



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

SEDE GUAYAQUIL

**CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y
AUTOMATIZACIÓN**

Título:

“Diseño e implementación de un control de llenado de tanques por medio de un ET200S esclavo”

**Trabajo de titulación previo a la obtención del
Título de ingeniero en Electrónica y automatización**

AUTORES: Ronald Stuard Sánchez Choez

Joseph Michael Sandoval Franco

TUTOR: Ing. Byron Lima Cedillo, Msc.

GUAYAQUIL – ECUADOR

2023

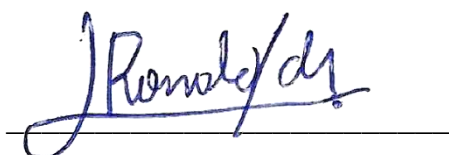
CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Nosotros, Ronald Stuard Sánchez Choez con documento de identificación N°0925756751 y Joseph Michael Sandoval Franco con documento de identificación N°0923842942, manifestamos que:

Somos los autores y responsables del presente trabajo de titulación, y autorizamos a que sin fines de lucro a la Universidad Politécnica Salesiana pueda utilizar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Guayaquil, febrero del 2023.

Atentamente,



Ronald Stuard Sánchez Choez
C.I 0925756751



Joseph Michael Sandoval Franco
C.I 0923842942

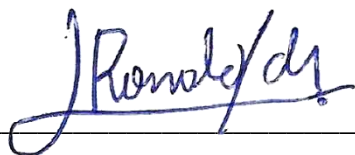
CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

Nosotros, Ronald Stuard Sánchez Choez, con documento de identificación N°0925756751 y Joseph Michael Sandoval Franco con documento de identificación N°0923842942, expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos los autores del trabajo de grado: “**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN CONTROL DE LLENADO DE TANQUES POR MEDIO DE UN ET200S ESCLAVO**”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: **INGENIERO EN ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN**, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia, suscribimos este documento en el momento que hacemos entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, febrero del 2023.

Atentamente,



Ronald Stuard Sánchez Choez

C.I 0925756751



Joseph Michael Sandoval Franco

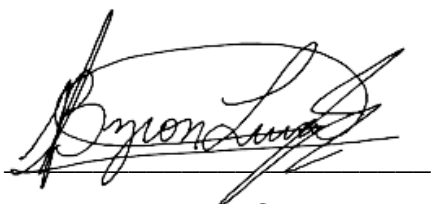
C.I 0923842942

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Msc. Byron Xavier Lima Cedillo con documento de identificación N°0921971768, docente de la Universidad Politécnica Salesiana por medio de la presente declaro que bajo mi dirección y asesoría fue desarrollado este trabajo de titulación “**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN CONTROL DE LLENADO DE TANQUES POR MEDIO DE UN ET200S ESCLAVO**” realizado por los estudiantes Ronald Stuard Sánchez Choez con identificación N°.0925756751 y Joseph Michael Sandoval Franco con identificación N°.0923842942, el mismo que cumple con los objetivos del diseño de aprobación y todos los requisitos pertinentes.

Guayaquil, febrero 2023

Atentamente,

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Byron Lima Cedillo', written over a horizontal line.

Msc. Byron Lima Cedillo

C.I 0921971768

DEDICATORIA

Dedico este proyecto de titulación a mis padres, a la carrera de ingeniería electrónica, a Dios y a mi esfuerzo que ha dado frutos tras muchas adversidades e inconvenientes al cual tuve que enfrentar para llegar hasta esta meta, que es la titulación, no fue nada fácil poder continuar por este camino que nos llevara a grandes oportunidades y aspiraciones como personas y como profesionales, pero el resultado de todo este esfuerzo y sacrificio para poder continuar la carrera de ingeniería electrónica ha dado sus frutos del cual hemos adquirido el conocimiento y aprendizaje necesario para poder abarcar esta nueva etapa como profesional en un mundo lleno adversidades y poder superarlos.

También dedico este trabajo de titulación a mis amigos más cercanos quienes estuvieron en mi momentos más difíciles y complicados que estuvieron apoyándome hasta lo último. Sin ellos quizás no estuviera aun en esta etapa final de mi carrera, ellos también fueron un gran soporte para que yo pudiera continuar mis estudios cuando todo parecía no tener solución, también dedico este trabajo a mis profesores quienes han estado ahí ayudándonos en todo lo que podía ser posible académicamente y a nuestro tutor de titulación él ingeniero Byron Lima quien nos orientó y ayudo con la selección del tema del proyecto de titulación y que pueda ser factible académicamente y sirva como implementación de ayuda a los alumnos de la universidad politécnica salesiana para que puedan seguir aprendiendo y formando bueno profesionales.

Ronald Stuard Sánchez Choez

DEDICATORIA

A mi madre María Auxiliadora sobre todas las cosas, que a pesar de las circunstancias y desdichas de la distancia; siempre confió en mí y que sin importar lo complicado que pueda ser el presente, siempre hay algo en lo que podamos enfocarnos y tener éxito.

A mi Madre Hortensia y a mi tía Lourdes que desde donde estén, seguro están orgullosas de este logro.

A mis amigos que siempre han estado, sin ellos no habría con quien compartir esta aspiración personal que ahora es una meta cumplida.

A todos aquellos que lo están intentando. Cuando eres un niño sueles apostar a tus amigos y familia, diciendo: “un día seré un hombre de éxito, y cuando sea un hombre de éxito volveré para mostrarles que no me equivoque”, “seré un gran doctor algún día”, “seré un gran dentista”, “seré un gran científico” o “seré el presidente del país”. Finalmente son unos pocos los realmente buenos para cumplir, volver a casa y decir: “te lo dije”.

