usuario el valor es de 10 cm, cuando sensor presente la medición definida se activará la electroválvula lo cual permitirá llenado del tanque, mediante otro bloque (mayor o igual <=) y cuando el sensor

determine valor de 73 cm, la electroválvula se apagara de esta manera realizando el control del agua.

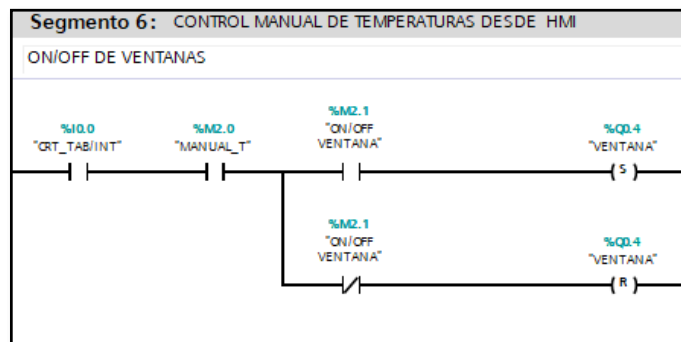
Control de humedad



Anexo VIII. 9 Control de humedad.

Insertamos los bloques de función son bloques lógicos que depositan sus valores de forma permanente en bloques de datos de instancia, de modo que siguen estando disponibles después de procesar el bloque, recogemos los datos mínimos y máximos del sensor en donde mediante el bloque NORM_X se procede a normalizar un valor entero a real luego mediante el bloque SCALE_X se escala el valor obtenido entre 0 y 90 para obtener el nivel.

Control de temperatura



Anexo VIII. 10 Control de temperatura.

En la figura se puede observar la programación del control de temperatura el cual está determinado por un bloque de funciones () que recoge señales mínimos y máximos que son enviados a través del sensor y son determinados por este bloque. Mediante el NORM_X se normaliza un valor entero a real luego mediante SCALE_X se escala el valor obtenido entre los valores.

ANEXO XI.

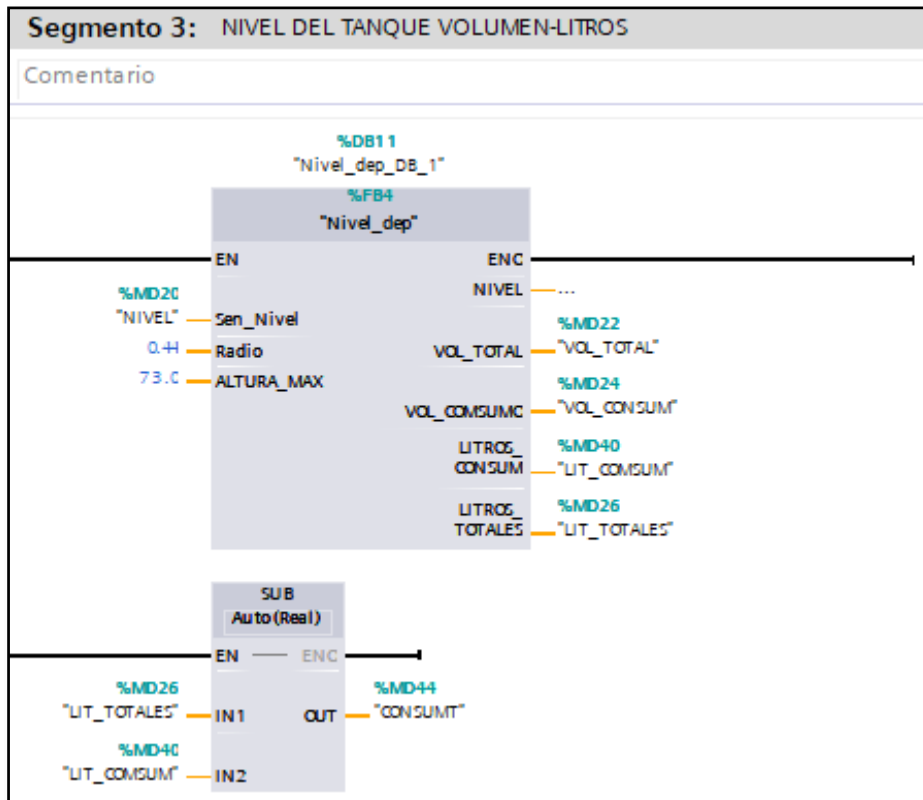
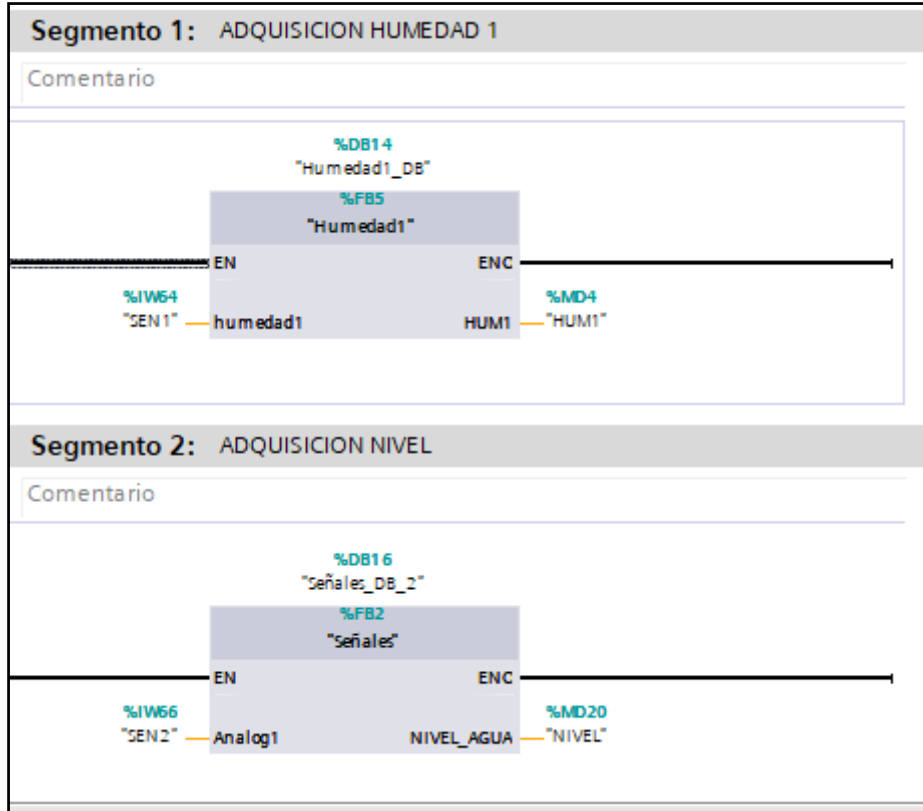
RESUMEN GLOBAL

El presente documento previo a la obtención del título de grado se lo realiza con la intención de colaborar a los estudiantes y docentes de la carrera de Ingeniería Agronómica y aportar al desarrollo de la investigación de la carrera de Ingeniería Eléctrica en las automatización del invernadero de granos andinos de la Universidad Técnica de Cotopaxi del Campus Salache, realizando el cambio del software (LabVIEW) a un nuevo software(WinCC), y con ello determinar una nueva programación de todas las variables como son temperatura, humedad y al análisis de los indicadores energéticos de operación como voltaje, corriente, potencia y energía del proyecto de tesis “Implementación del sistema scada para el control, monitoreo y análisis de indicadores de operación del Invernadero #1 del Campus Salache.”, adicionalmente se aumentó una variable a la programación como es el sistema de control consumo y nivel del agua. Para el desarrollo de la nueva variable se realiza la investigación de los tipos de sensores de nivel de agua, determinado así que el sensor ultrasónico tiene ventajas y características superiores a los demás sensores. Este instrumento es un medidor sin contacto, que no contacta directamente con el líquido, por lo que la tasa de falla es baja y el modo de salida del sensor ultrasónico es de 4 ~ 20 mA, hace referencia a que en su nivel mínimo de líquido permite recibir una señal de corriente de 4 mA y en su nivel máximo una señal de 20 mA y es alimentada con una señal de voltaje de 24 Dc. Luego realizamos la comunicación entre el sensor, plc 1214c Dc/DC/Dc y el simulador considerando las direcciones IP respectivamente y el instructivo del sensor ultrasónico. Para realizar la programación se utilizó el software de ingeniería Tía Portal V 14 tomando en cuenta el cambio de todas las variables ya mencionadas anteriormente, también mediante el simulador del nuevo software se realiza el diseño del HMI lo cual ayuda a visualizar los resultados. El control de la variable de consumo se lo realiza a través de una electroválvula el cual mediante los parámetros de la programación es el encargado llenar el tanque. Además, los mediante el servidor web que tiene el plc S7-1200 se puede descargar los datos del consumo y nivel del agua

Según el PhD. Secundino Marrero director de la carrera de Ingeniería Eléctrica, manifestó que el beneficio del sistema de control de consumo del agua ayuda al desarrollo de los diferentes cultivos optimizando la calidad y cantidad, además mencionó con este sistema se podrá proporcionar a las plantas los beneficios necesarios para su desarrollo y crecimiento.

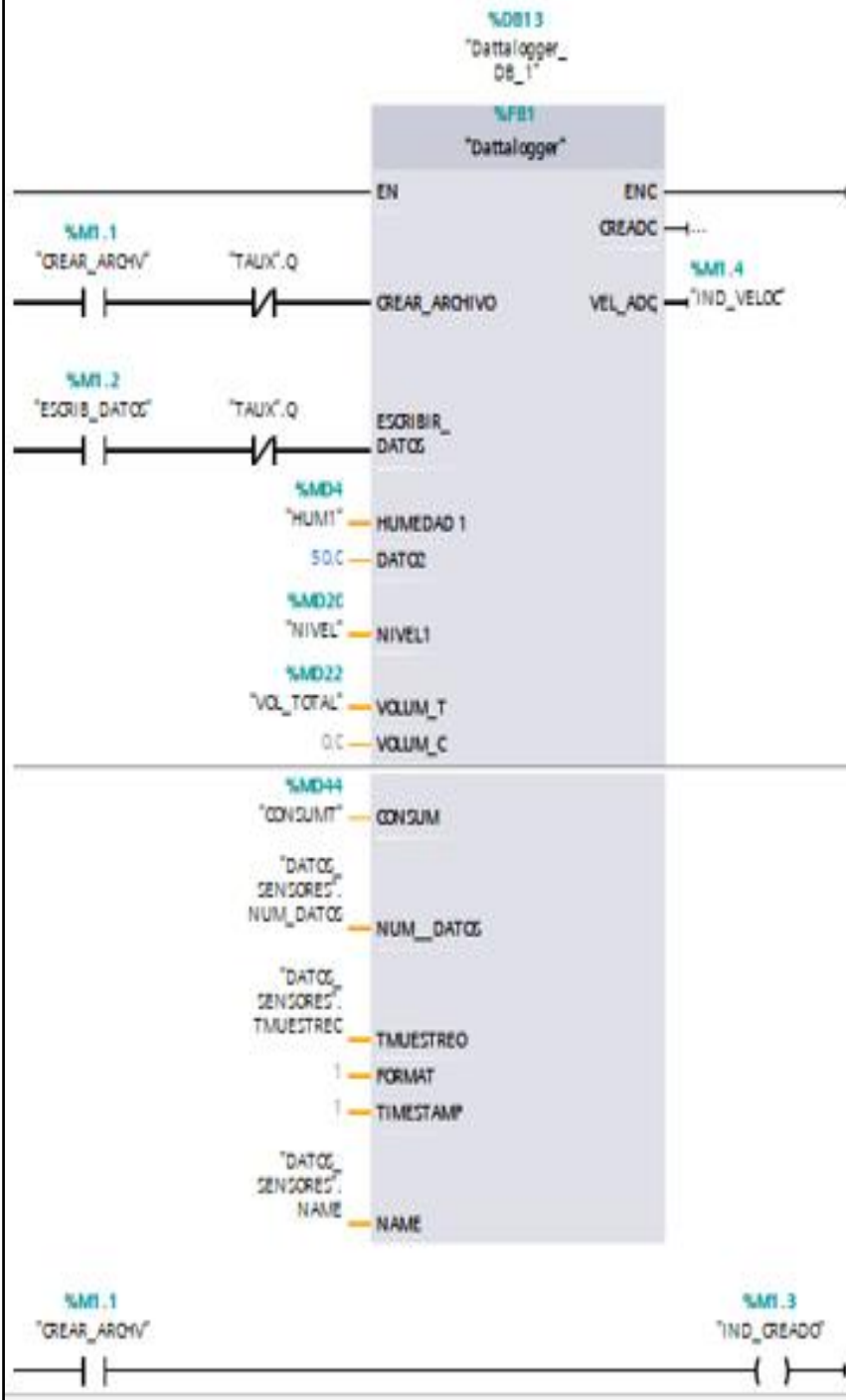
Anexo X.