Joseph Michael Sandoval Franco

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mis padres por haberme apoyado durante todos mis estudios realizados, por confiar y creer en mí para que pueda salir adelante, por su paciencia y su sacrificio para que yo pueda estudiar y poder ser un profesional, sé que lo han dado todo hasta lo que más han podido para que yo no pierda los estudios y que pueda terminar mi carrera de ingeniero de la cual ellos están muy orgullosos por mí de ver que ya se está cumpliendo.

Agradezco también a mis amigos cercanos de la universidad quienes también me ayudaron y fueron mi soporte en partes de mi vida que fueron complicadas, pero pude seguir en pie gracias a ellos también, que creían en mí y me siguieron alentando a no rendirme cuando estaba sucediendo todo lo de la pandemia y no pude continuar mis estudios por ese semestre, pero luego todo fue mejorando y pude continuar con mis estudios.

Le agradezco también a todos los profesores que estuvieron durante todo el aprendizaje y desarrollo como futuros profesionales y estando presentes para cualquier inquietud y resolver todas nuestras dudas que pudieran presentarse.

También agradeciendo al ingeniero Byron Lima quien ha estado orientándonos y guiando en todo momento, para poder terminar el proyecto y salir lo mejor posible para la obtención del título.

Ronald Stuard Sánchez Choez

AGRADECIMIENTO

Agradezco a todos los que estuvieron, están y estarán en este proceso de crecimiento académico en mi vida.

A mi madre y a mi abuela, pilar fundamental de mis principios y mi fe invencible.

A mis amigos, sin ellos no hay risas y aventuras en este episodio tan exhaustivo.

A mis tíos que fueron mis tutores y hermanos en mi etapa juvenil.

A mi padre por darme la vida.

Agradezco al Ing. Byron lima por su asistencia y constancia en este proyecto, al Ing. Luis Neira por confiar en mí, y al Ing. Iván Chávez por todo el apoyo brindado.

Joseph Michael Sandoval Franco

RESUMEN

Año	Alumnos	Director de Proyecto	Tema de proyecto de titulación
2023	Ronald Stuard Sánchez Choez Joseph Michael Sandoval Franco	Ing. Byron Lima Cedillo	“Diseño e implementación de un control de llenado de tanques por medio de un et200s esclavo”

En esta era de la producción y manufactura moderna existen numerosas industrias que se dedican a la producción de bebidas o líquidos, y en ellas emplean una amplia variedad de llenado tanques y depósitos de distintas capacidades. El monitoreo constante del volumen en cada uno de estos recipientes es esencial para prevenir desbordamientos, los cuales pueden resultar en accidentes laborales y pérdidas materiales significativas. Esto representa un desafío importante para estas industrias y para nosotros como prospectos ingenieros autómatas que con las suficientes pautas y practicas podríamos no solo dominar sino también innovar.

Este proyecto técnico se centra en el diseño y desarrollo de un sistema de control de llenado de tanques utilizando un ET200S (Sistema de Entrada/Salida Remota). El objetivo principal es diseñar e implementar una planta pedagógica de control que permita monitorear constantemente el nivel de líquido en dos tanques, conocer correctamente su funcionamiento y aplicación.

Para ello, se realiza una revisión detallada de la literatura sobre los diferentes métodos y técnicas de control de llenado, su montaje y programación. Luego, se llevan a cabo pruebas experimentales para evaluar la eficacia del sistema que en conjunto con los resultados obtenidos demuestran que el sistema de control de llenado de tanques mediante un ET200S es una solución confiable y eficaz para garantizar el proceso de aprendizaje y evaluación de las cátedras que se dictan en el laboratorio de automatización 2. Además, se destaca la facilidad de uso y la flexibilidad del ET200S para la integración con otros sistemas de control y automatización industrial.

Palabras claves: ET200S, planta, control, automatización industrial.

ABSTRACT

Año	Alumnos	Director de Proyecto	Tema de proyecto de titulación
2023	Ronald Stuard Sánchez Choez Joseph Michael Sandoval Franco	Eng. Byron Lima Cedillo	"Design and implementation of a tank filling control through an ET200S slave."

In this era of modern production and manufacturing, there are numerous industries dedicated to the production of beverages or liquids, and they employ a wide variety of tanks and containers of different capacities for filling. Continuous monitoring of the volume in each of these containers is essential to prevent overflow, which can result in significant labor accidents and material losses. This represents a significant challenge for these industries and for us as prospective automation engineers who, with sufficient guidelines and practices, could not only master but also innovate.

This technical project focuses on the design and development of a tank filling control system using an ET200S (Remote Input/Output System). The main objective is to design and implement a pedagogical control system that allows constant monitoring of the liquid level in two tanks, correctly understand its operation and application.

To achieve this, a detailed literature review is carried out on the different methods and techniques for filling control, their assembly, and programming. Then, experimental tests are carried out to evaluate the effectiveness of the system, and together with the results obtained, demonstrate that the tank filling control system using an ET200S is a reliable and effective solution to ensure the learning process and evaluation of the courses taught in Automation Laboratory 2. Additionally, the ease of use and flexibility of the ET200S for integration with other industrial control and automation systems is highlighted.

Key words: ET200S, plant, control, industrial automation.