Líneas de código del TIA PORTAL



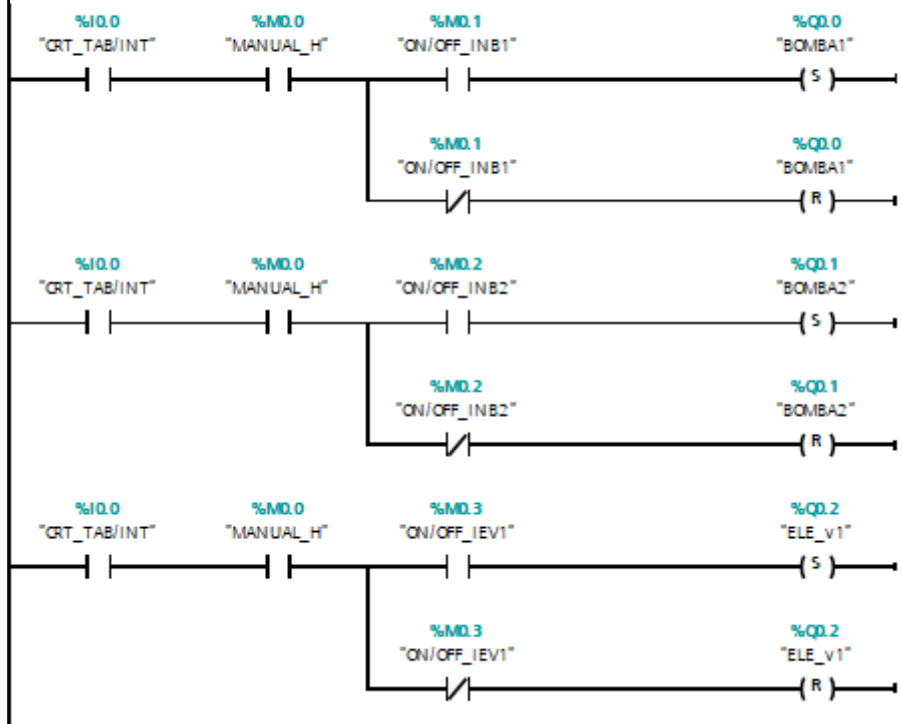
Segmento 4: REGISTRO DE DATOS

Comentario



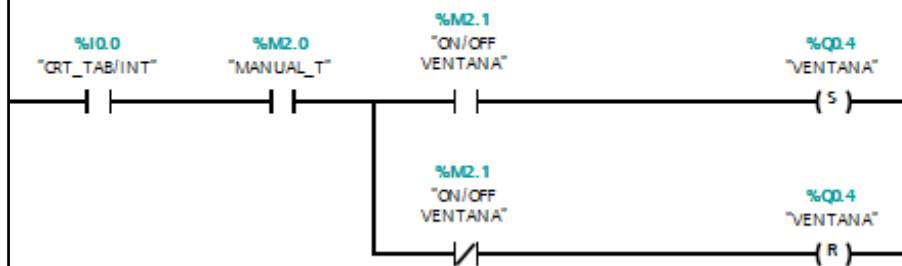
Segmento 5: CONTROL MANUAL DE HUMEDAD DESDE HMI

CONTROL ON/OFF DE SALIDAS



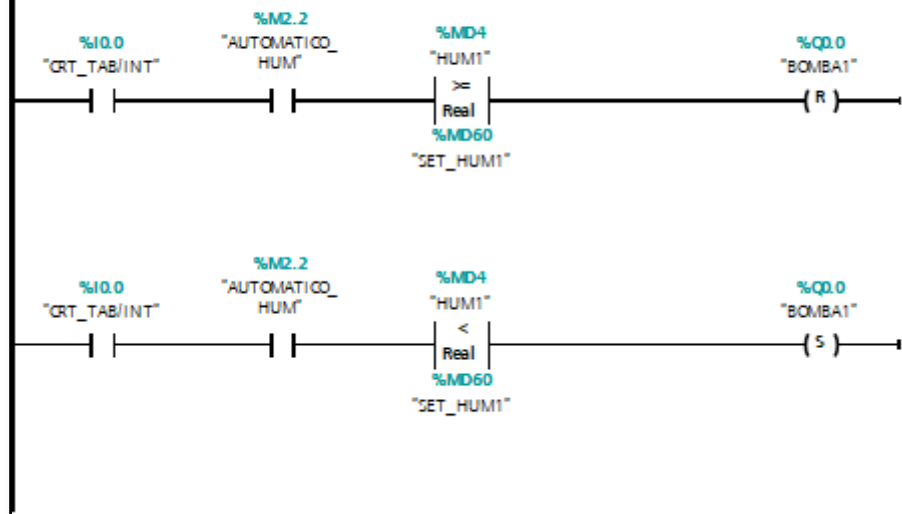
Segmento 6: CONTROL MANUAL DE TEMPERATURAS DESDE HMI

ON/OFF DE VENTANAS



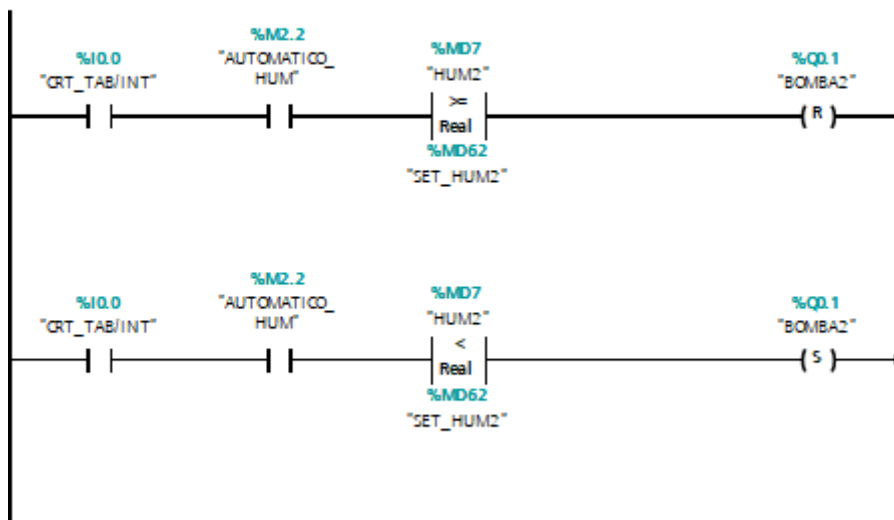
Segmento 7: CONTROL AUTOMATICO DE HUMEDAD HILERA 1

Comentario



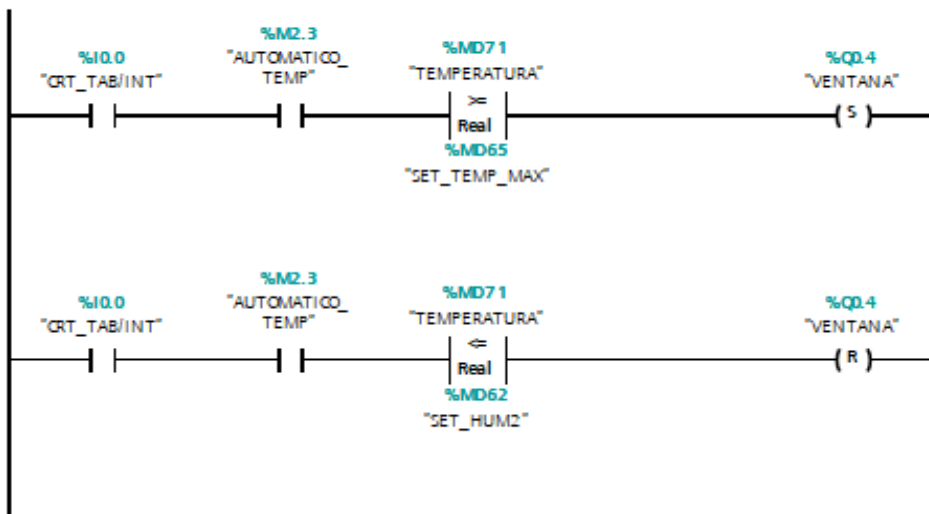
Segmento 8: CONTROL AUTOMATICO DE HUMEDAD HILERA 2

Comentario

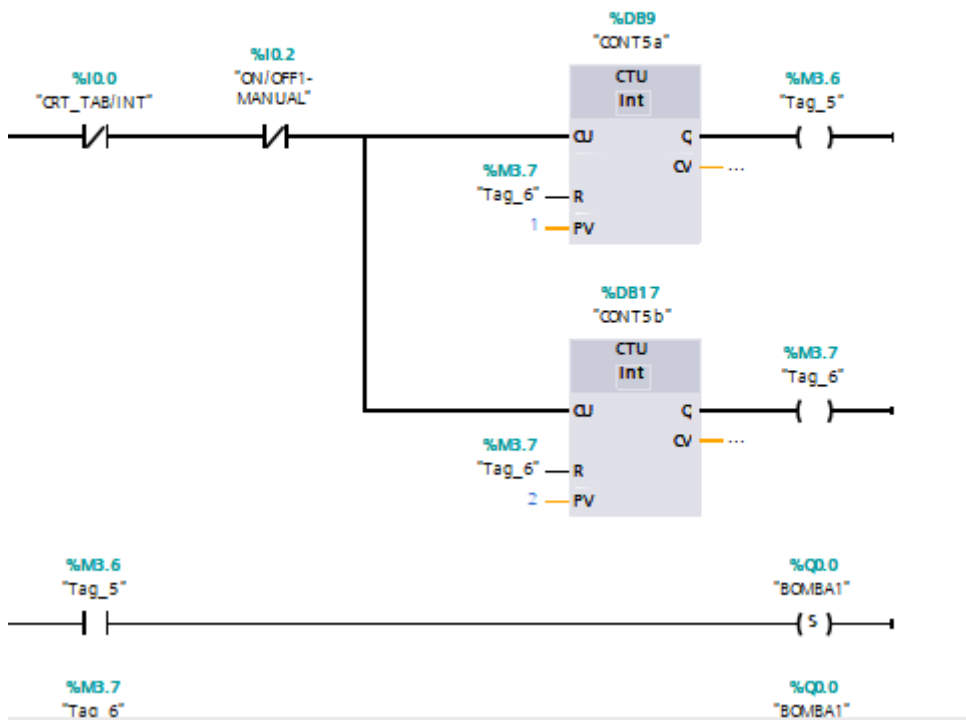


Segmento 9: CONTROL AUTOMATICO DE TEMP

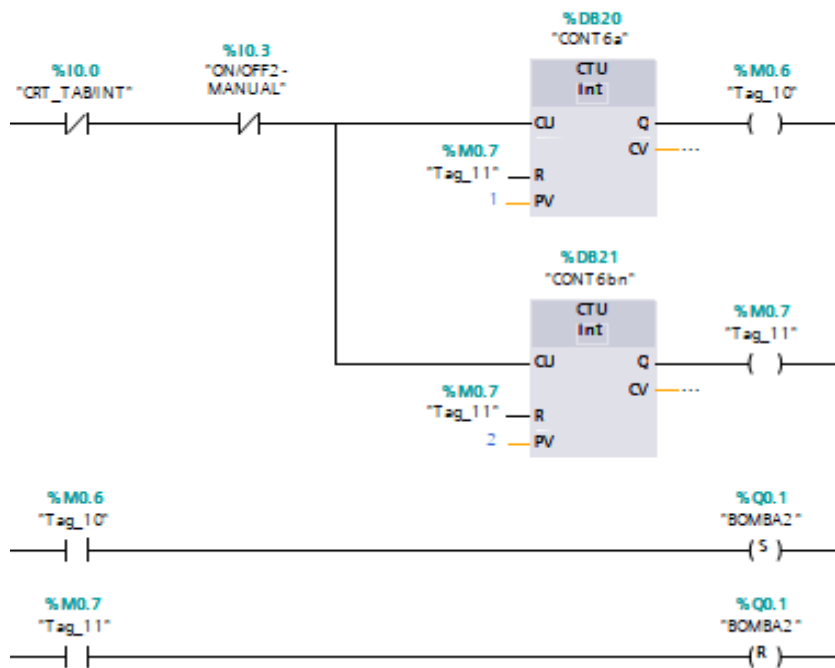
Comentario



Segmento 10: CONTROL MANUAL DEDE TABLERO BOMBA 1

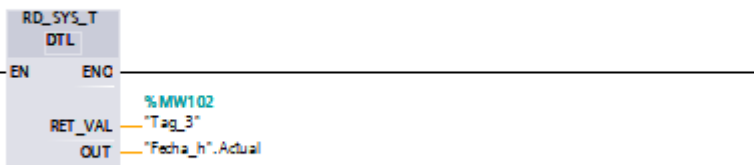


Segmento 11: CONTROL MANUAL DEDE TABLERO BOMBA 2



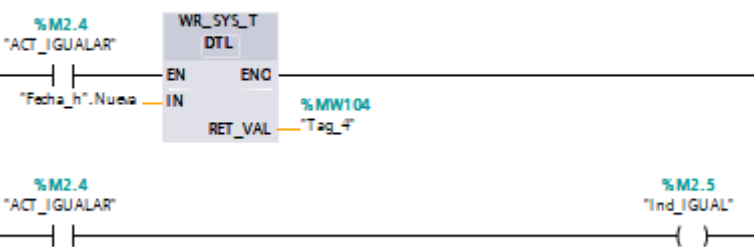
Segmento 12: FECHA-HORA ACTUAL

Comentario



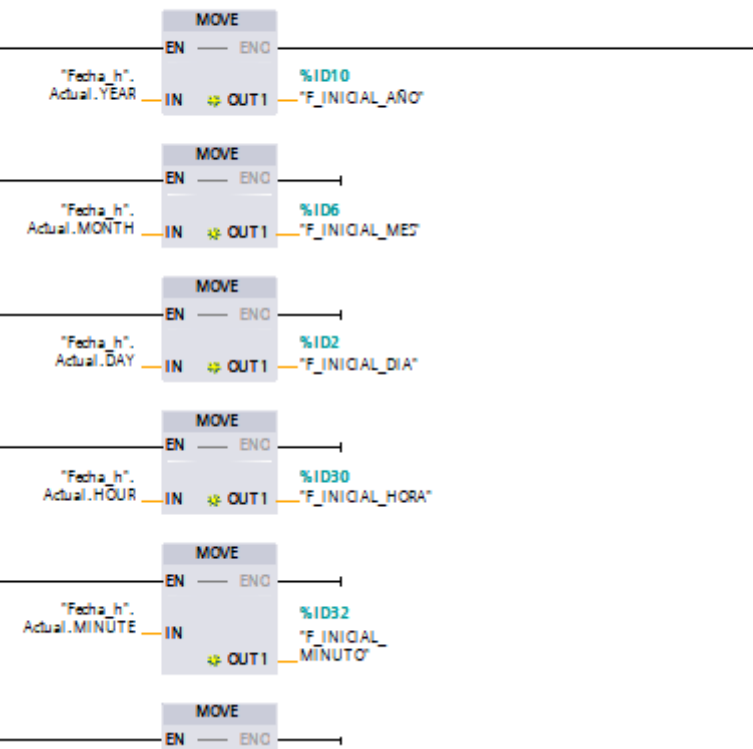
Segmento 13: AJUSTAR-FECHA

Comentario



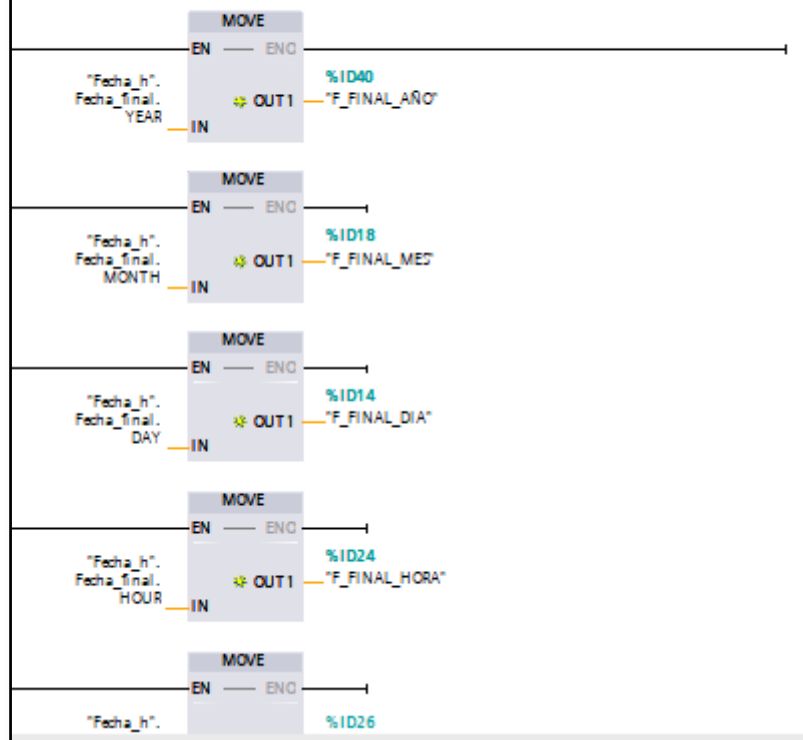
Segmento 14: INGRESOS DE FECHA INICIAL

Comentario



Segmento 15: INGRESOS DE FECHA FINAL

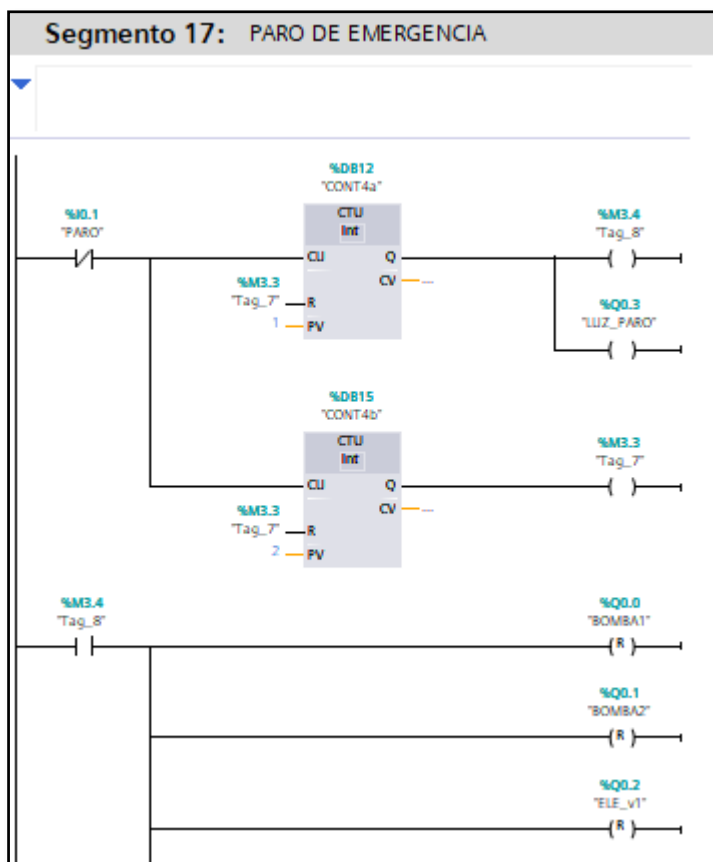
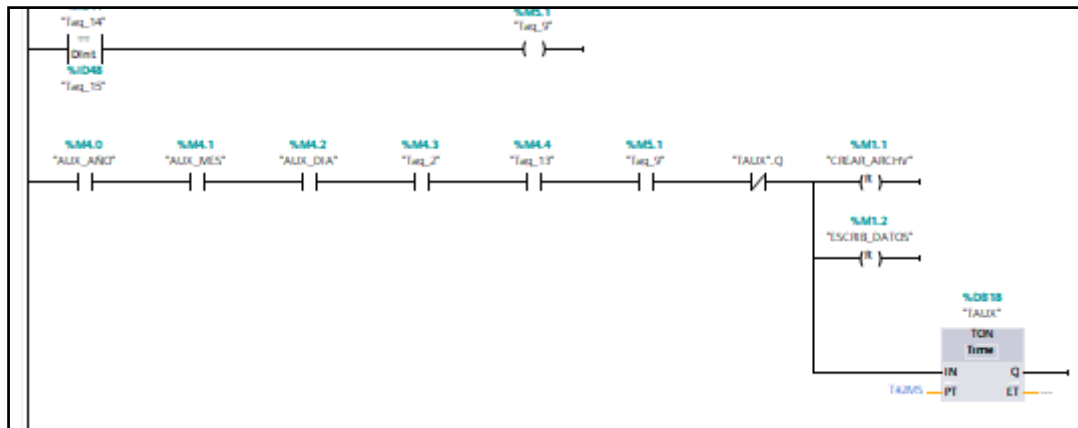
Comentario