INDICE GENERAL

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN.....	II
CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTORELTRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA.....	III
CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN .	IV
DEDICATORIA.....	V
AGRADECIMIENTO.....	VII
RESUMEN	IX
ABSTRACT	X
INTRODUCCIÓN	1
I. PROBLEMA.....	2
A. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	2
B. DELIMITACIÓN.....	2
1. DELIMITACIÓN TEMPORAL	2
2. DELIMITACIÓN GEOGRÁFICA Y SOCIAL	2
3. DELIMITACIÓN ACADÉMICO	2
C. JUSTIFICACIÓN	3
D. OBJETIVOS	3
1. OBJETIVO GENERAL	3
2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
II. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL	4
A. PLC S7 1500.....	4
B. ET200S	4
C. PROCESOS INDUSTRIALES.....	5
D. CONTROL DE PROCESOS	6
E. PLANTA	6
F. PROCESOS	7
G. SISTEMAS	7
H. TIA PORTAL	8
I. HUMAN MACHINE INTERFAZ (HMI)	9
J. ELECTROVÁLVULA	10

K.	SENSOR DE NIVEL TIPO BOYA	11
L.	SENSOR CAPACITIVO.....	11
M.	SENSOR ULTRASÓNICO	12
III.	METODOLOGÍA	13
A.	MÉTODO BIBLIOGRÁFICO.....	13
B.	MÉTODO DESCRIPTIVO	13
C.	TÉCNICA	13
D.	TÉCNICA DE CAMPO	14
E.	TÉCNICA DOCUMENTAL	14
IV.	REPOTENCIACIÓN DE LA PLANTA.....	15
A.	ESTADO INICIAL DE LA PLANTA.....	15
B.	DESMONTAJE DE LA PLANTA	17
C.	INSTALACIÓN DE REDISEÑO DE PLANTA.....	20
1.	Adquisición de mesa	20
2.	Instalación de los pilares y tanques en la nueva mesa	20
D.	DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE TABLERO DE CONTROL.....	26
E.	CONEXIONES TABLERO-PLANTA.....	31
V.	CONFIGURACIÓN Y PROGRAMACIÓN DEL MAESTRO – ESCLAVO (ET200S)	33
A.	CONFIGURACIÓN DE LA VISTA DE REDES.....	33
B.	CONFIGURACION DEL HMI	34
1.	Portada.....	34
2.	Planta Festo	35
3.	Gráficas.....	37
4.	Notificación y avisos.....	37
VI.	DESARROLLO DE PRÁCTICAS	39
A.	PRÁCTICA 1: PRUEBA DE SENSORES, SOLENOIDES Y BOMBA .	39
B.	PRÁCTICA 2: CONTROL DE PLANTA FESTO UTILIZANDO PLC S7 1500, ET200S Y HMI	40
C.	PRÁCTICA 3: CONTROL REMOTO PLANTA FESTO CON WEB SERVER	41
VII.	CRONOGRAMA Y ACTIVIDADES POR DESARROLLAR	42
VIII.	PRESUPUESTO	43
IX.	CONCLUSIONES	44
X.	RECOMENDACIONES.....	44

XI. BIBLIOGRAFÍA.....	45
XII. ANEXOS.....	47
A. DISEÑO DE LA CAJA DE CONTROL EN AUTOCAD	47
B. DISEÑO DE CIRCUITO DE CONTROL EN AUTOCAD	49
C. DISEÑO DE LA PLANTA FESTO EN AUTOCAD	52
D. DISEÑO DE P&ID	55
E. PROGRAMACION EN TIA PORTAL V15.1	56
F. DESARROLLO DE PRACTICAS.....	63
1. Práctica 1	63
2. Práctica 2	64
3. Práctica 3	65

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. PLC S7 1500	4
Figura 2. Subordinado ET200S	5
Figura 3. Automatización de procesos industriales	6
Figura 4. Sistemas de control.....	7
Figura 5. Software TIA PORTAL	8
Figura 6. SIMATIC HMI	9
Figura 7. Electroválvula	10
Figura 8. Sensor tipo boya horizontal.....	11
Figura 9. Estructura de sensor de proximidad inductivo.....	12
Figura 10. Control de nivel con sensores ultrasonido.....	12
Figura 11. Planta Festo antes de dismantelar	15
Figura 12. Solenoide averiado antes de dismantelar	16
Figura 13. Sensor capacitivo inferior averiado antes de dismantelar	16
Figura 14. Tablero de control antes de dismantelar	17
Figura 15. Planta Festo en club de robótica.....	17
Figura 16. Desatornillando las bases de la planta Festo	18
Figura 17. Desconectando y Dismontando el cableado y tablero	18
Figura 18. Planta dismantelada	19
Figura 19. Desprendiendo bases de los pilares de planta.....	19
Figura 20. Mesa de nueva planta	20
Figura 21. Perforando agujeros para los soportes	21
Figura 22. Instalación de las bases	21
Figura 23. Realizando agujero para la bomba sobre la mesa	22
Figura 24. Inyección de pega tanque entre base y pilar	22
Figura 25. Fijación de pilar después de insertar adhesivo pega tanque.....	23
Figura 26. Platina en forma de L	23
Figura 27. Sensor capacitivo 24VDC.....	
Figura 28. Solenoide	24
Figura 29. Planta instalada antes de pruebas	24
Figura 30. Planta instalada después pruebas y cambios	25
Figura 31. Caja de control	26
Figura 32. Tablero de control, luces piloto, punteras, amarras y pegatina.	26
Figura 33. Canaleta.....	
Figura 34. Canaletas fijadas al marco del plafón.....	27
Figura 35. Puesta de reservas.....	
Figura 36. Montaje de Riel din.....	27
Figura 37. Montaje de equipos	28
Figura 38. Montaje de equipos 2	28

Figura 39. Marquillado y punteras	29
Figura 40. Colocación de marquillas y punteras.....	29
Figura 41. Tablero con marquillas	30
Figura 42. Tablero y Puerta acrílica	30
Figura 43. Jack macho/hembra, acopladores RJ45	31
Figura 44. Prensaestopas	31
Figura 45. Cableado de alimentación de luces piloto	32
Figura 46. Machinado y Peinado del cableado de los sensores.....	32
Figura 47. Vista de redes	33
Figura 48. Comunicación Wincc	33
Figura 49. Portada HMI	34
Figura 50. Planta Festo HMI en automático	35
Figura 51. Planta Festo HMI en modo testeo	36
Figura 52. Notificaciones y avisos HMI	38
Figura 61. P&ID en Lucidchart	55
Figura 62. Practica 1: detección de sensores capacitivos	63
Figura 63. Práctica1: visualización de la programación.	63
Figura 64. Práctica 2: planta en modo automático	64
Figura 65. Práctica 2: visualización de programación.	64
<i>Figura 53. interfaz tplink.....</i>	<i>65</i>
<i>Figura 54. quick setup de tplink.....</i>	<i>65</i>
<i>Figura 55. configuración de LAN tplink.....</i>	<i>66</i>
<i>Figura 56. configuración de interfaz profinet</i>	<i>66</i>
<i>Figura 57. interfaz WEB SERVER.....</i>	<i>67</i>
<i>Figura 58. página principal del WEB SERVER.....</i>	<i>67</i>
<i>Figura 59. ingreso de variables en la WEB SERVER.....</i>	<i>68</i>
<i>Figura 60. Práctica 3: WEB SERVER</i>	<i>68</i>

INTRODUCCIÓN

En este proyecto técnico innovaremos y repotenciaremos una planta y modulo pedagógico que se encuentra en el laboratorio de automatización industrial II de la Universidad Politécnica Salesiana sede Guayaquil.

Con el fin de aumentar una práctica experimental más al atril del silabo abordado en las materias del área profesional, que cursan los estudiantes de la carrera de electrónica. Diseño que se caracteriza por ser vistoso al tener un Maestro-Esclavo, el cual omite en las practicas el tedioso cableado entre los módulos y la planta.

Las primeras prácticas de automatización siempre toman como ejercicios base el control de nivel de líquidos para el proceso de aprendizaje y experimentación que por el momento se estudia en plataformas simuladas, dado que las plantas para proyectos de este tipo se encuentran inoperativas en el laboratorio mencionado, este sería el primer laboratorio en tener un diseño con una periferia descentralizada.

En el entorno laboral, como estudiantes entendemos que, al tener un dominio completo de las herramientas necesarias para estos temas, podemos desenvolvemos sin problemas en proyectos más desafiantes que la industria automatizada requiere.

En el capítulo IV documentamos con detalle la instalación de la nueva planta y su nuevo tablero del Control de llenado con el ET200S para el laboratorio de automatización industrial 2.

En el capítulo V redactamos la configuración usada y programación realizada en el software TIA PORTAL.

Y en el capítulo VI se indica con descripción el desarrollo de las practicas realizadas en el laboratorio.

I. PROBLEMA

A. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

La estructura actual de la planta de control de nivel de llenado; por tema de tiempo requiere una mejora y renovación de algunos elementos para su uso y proceso de aprendizaje. Se tiene como antecedente que dicha planta o módulo ha estado fuera de operación y uso pedagógico por algunos periodos académicos, siendo esta una de las herramientas prácticas más comunes simuladas en TIA Portal.

Entre los problemas técnicos de planta tenemos:

- Electroválvula averiada debido al desgaste de uso.
- Un sensor tipo boya defectuoso.
- Asimismo, la planta cuenta con exceso de cableado.

B. DELIMITACIÓN

1. DELIMITACIÓN TEMPORAL

El proyecto se realizó en un tiempo estimado de 6 meses que comprenden desde octubre del 2022 hasta marzo del 2023. Durante todos estos meses se estarán haciendo las respectivas implementaciones y pruebas del proyecto.

2. DELIMITACIÓN GEOGRÁFICA Y SOCIAL

El proyecto se ejecutó en el laboratorio de automatización 2, ubicado en el bloque "E", tercer piso de la universidad politécnica salesiana, sede Guayaquil ubicada en la calle robles 107 y chambers.

3. DELIMITACIÓN ACADÉMICO

El desarrollo de este proyecto está relacionado a conceptos y practicas vistas en las materias de automatización industrial y redes scada, debido a la implementación de una red maestro esclavo en este caso son el PLC S7-1500(Maestro) y el esclavo ET200S, que se ve en la materia redes y scada.

Se usó la programación tipo Ladder o KOP aprendido en la materia de automatización industrial usando el programa "TIA Portal" para realizar la programación del control de llenado de tanques donde también utilizaremos una pantalla HMI (WinCC).

C. JUSTIFICACIÓN

Para que los estudiantes cursantes de las asignaturas de automatización, redes & scada cuenten con una planta experimental y actualizada de un control de llenado de tanques. Asimismo, este proyecto servirá para el equipamiento y reactivación del laboratorio de automatización II, ya que este carece de una planta activa y actualizada del tipo de control didáctico mencionado.

Las prácticas de redes y scada para sistemas de automatización son importantes en nuestra actualidad, debido a que nos ayuda a controlar procesos industriales de manera local, remota, monitorear y procesar datos en tiempo real.

D. OBJETIVOS

1. OBJETIVO GENERAL

- Repotenciar la planta de llenado de tanques del laboratorio de automatización industrial 2 basados en la unidad remota ET200S y controladores lógicos programables.