Segmento 16: COMPARACION FECHAS

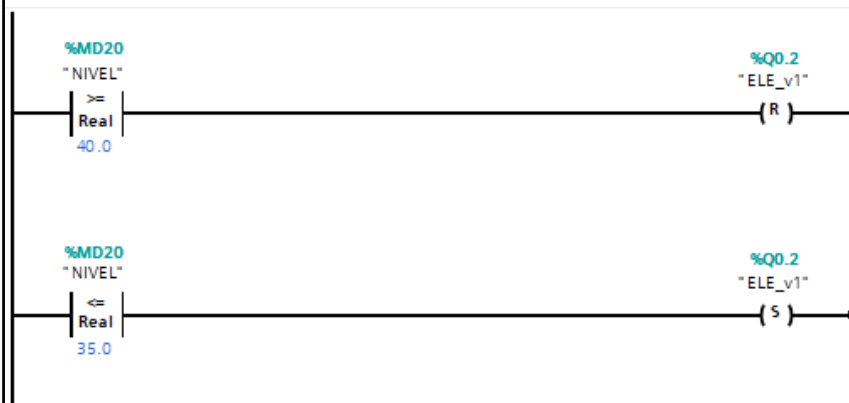
Comentario





Segmento 18: CONTROL AUTOMATICO DE ELECTROVALVULA

Comentario



MANUAL



SISTEMA DE CONTROL DEL CONSUMO DE AGUA A TRAVEZ DEL SISTEMA SCADA



AUTORES:

- ALEX ROJANO
- WILSON TOAPANTA



2020

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	4
1. COMUNICACIÓN ENTRE DISPOSITIVOS HMI CON EL PLC.....	4
2. COMPROBACIÓN DEL CANAL DE DATOS.....	4
3. PANTALLA PRINCIPAL DEL SISTEMA SCADA	5
5.- CONTROL MANUAL HUMEDAD.....	7
6. CONTROL AUTOMÁTICO DE HUMEDAD.....	9
7. VARIABLE DE PROCESO.....	11
8. CONTROL MANUAL DE TEMPERATURA.....	13
7. CONTROL AUTOMÁTICO DE TEMPERATURA.....	15
10. ANALIZADOR DE ENERGÍA.....	17
11. CONSUMO DE AGUA	18
12.ALERTA DEL NIVEL MINIMA DEL AGUA.....	20

INDICE DE IMAGENES

Imagen 1	Comunicación entre dispositivos HMI con el PLC.....	4
Imagen 2	Comprobación del canal de datos.....	5
Imagen 3	Pantalla principal del sistema SCADA.....	6
Imagen 4	Pantalla principal seleccionando C. MANUAL DE HUMEDAD.....	7
Imagen 5	Pantalla de control manual de humedad.....	8
Imagen 6	Pantalla principal seleccionando C. AUTOM. DE HUMEDAD.....	9
Imagen 7	Pantalla del control automático de humedad.....	10
Imagen 8	Pantalla principal seleccionando VARIABLES DE PROCESO.....	11
Imagen 9	Pantalla de visualización de las variables de proceso.....	12
Imagen 10	Pantalla principal seleccionando C. MANUAL DE TEMPERATURA.....	13
Imagen 11	Pantalla de control manual de temperatura.....	14
Imagen 12	Pantalla principal seleccionando C. AUTOM. DE TEMPERATURA.....	15
Imagen 13	Pantalla del control automático de temperatura.....	16
Imagen 14	Pantalla principal seleccionando ANALIZADOR DE ENERGÍA.....	17
Imagen 15	Pantalla de inicio del analizador de energía.....	17
Imagen 16	Pantalla principal seleccionando CONSUMO DE AGUA.....	18
Imagen 17	Pantalla de visualización del consumo de agua.....	19
Imagen 18	Pantalla de visualización de la alerta del nivel mínimo de agua.....	20
Imagen 19	Pantalla de visualización de la alerta encendida del nivel de agua mínima.....	21

INTRODUCCIÓN

El presente manual, se da a conocer cómo se realizó los procedimientos de operación del sistema SCADA para el control y monitoreo del invernadero #1 del Campus Salache, detallando como se realizó cada variable de operación de control o monitoreo, parámetros a considerarse antes de ejecutar el sistema.

1. COMUNICACIÓN ENTRE DISPOSITIVOS HMI CON EL PLC

Un sistema de información consiste en tres principales componentes: hardware, software y el usuario se configuró la pantalla HMI KTP-400 Simatic Siemens la dirección IP, máscara de subred se realizó en el software Tia Portal V14, en la ventana online y diagnóstico, ahí se desplaza la opción general y se puede configurar el equipo en la ventana funciones acorde a los parámetros de la red.

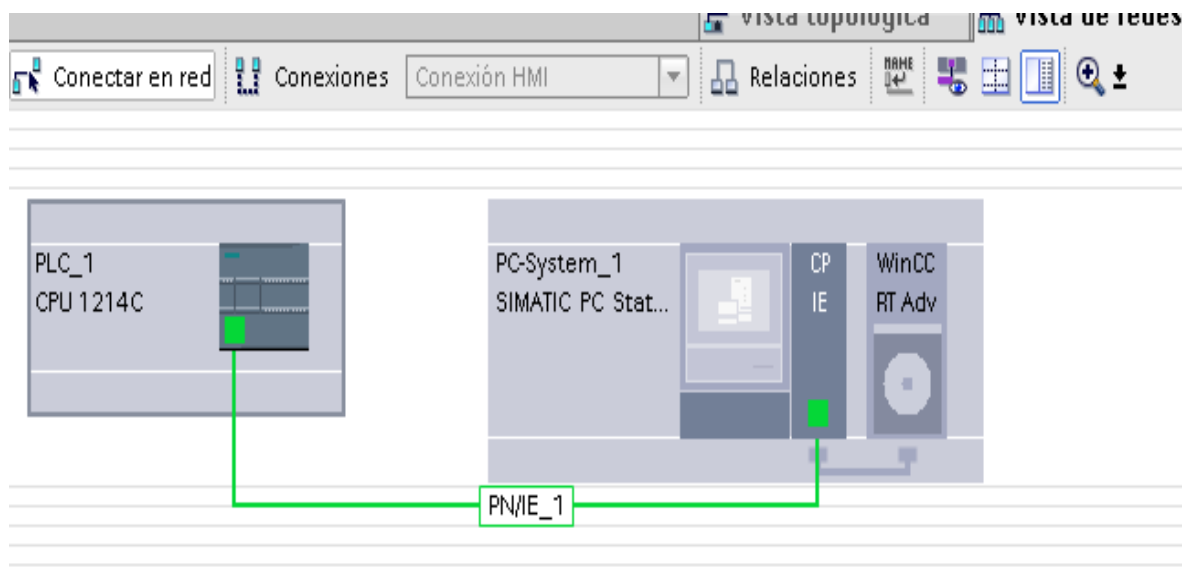


Imagen 1 Comunicación entre dispositivos HMI con el PLC

2. COMPROBACIÓN DEL CANAL DE DATOS.

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

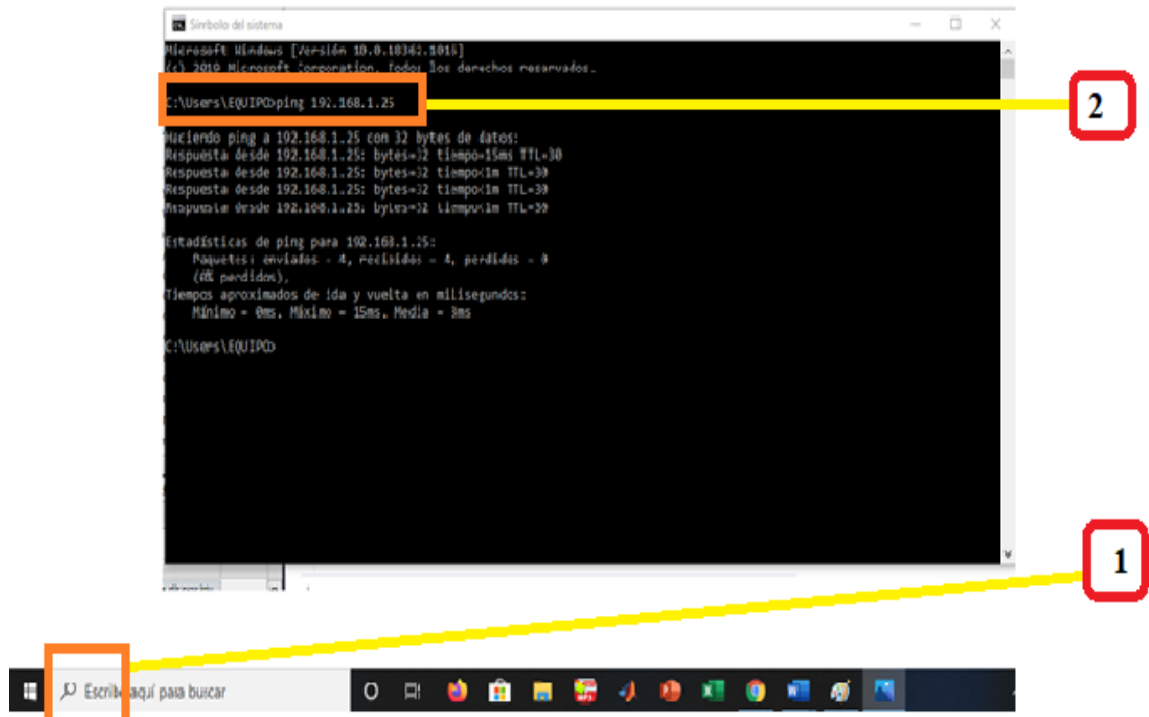


Imagen 2 Comprobación del canal de datos.

Para realizar esta acción debemos seguir los siguientes pasos:

- 1.- Primero: Dar clic en el buscador de la pantalla principal de nuestro pc e ingresamos el comando cmd.
- 2.- Ingresar la palabra ping 192.168.1.25 que es el comando para verificar que el PLC se encuentra en red con el canal de datos.

3. PANTALLA PRINCIPAL DEL SISTEMA SCADA

Cuando se ingresa al programa se mostrará el panel principal del sistema SCADA en el cual se tiene los siguientes pasos:



Imagen 3 Pantalla principal del sistema SCADA

Pasos:

- 1.- Control manual de humedad, se encarga del encendido y apagado de las electroválvulas de manera manual y la medición de la humedad del suelo dentro del invernadero.
- 2.- Control automático de humedad, se encarga del encendido y apagado de las electroválvulas de manera automática dependiendo de los rangos de humedad establecidos.
- 3.- Variables de proceso, se encarga de interpretar de manera gráfica el comportamiento de las variables climatológicas tanto de humedad, temperatura como del nivel del agua dentro del invernadero.
- 4.- Control manual de temperatura, se encarga de subir o bajar las cortinas de acuerdo a la necesidad que se presente de manera manual.
- 5.- Control automático de temperatura, se encarga de subir o bajar las cortinas dependiendo de los rangos de temperatura establecidos, también de la ventilación forzada y en caso de emergencia de la misma.
- 6.- Analizador de energía, muestra los valores de los indicadores de operación del invernadero.

7.- Consumo de agua, se encarga de registrar cuanto es el nivel consumido del agua en el invernadero conociendo de esta forma de cuantos litros se ha consumido y para el llenado del tanque se utiliza una electroválvula que estará programada automáticamente.

8.-Fecha y Hora, se lo utiliza para cuando deseemos que nuestro sistema empiece a realizar un registro de datos, mismo que se creara en una hoja de Excel.

9.- Igualar, esta opción nos servirá para igualar la fecha y hora del sistema.

10.- Cerrar, se utilizará para cerrar el sistema.

5.- CONTROL MANUAL HUMEDAD.