2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Rediseñar el tablero de control de la planta.
- Seleccionar e implementar los módulos analógicos requeridos para el ET200S.
- Diseñar una red de comunicación entre la planta y controladores de laboratorio.
- Implementar un controlador de nivel de tanques en la planta.
- Realizar los planos de conexión, P&ID y mecánicos del proceso.
- Implementar 3 prácticas de laboratorio con la ET200S y PLC.

II. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

A. PLC S7 1500

Es La serie de controladores SIMATIC S7-1500 constituyen la nueva generación de controladores de TIA Portal y de automatización. SIMATIC S7-1500 asegura el más alto nivel de eficiencia y es muy práctico para aplicaciones de rango medio y alto en máquinas y sistemas de automatización. (promaindustrial, 2017)



Figura 1. PLC S7 1500 (Autycom, 2020)

B. ET200S

Es un sistema de periferia descentralizada altamente escalable y flexible que permite conectar las señales del proceso a un controlador central a través de un bus de campo. El ET200S soporta los buses de campo PROFIBUS DP y PROFINET IO. Este tiene el grado de protección IP 20, campo de aplicación directamente junto al módulo de interfaz que transfiere los datos al controlador central, se pueden enchufar prácticamente cualquier número de módulos de periferia y en cualquier combinación. De este modo es posible adaptar la configuración exactamente a las exigencias del proceso. (Siemens, 2008).



Figura 2. Subordinado ET200S (Aotewell Automation, 2021)

Con la información obtenida se sabe que se puede implementar un ET200S al proyecto y poder utilizarlo para realizar el control de llenado de tanques por medio de esta periferia descentralizada la cual va a estar conectada a un PLC por medio de comunicación profinet y cargar la programación respectiva al dispositivo y realizar las pruebas necesarias.

Se sabe que la automatización que es lo que va a implementar utilizando el ET200S en el proyecto, se puede encargar de procesos simples hasta proceso muy complejos, debido a esta capacidad, se lo llevará a cabo, ya que el sistema se vuelve eficiente y práctico. (redchat, 2018)

C. PROCESOS INDUSTRIALES

El proceso de transformación de la materia prima en un producto final implica una serie de etapas y procedimientos. Se utilizan diferentes métodos que implican la manipulación y realización de operaciones para preparar la materia prima, la cual luego será separada y transformada en el producto final deseado.

El objetivo es satisfacer las necesidades de manera eficiente y mejorar la calidad de vida de las personas. (Pacheco, 2022)

D. CONTROL DE PROCESOS

El propósito del control de procesos es lograr la obtención de un producto final con características específicas que se ajusten a las especificaciones y estándares de calidad establecidos. Un sistema de control de procesos tiene como tarea principal corregir las desviaciones que puedan surgir durante el proceso, en relación a los valores óptimos preestablecidos para lograr las propiedades requeridas en el producto final. (revistas.ulima.edu.pe, 2021)

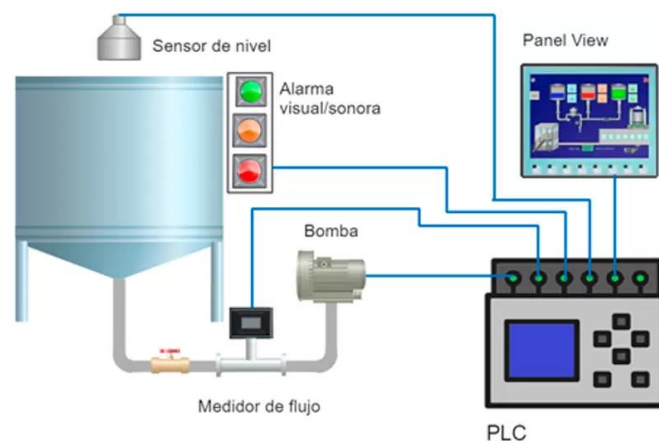


Figura 3. Automatización de procesos industriales (Arsercontrol, 2019)

E. PLANTA

“Una planta puede ser definida como una porción de un equipo, que podría consistir en un conjunto de partes de una máquina que trabajan en conjunto con el propósito de llevar a cabo una operación específica.” (Ogata, 2010)

F. PROCESOS

La definición de procesos implica un avance natural y continuo que se caracteriza por una sucesión de cambios graduales que tienen lugar de manera constante y conducen a un resultado o propósito específico. También se puede referir a una serie de acciones o movimientos controlados y sistemáticos, que se llevan a cabo de forma artificial o voluntaria, con el objetivo de lograr un resultado o propósito determinado. (Ogata, 2010)

G. SISTEMAS

Un sistema es la unión de distintos componentes que trabajan en conjunto para lograr un objetivo específico, y no necesariamente tiene que ser de naturaleza física. La noción de sistema se puede aplicar a fenómenos abstractos y dinámicos, como aquellos que se observan en el ámbito económico. De esta forma, el término sistema implica la existencia de sistemas de diversa índole, ya sea físicos, biológicos, económicos y otros similares. (Ogata, 2010)