Imagen 4: Pantalla principal seleccionando C. MANUAL DE HUMEDAD

Para ingresar al control manual de humedad presionar el botón **C. MANUAL DE HUMEDAD (1)** mismo que dirigirá a la siguiente pantalla

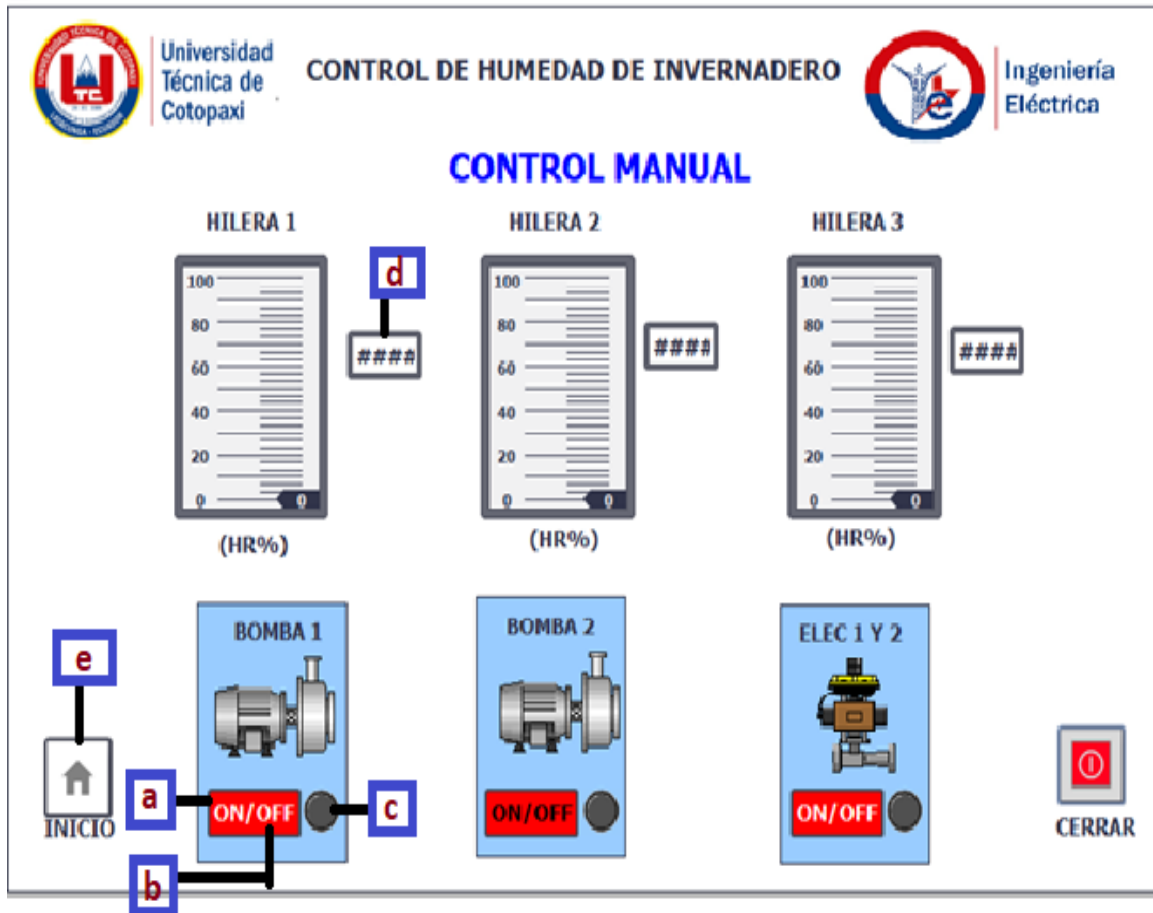


Imagen 5: Pantalla de control manual de humedad

Pasos:

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

6. CONTROL AUTOMÁTICO DE HUMEDAD.



Imagen 6: Pantalla principal seleccionando C. AUTOM. DE HUMEDAD

Para ingresar al control automático de humedad se presiona el botón **C. AUTOM. DE HUMEDAD (2)** mismo que dirigirá a la siguiente pantalla.

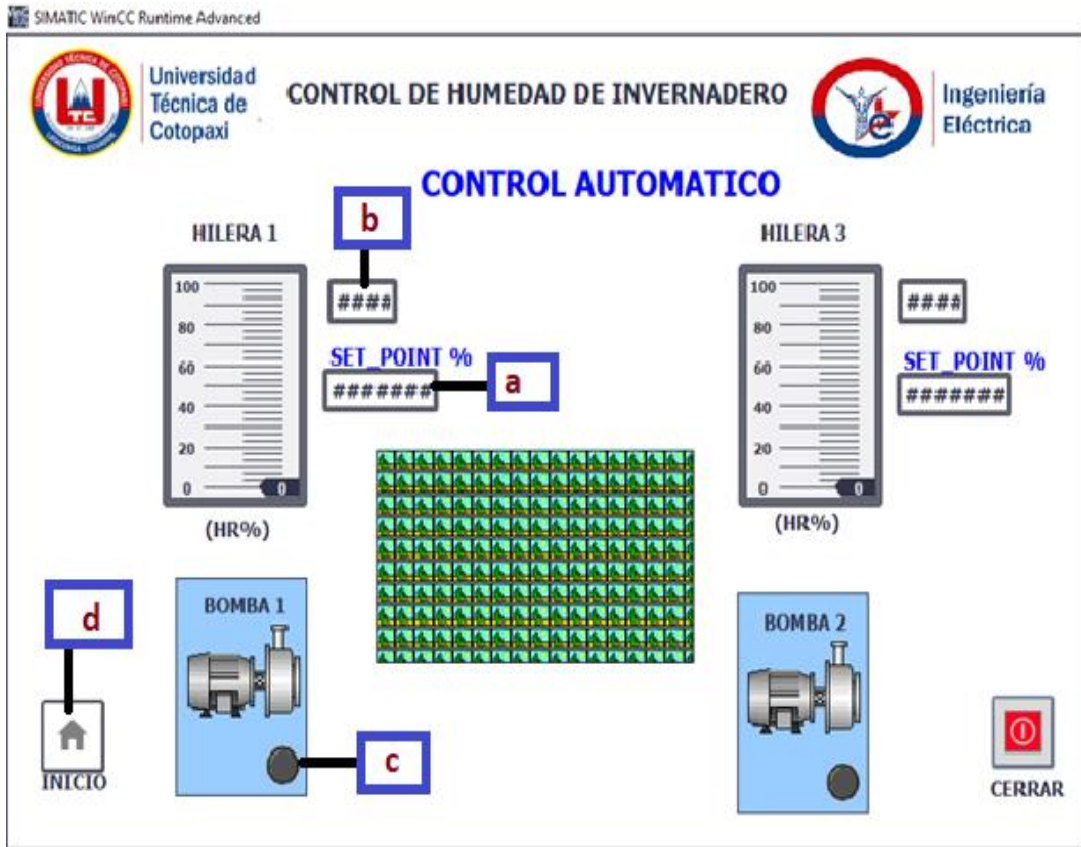


Imagen 7: Pantalla del control automático de humedad

Pasos

- a.- En el siguiente recuadro se observa el porcentaje de humedad medido a través de los sensores.
- b.- En el siguiente recuadro insertar el rango de humedad en el que debe encontrarse el invernadero caso contrario se enciende el sistema de riego.
- c.- La siguiente luz indica si el sistema de riego este encendido o apagado.
- d.- Al presionar este botón, regresa al panel principal del sistema SCADA.

7. VARIABLE DE PROCESO



Imagen 8: Pantalla principal seleccionando VARIABLES DE PROCESO

Para ingresar a la visualización de las variables de proceso presionar el botón **VARIABLES DE PROCESO (3)** mismo que dirigirá a la siguiente pantalla.

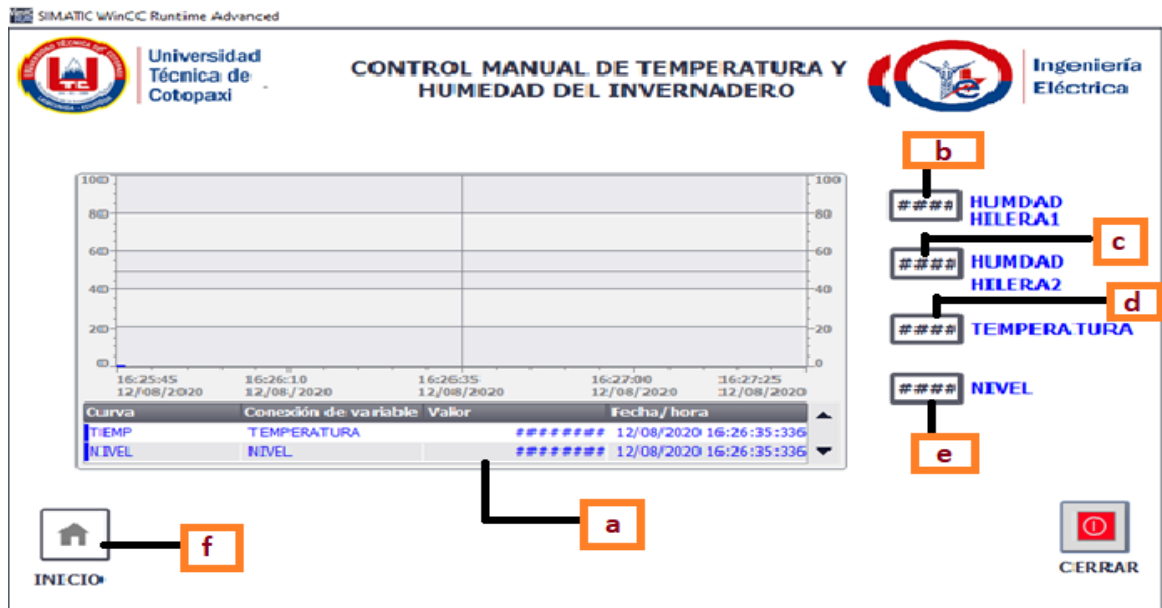


Imagen 9 Pantalla de visualización de las variables de proceso

Pasos

- a.- En este osciloscopio se observa la gráfica de la temperatura, humedad hilera1-2 y el nivel del agua.
- b.- En este recuadro se observa el porcentaje de humedad en la hilera 1 del invernadero.
- c.- En este recuadro se observa el porcentaje de humedad en la hilera 2 del invernadero.
- d.- En este recuadro se observa el porcentaje de la temperatura.
- e.- En este recuadro se observa el nivel de agua.
- f.- Al presionar este botón, regresa al panel principal del sistema SCADA.

8. CONTROL MANUAL DE TEMPERATURA



Imagen 10 Pantalla principal seleccionando C. MANUAL DE TEMPERATURA

Para ingresar al control manual de temperatura presionamos el botón **C. MANUAL DE TEMPERATURA (4)** mismo que dirigirá a la siguiente pantalla.

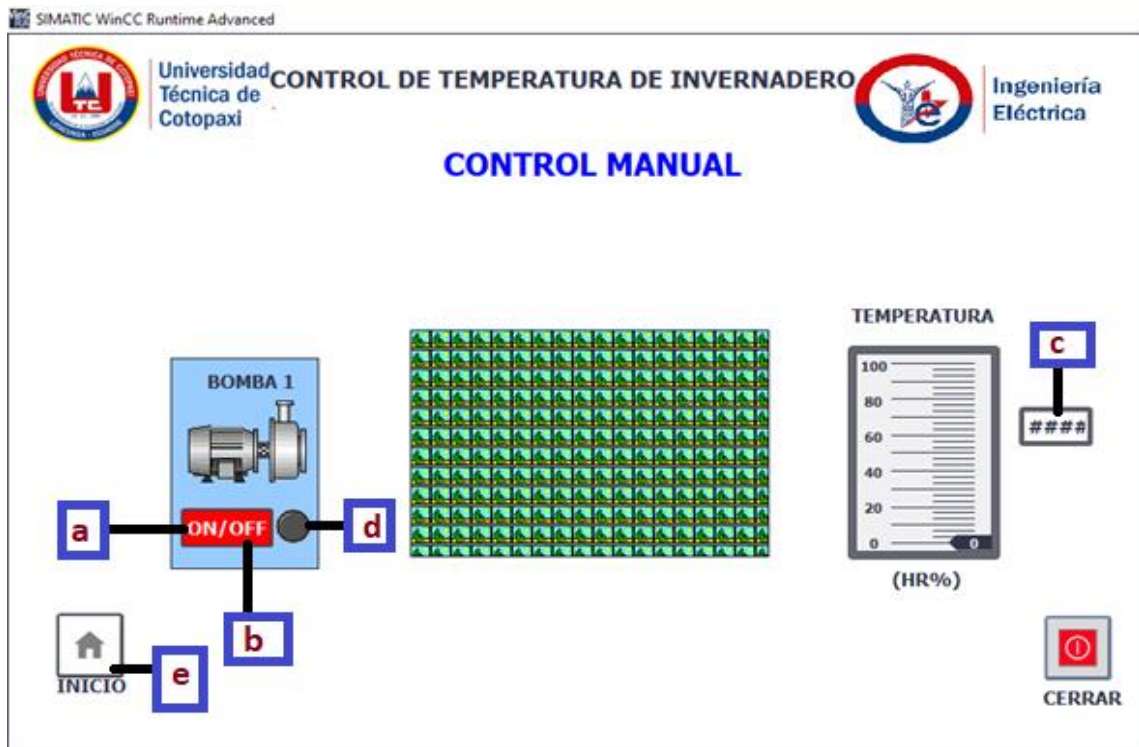


Imagen 11 Pantalla de control manual de temperatura

Pasos

- a.-** Al presionar el botón las cortinas empezaran a subir, se debe esperar que las cortinas estén completamente arriba para poder ejecutar otra acción.
- b.-** Al presionar el botón las cortinas empezaran a bajar, hay que esperar que las cortinas se encuentren totalmente abajo para ejecutar otra acción.
- c.-** El siguiente recuadro representa la temperatura a la que se encuentra sometido el invernadero medidas con el sensor.
- d.-** Las siguientes luces indican la posición de las cortinas (arriba) o (abajo)
- e.-** Al presionar este botón, regresa al panel principal del sistema SCADA.

7. CONTROL AUTOMÁTICO DE TEMPERATURA.



Imagen 12 Pantalla principal seleccionando C. AUTOM. DE TEMPERATURA

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



Imagen 13 Pantalla del control automático de temperatura

Pasos:

- a.- En el siguiente recuadro insertar el valor de temperatura máximo al que se puede someter el invernadero, el valor dependerá de la semilla que se vaya a cultivar, que generalmente no debe exceder de 30° C.
- b.- En el siguiente recuadro insertar el valor de temperatura mínimo al cual puede estar sometido el invernadero, el valor dependerá de la semilla que se vaya a cultivar, rango ideal de 18° C.
- c.- Los siguientes recuadros representan la temperatura a la que se encuentra sometido el invernadero medidas con el sensor.
- d.- La luz indica si el sistema se encuentra encendido o apagada.
- e.- Al presionar este botón, regresa al panel principal del sistema SCADA.

10. ANALIZADOR DE ENERGÍA.



Imagen 14 Pantalla principal seleccionando ANALIZADOR DE ENERGÍA

Para ingresar al analizador de energía, presionar el botón **ANALIZADOR DE ENERGÍA (6)** mismo que dirigirá a la siguiente pantalla

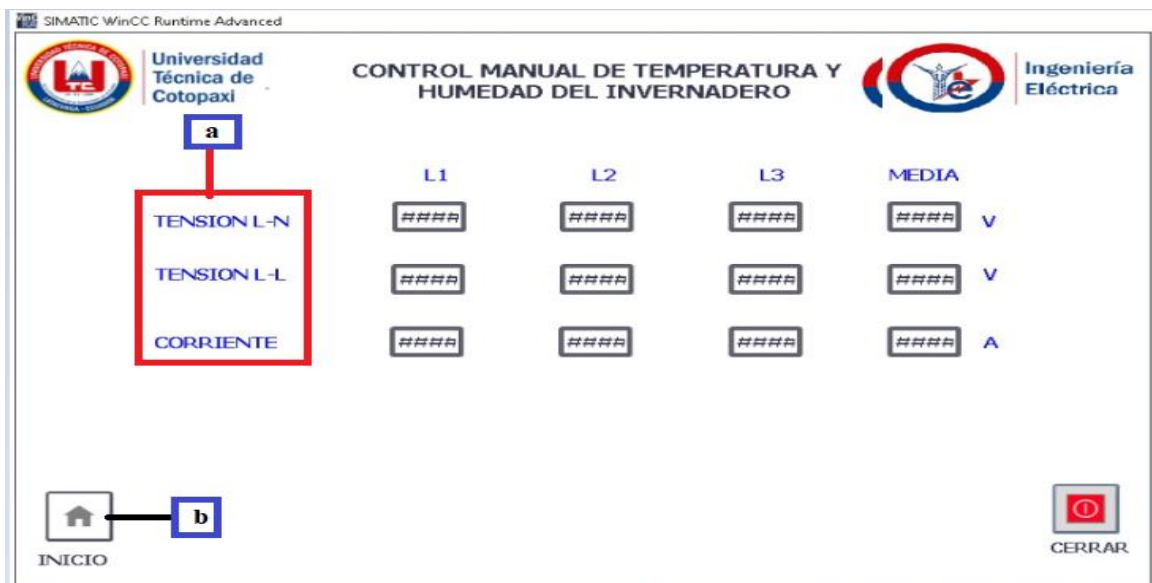


Imagen 15 Pantalla del analizador de energía

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

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

11. CONSUMO DE AGUA



Imagen 16 Pantalla principal seleccionando CONSUMO DE AGUA

Para ingresar a la visualización del consumo de agua presionar el botón **CONSUMO DE AGUA (7)** mismo que dirigirá a la siguiente pantalla.

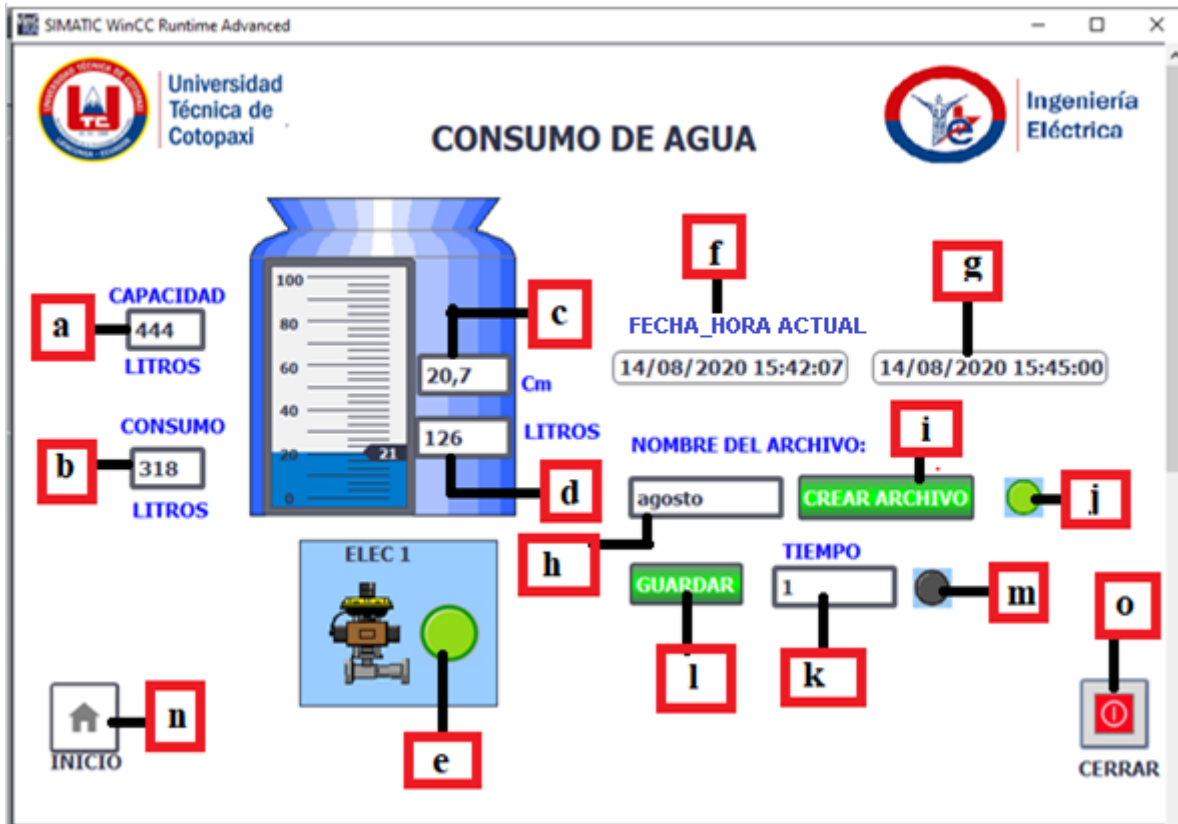


Imagen 17 Pantalla de visualización del consumo de agua

Pasos:

- a.- Esto nos indica la capacidad total del tanque en litros
- b.-Este recuadro nos indica los litros consumidos
- c.-Es el nivel del tanque en cm
- d.-Es el indicador de litros actuales
- e.-El siguiente recuadro nos indica el funcionamiento de la electroválvula
- f.-Es la fecha actual
- g.-Recuadro del ingreso de la fecha para el almacenamiento de datos
- h.-Ingreso del nombre del archivo con que se va a guardarlos datos
- i.- Botón para crear el archivo con el nombre ingresado

j.-Es el indicador del archivo creado

k.-Ingresar el intervalo de tiempo q se desea guardar los datos mínimo 1minutito máximo 1hora

l.-Botón para iniciar a guardar los datos

m.- Indicador de guardado de datos

n.-Botón para cerrar la pantalla de consumo de agua

o.-Botón para regresar a l inicio

Pasos para guardar datos.

1.-Se debe establecer la fecha y hora límite que se desee guardar los datos.

2.-Ingresar el nombre del archivo.

3.-Presionar el botón crear archivo el cual se encarga de crear el archivo con el nombre ingresado, el botón se pondrá de color verde y se encenderá una luz indicando que se creó el archivo correctamente.

4.-Ingresar el intervalo de tiempo q se desee guardar por defecto se guardar cada 1 minuto

5.-Presionar el botón guardar el cual se encargará de guardar los datos en intervalos de tiempos ya establecidos, el botón se pondrá verde y la luz parpadeará cada vez que se guarden los datos según el intervalo de tiempo.

6.-El guardado de datos se desactivará automáticamente una vez q se haya llegado a la fecha y hora establecidas.