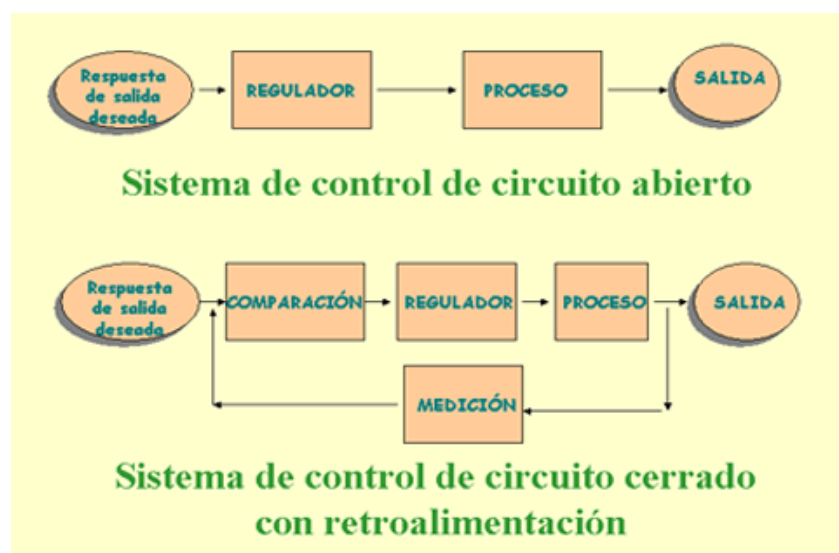


Figura 4. Sistemas de control (cidta, 2021)

H. TIA PORTAL

Es un software que unifica los diferentes componentes de las máquinas con el fin de controlar y gestionar los procedimientos y operaciones. Dado que se trata de una aplicación modular, es factible añadir nuevas funcionalidades para adecuarse a las necesidades específicas de la aplicación.

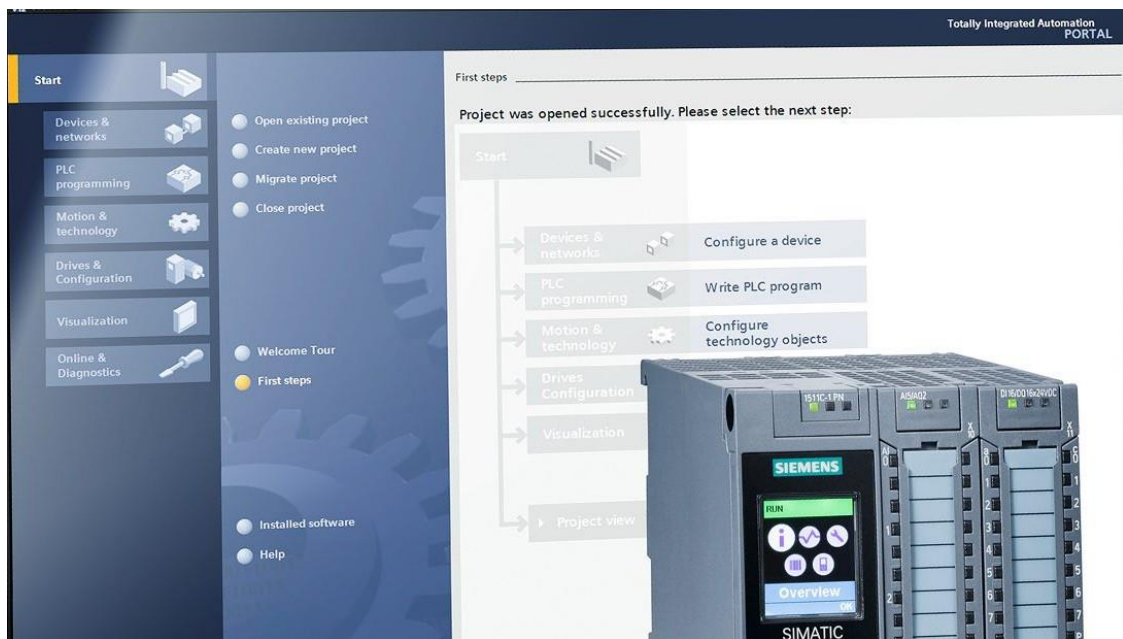


Figura 5. Software TIA PORTAL (Siemens, 2008)

Este programa es especialmente adecuado para ser utilizado con el hardware S7-1200 y S7-1500. En la actualidad, se ha constatado que los nuevos paneles ofrecen un mejor rendimiento en combinación con este software. Otra ventaja de utilizar este programa es la facilidad para migrar proyectos que utilizan sistemas ya existentes. (Autycom, 2020)

I. HUMAN MACHINE INTERFAZ (HMI)

La interfaz hombre-máquina (HMI), es un tablero o pantalla que permite a una persona conectarse a una máquina, sistema o dispositivo. Aunque técnicamente este término se puede emplear para cualquier pantalla que permita la interacción de un usuario con un dispositivo, su uso es más frecuente en el ámbito de procesos industriales. (inductiveautomation, 2018)



Figura 6. SIMATIC HMI (INGELCOM, 2022)

A pesar de que HMI es el término más utilizado para describir esta tecnología, en ocasiones también se la conoce como interfaz hombre-máquina (HMI), terminal de interfaz de operador (OIT), interfaz de operador local (LOI) o terminal de operador (OT). Aunque HMI y la interfaz gráfica de usuario (GUI) comparten algunas similitudes, no son términos intercambiables. Las GUI se utilizan a menudo en el contexto de las HMI para proporcionar capacidades de visualización. (inductiveautomation, 2018)

En entornos industriales, las HMI se pueden utilizar para:

- Mostrar datos visualmente

- Realizar seguimiento del tiempo de producción, las tendencias y las etiquetas

- Supervisar los KPI
- Supervise las entradas y salidas de la máquina

J. ELECTROVÁLVULA

Las electroválvulas son dispositivos que operan en respuesta a pulsos eléctricos y permiten el control del flujo de fluidos al abrir o cerrar la válvula mediante la circulación de corriente a través del solenoide. La corriente eléctrica en el solenoide genera un campo magnético que atrae el núcleo móvil, y cuando se interrumpe la corriente, el núcleo vuelve a su posición original, normalmente gracias a la fuerza de un resorte.