12.ALERTA DEL NIVEL MINIMA DEL AGUA

En la imagen 18 se puede visualizar la alerta del nivel del agua mínimo para que el operador que estese al control o mando del invernadero pueda percatarse de esta alarma de forma que pueda compensar el llenado del tanque ya sea con una bomba de agua o un tanquero de agua.

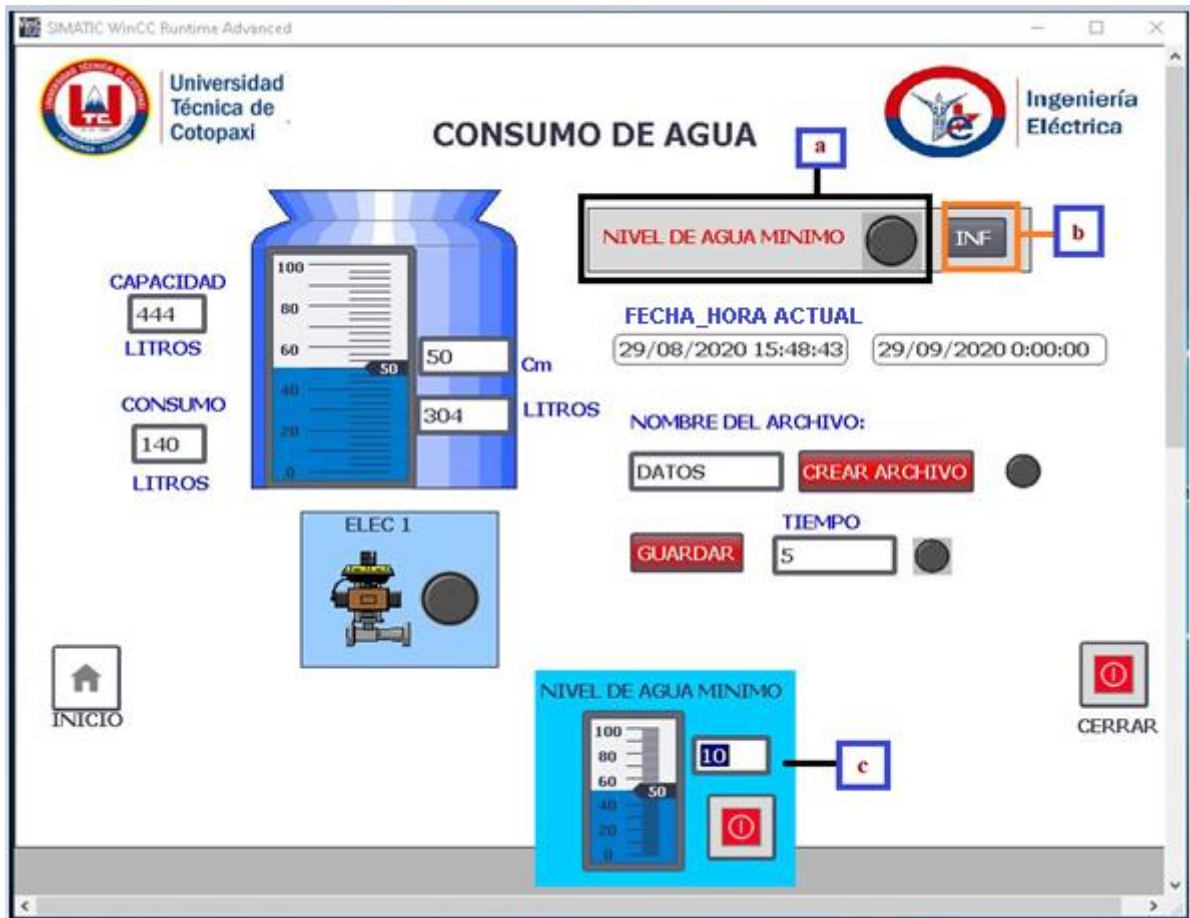


Imagen 18 Pantalla de visualización de la alerta del nivel mínimo de agua.

Descripción

a.- Esta es la parte de la alerta en donde se va encender la luz para que el operador se dé cuenta que el nivel de agua es mínimo y debe de realizar algo para solucionar este inconveniente.

b.-En esta parte es para seleccionar la pequeña pantalla del nivel mínimo del agua.

c.- En este recuadro sirve para insertar de cuanto vamos a seleccionar nuestra altura mínima del agua para que se active la alarma.

En la siguiente imagen 19 se puede visualizar cuando se tiene activado la alerta del nivel de agua mínima encendiéndose así el foco de alerta, de esta manera el operador que estese a cargo determinara que el taque de agua ya está en un rango mínimo.

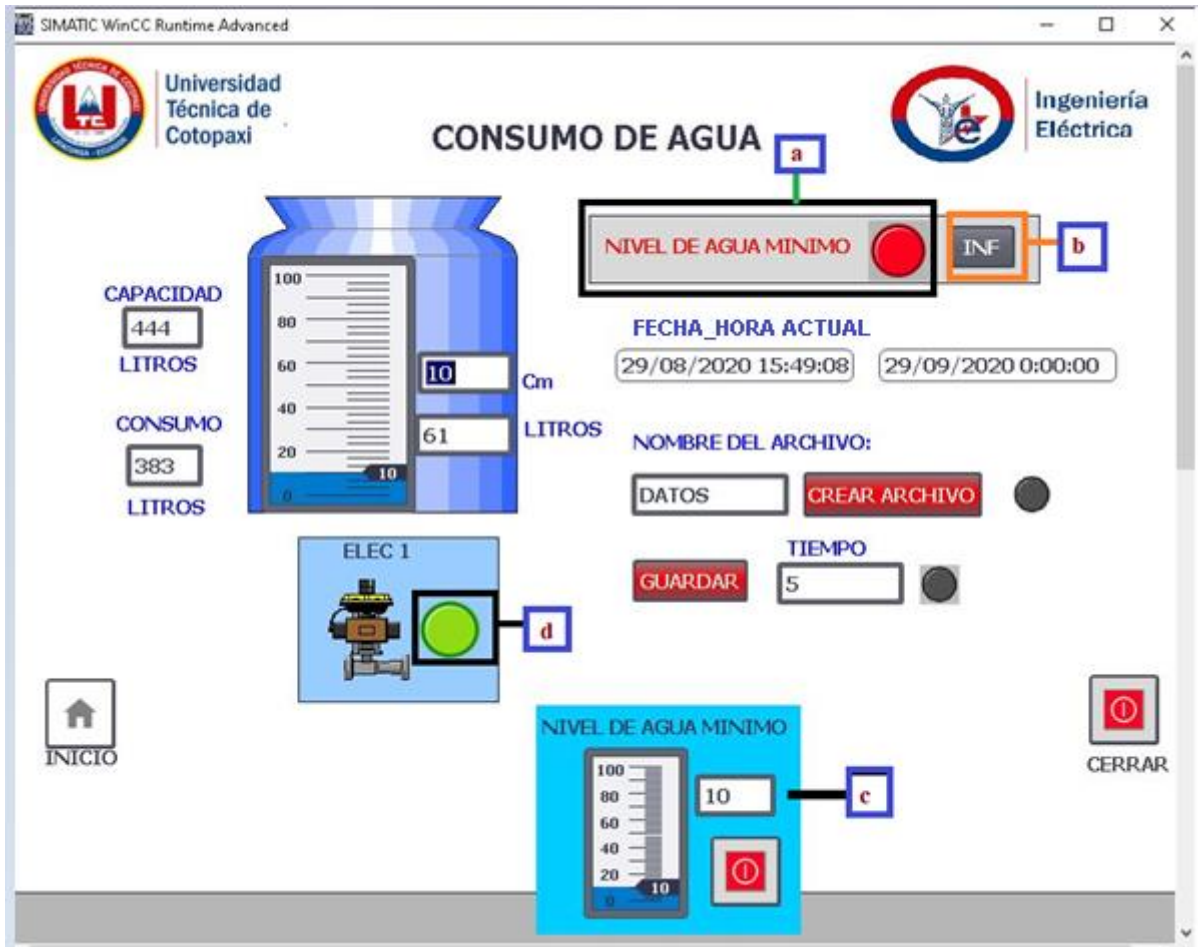


Imagen 19 Pantalla de visualización de la alerta encendida del nivel de agua mínima.

- a.- En esta parte se visualiza que la alerta este encendida como se muestra en el recuadro, entonces esto quiere decir que nuestro nivel de agua es mínimo indicando de esta manera al operador que se encuentre a cargo del invernadero para que pueda solucionar el llenado adecuado del tanque.
- b.-En esta parte es para seleccionar la pequeña pantalla del nivel mínimo del agua.
- c.- En este recuadro sirve para insertar de cuanto vamos a seleccionar nuestra altura mínima del agua para que se active la alarma.
- d.- Como se puede visualizar en esta parte nuestra electroválvula se encuentra activada para el llenado del tanque

**MANUAL
DEL SENSOR
ULTRASONICO**



UNIVERSIDAD
TÉCNICA DE
COTOPAXI

SENSOR ULTRASONICO



Ingeniería
Eléctrica

AUTORES:

- ALEX ROJANO
- WILSON TOAPANTA



2020

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN.....	4
2. DESCRIPCIÓN DEL SENSOR ULTRASÓNICO.....	4
3. INDICADORES TECNICOS.....	4
4. ENTRADA DE ALIMENTACION	5
5. DESCRIPCIÓN DE LOS BOTONES.....	6
6. CONFIGURACIÓN DEL PARÁMETRO DE PUESTA EN MARCHA DEL INSTRUMENTO	6
7. MODO DE INSTALACIÓN.....	10

INDICE DE IMAGENES

Imagen 1 Alimentación de voltaje 24DC y corriente 4 ~ 20 mA.....	6
Imagen 2 Descripción de los comandos.....	6
Imagen 3 Configuración del nivel.....	7
Imagen 4 Configuración de la señal de corriente 4-20mA.....	8
Imagen 5 Configuración de la altura de la sonda.....	8
Imagen 6 Configuración de la altura de la sonda.....	9
Imagen 7 Menú del relé.....	9
Imagen 8 Menú del modo de visualización.....	10
Imagen 9 Menú P-Multi.....	10
Imagen 10 Modo de instalación.....	11

1. INTRODUCCIÓN

Este medidor de nivel ultrasónico es un medidor sin contacto, que no contacta directamente con el líquido, este medidor está controlado por un microprocesador y durante la medición el sensor ultrasónico envía el pulso ultrasónico y la superficie del líquido refleja la onda de sonido y la recibe el receptor ultrasónico. El dispositivo telescópico transistor de sobretensión se convierte en una señal eléctrica, que se calcula mediante el medidor de tiempo entre la transmisión y la recepción de la onda de sonido, debido a la medición sin contacto el nivel del medio medido no está limitado, y puede usarse ampliamente para medir la altura de varios materiales líquidos y sólidos teniendo múltiples métodos de instalación.

2. DESCRIPCIÓN DEL SENSOR ULTRASÓNICO

El medidor de nivel de líquido ultrasónico es un conjunto de talentos que han aprendido de muchos medidores de nivel de líquido nacionales y extranjeros. Este medidor de nivel de líquido universal que realiza todo el concepto de enseñanza y diseño humanizado, tiene funciones perfectas de medición y control de nivel de líquido, transmisión de datos y comunicación humano-máquina. Este producto tiene un diseño de circuito modular con medidores, placas de PCB multicapa de calidad militar y estructura de hardware, también utiliza chips importados de grado industrial, compensación digital de temperatura y otros circuitos integrados específicos de aplicaciones relacionadas, contiene un armazón hecho de plástico de ingeniería ABS resistente al agua y cumpliendo con la mayoría de los requisitos de medición de nivel de líquido sin tocar el medio industrial. Resuelve completamente el enredo causado por los métodos de medición tradicionales como presión, capacitancia y flotación, tapones de torre, fugas, corrosión de medios y otras desventajas. Por lo tanto, puede ser ampliamente utilizado en varios campos relacionados con el nivel de material y la medición y control del nivel de líquido.