Las electroválvulas se pueden controlar fácilmente mediante software, lo que las hace especialmente adecuadas para la automatización en la industria.

(distritec, 2020)

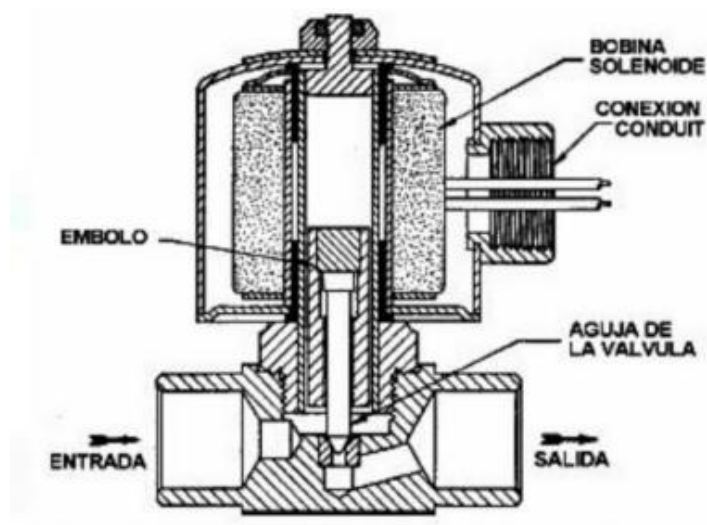


Figura 7. Electroválvula (arco, 2020)

K. SENSOR DE NIVEL TIPO BOYA

Los dispositivos llamados "sensores de nivel" reciben también los nombres de "interruptor de nivel" o "sensor de boya" y consisten en herramientas que emplean un interruptor de contacto (reed switch) y una boya magnética. El desplazamiento de la boya produce la apertura o el cierre del circuito eléctrico. Estos sensores ofrecen soluciones versátiles y de bajo coste para la automatización. (eicos, 2019)

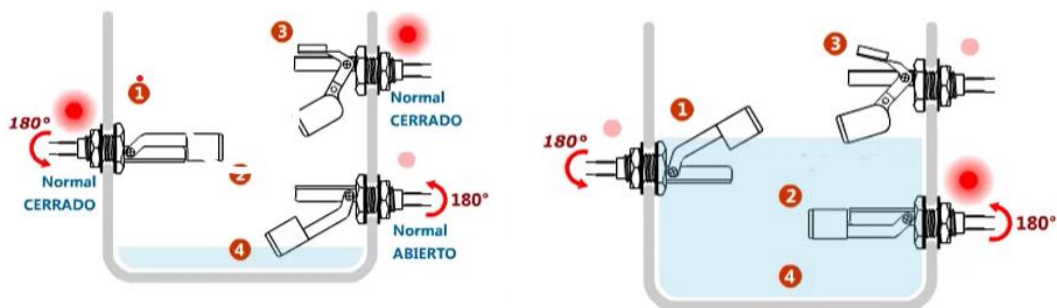


Figura 8. Sensor tipo boya horizontal (mechatronic Store, 2019)

L. SENSOR CAPACITIVO

Los sensores capacitivos son óptimos para llevar a cabo la detección de presencia y la medición de distancias en áreas extremadamente reducidas. Estos dispositivos tienen una precisión de medida a escala nanométrica, lo que los hace adecuados para una gran variedad de aplicaciones. Se utilizan en diferentes campos, como en las pantallas táctiles de los smartphones, en los microscopios de barrido de túnel o en las máquinas de montaje. (rechner-sensors, 2020)

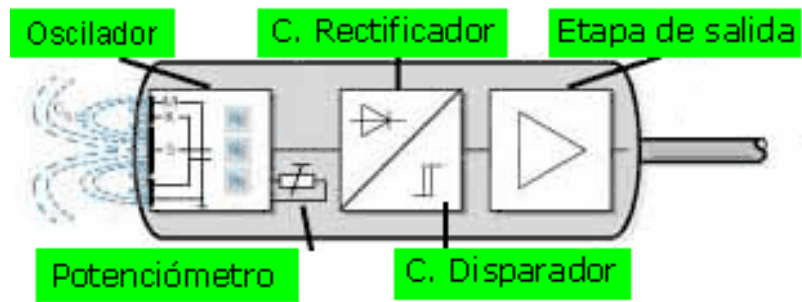


Figura 9. Estructura de sensor de proximidad inductivo (Universidad de Vigo, 2019)

M. SENSOR ULTRASÓNICO

Los sensores ultrasónicos miden distancias mediante la emisión de ondas ultrasónicas. Su funcionamiento es sencillo: las ondas son enviadas y, cuando encuentran un objeto, se reflejan y son utilizadas para medir la distancia.

Aunque suena complejo en teoría, los sensores ultrasónicos son ampliamente utilizados en diferentes áreas de la industria, como en la manipulación de materiales, la fabricación de equipos móviles, la detección y el llenado de productos. (Gandhi, 2019)



Figura 10. Control de nivel con sensores ultrasónico (elion, 2022)

III. METODOLOGÍA

A. MÉTODO BIBLIOGRÁFICO

Para este proyecto se indago contenido existente en bibliografías virtuales, textos, proyectos anteriores y las herramientas a aplicarse.

B. MÉTODO DESCRIPTIVO

Se realizarán pruebas de obtención de datos de los sensores y su estado de uso, mediante la comunicación del PLC, para la recopilación de la información.

Se va a reemplazar dos válvulas por electroválvulas a 24Vdc en una planta de llenado de tanques de Festo ubicada en el laboratorio de automatización II, debido a que tiene una electroválvula dañada y otra que es manipulable manualmente para así controlar las electroválvulas por medio del ET200S.