3. INDICADORES TECNICOS

ULTRASONIC LEVEL TRANSMITTER (transmisor de nivel ultrasónico)	
Rango de medición	0-20m
Rango de precisión	±0.3%
Modo de salida	4 ~ 20 Ma
Tensión de alimentación	Dc Dc12V / Dc24Vac ac 220 V

Tiempo de respuesta	1.5 segundos
Interfaz de instalación:	Agujero redondo M59X2 o C60mm (Con tuerca)
Nivel de protección:	IP65
Material de cuerpo:	plástico de ingeniería ABS
Material de la sonda:	plástico de ingeniería ABS
Interfaz de instalación:	Ajugero redondo M59X2 o C60mm (Con tuerca)

4. ENTRADA DE ALIMENTACION

El modo de salida del sensor ultrasónico es de 4 ~ 20 mA, hace referencia a que en su nivel mínimo de líquido permite recibir una señal de corriente de 4 mA y en su nivel máximo una señal de 20 mA y es alimentada con una señal de voltaje de 24 DC. El modelo de plc admite una señal de entrada de voltaje por lo que se vio en la necesidad de utilizar un convertor de señal corriente a voltaje de 0 – 20ma o 4-20ma a 0-3.3v, 0-5v o 0-10v para plc de esta manera se recopila una serie de mediciones y su fácil manipulación en el periodo de pruebas, ayudo a incorporar los parámetros adecuados para su funcionamiento.

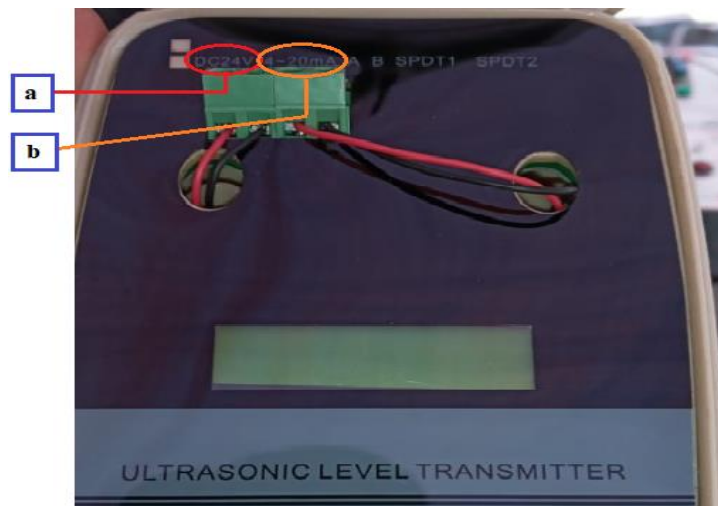


Imagen 1 Alimentación de voltaje 24DC y corriente 4 ~ 20 mA.

Pasos:

a.- En esta parte se puede visualizar la entrada de voltaje de 24DC que va estar conectada a la fuente respectivamente de 24V.

b.- En este recuadro esta la entrada de la corriente que va ir conectada al plc pero como el plc tiene entradas de voltaje lo utilizaremos un convertidor de corriente a voltaje para su correcto funcionamiento.

5. DESCRIPCIÓN DE LOS BOTONES

En la siguiente pantalla se puede visualizar toda la descripción de los botones:



Imagen 2 Descripción de los comandos.

Pasos:

- a.- Cuando se presione el botón SET es para ingresar al menú, y también sirve para cancelar la configuración.
- b.- En el menú esta tecla se usa como la tecla del menú hacia arriba.
- c.- En el menú esta tecla se usa como la tecla de menú hacia abajo
- d.- En este recuadro es para la confirmación del proceso.

6. CONFIGURACIÓN DEL PARÁMETRO DE PUESTA EN MARCHA DEL INSTRUMENTO

1.- Parámetro de calibración de nivel: Después de instalar el instrumento, el valor del nivel de líquido se mostrará en el producto líquido. Los pasos de calibración de nivel son los siguientes: Presione SET para ingresar al menú de configuración de parámetros. NIVEL, presione OK para confirmar. En este momento, el producto líquido muestra "00.000" (si el nivel real de líquido es 2.1 metros), configúrelo en "02.100".

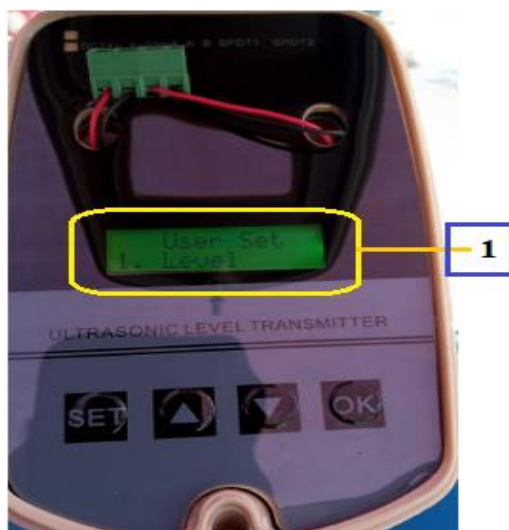


Imagen 3 Configuración del nivel.

2.- **Parámetro de Corriente de 4-20mA:** Presione el menú de configuración del parámetro SET cuando el medidor esté funcionando normalmente, luego presione la tecla de confirmación OK para mostrar la configuración de 20 mA.



Imagen 4 Configuración de la señal de corriente 4-20mA.

3.- **Parámetro de la Altura de la sonda:** La altura de la sonda es la altura de instalación: es la altura desde el fondo de la piscina hasta la superficie de la sonda.



Imagen 5 Configuración de la altura de la sonda

A continuación, podemos visualizar cual es la altura de la sonda que vamos a tener desde el fondo del tanque hasta la superficie de la sonda:

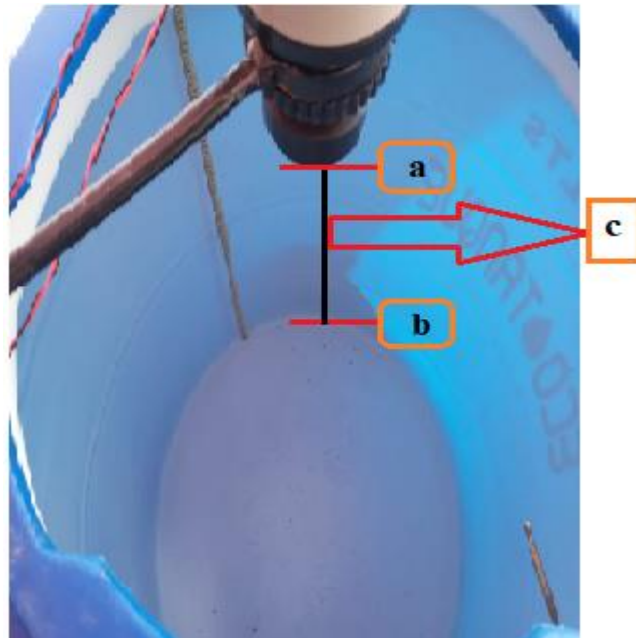


Imagen 6 Configuración de la altura de la sonda

Descripción:

a.- Sonda del sensor ultrasónico

b.- Nos indica el fondo del tanque.

c.- Esta es la altura que necesitamos saber para nuestra configuración del TH.

4.- Configuración del parámetro del relé: En el dispositivo que se utilizó no contamos con las entradas para el relé.



Imagen 7 Menú del relé.

5.- Configuración del modo de visualización: Muestra el nivel del líquido (altura del nivel del líquido). AIRH: Distancia de visualización "(altura del aire) y AIRHT: Muestra el nivel del líquido y la temperatura NIVEL

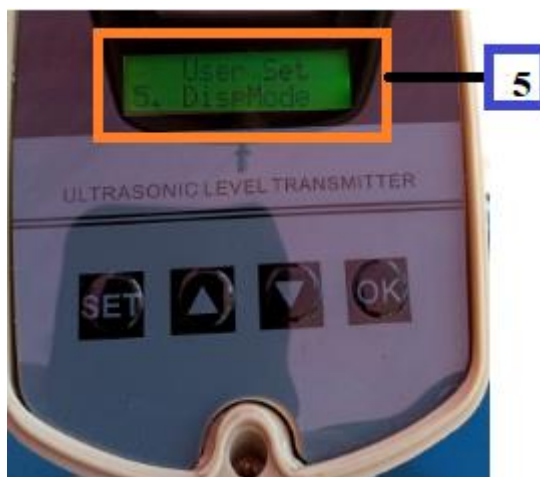


Imagen 8 Menú del modo de visualización.

6.- **Configuración P-Multi:** El menú p-Multi de intensidad de pulso de transmisión se configura en fábrica y, por lo general, no es necesario cambiarlo: a menos que la situación en el sitio sea muy mala, se configura bajo la guía del hogar. El ajuste de fábrica es generalmente 03.



Imagen 9 Menú P-Multi.

7. MODO DE INSTALACIÓN

Existe el método de instalación de soporte para el medidor de nivel ultrasónico.

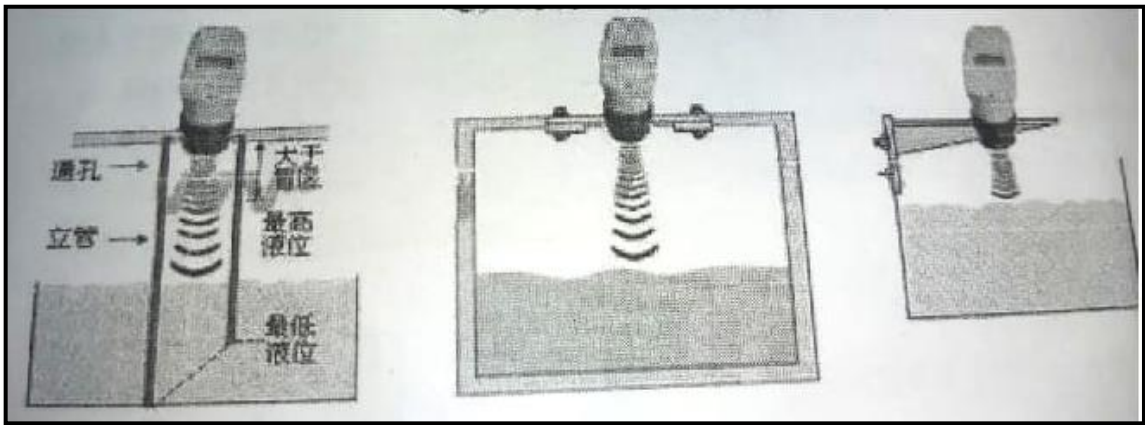


Imagen 10 Modo de instalación.

Generalmente se usa el modo de instalación de soporte, y el instrumento está provisto de una brida para su fijación. Corte un orificio redondo un poco más grande que el diámetro (60 mm) de la sonda en la posición de instalación en el suelo o tanque, y coloque el medidor. Luego apriete la brida de abajo hacia arriba. La instalación debe garantizar que la superficie de la sonda del instrumento esté nivelada con la superficie del líquido a medir.