En el tanque de lado derecho de la planta de Festo se va a cambiar un sensor tipo boya por uno nuevo debido a que se encuentra averiado.

La razón de utilizar el esclavo ET200S es para reducir conexiones y espacio ya que actualmente la planta de llenado utiliza dos cajas de control para poder utilizarlo, con el ET200S se reduce todo a una sola caja que se va a diseñar y será más práctica de usar.

C. TÉCNICA

Con lo ya mencionado anteriormente, se detallará a continuación las técnicas que se van a aplicar en el transcurso del desarrollo del proyecto de tesis, tales como:

D. TÉCNICA DE CAMPO

Se la utilizara para realizar la implementación a la planta del laboratorio de automatización II y poder realizar las respectivas pruebas con las nuevas mejoras incorporadas y entablar comunicación entre el PLC S7-1500 y el ET200S.

E. TÉCNICA DOCUMENTAL

Con todos los resultados obtenidos de la técnica de campo y de investigaciones realizadas para el desarrollo de nuestro proyecto, se utilizará dicha información para la documentación respectiva y como respaldo de lo que se ha realizado en el transcurso de la realización del proyecto. Con el fin de aportar conocimientos en el área de automatización industrial, redes y scada y programación de PLC

IV. REPOTENCIACIÓN DE LA PLANTA

A. ESTADO INICIAL DE LA PLANTA

Inicialmente, la planta Festo no estaba en uso y ocupaba una porción significativa del espacio en el laboratorio de automatización industrial 2. Aunque ya había una planta de control de nivel en el mismo lugar, esta requería un engorroso cableado para su utilización en prácticas.



Figura 11. Planta Festo antes de desmantelar

Se encontró entonces los siguientes inconvenientes:

- Solenoide deteriorado.
- Sensor capacitivo averiado.
- Mesa en mal estado.
- Tableros de control sin mantenimiento por más de un año.

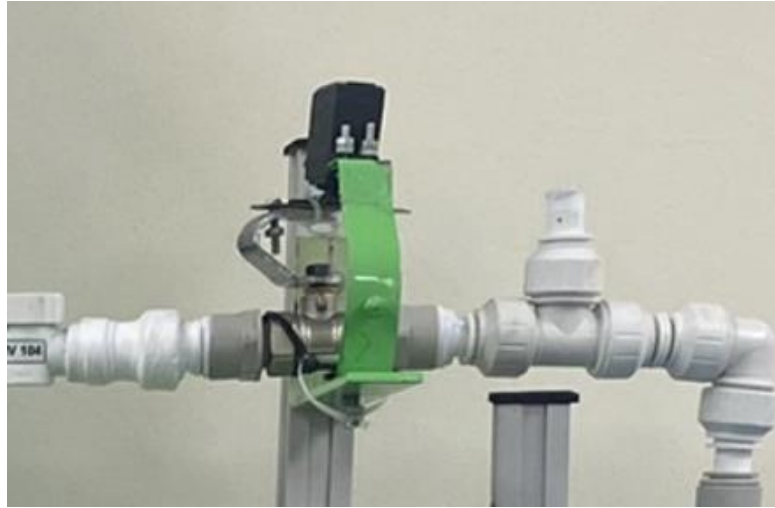


Figura 12. Solenoide averiado antes de desmantelar



Figura 13. Sensor capacitivo inferior averiado antes de desmontar



Figura 14. Tablero de control antes de desmantelar

B. DESMONTAJE DE LA PLANTA

La planta fue trasladada del laboratorio de automatización 2 al club de robótica, mismo que proporcionó un espacio adecuado y cómodo para trabajar, y se dispuso de las herramientas necesarias para desmontarla.



Figura 15. Planta Festo en club de robótica

Se empezó desatornillando las bases de los pilares que sostienen los tanques elevados y despegando de la mesa la caja de control. Cuidadosamente se desconectó el cableado que pasa por los pilares hacia los distintos sensores tanto de nivel, capacitivo y ultrasónico.



Figura 16. Desatornillando las bases de la planta Festo



Figura 17. Desconectando y Desmontando el cableado y tablero

Se removieron los soportes y se les dio una capa de pintura blanca en aerosol. Luego, se utilizó pegamento de tanque para fijar los pilares a los soportes.



Figura 18. Planta desmontada



Figura 19. Desprendiendo bases de los pilares de planta.

C. *INSTALACIÓN DE REDISEÑO DE PLANTA*

1. *Adquisición de mesa*

Se llevó a cabo una evaluación de precios y se adquirió una nueva mesa para la planta, la cual es más ligera, con menos accesorios y materiales en comparación con la mesa anterior. Esta mesa es de color café y tiene soportes de metal negro mate.



Figura 20. Mesa de nueva planta

2. *Instalación de los pilares y tanques en la nueva mesa*

Se empleó un taladro y una broca de 3/8 con las medidas precisas para hacer agujeros en la mesa destinados a los soportes de los pilares, la base de la bomba de agua y los soportes de las placas que sostienen las tuberías que conectan los tanques entre sí.



Figura 21. Perforando agujeros para los soportes



Figura 22. Instalación de las bases



Figura 23. Realizando agujero para la bomba sobre la mesa

Se adquirió un adhesivo “pega tanque” de color blanco para contrarrestar el color del aerosol en las bases y placas. Con una jeringuilla de 50 ml y los pilares colocados en la base, se llenaron los espacios vacíos entre la base y los pilares para asegurar que permanezcan estables una vez que se hayan secado.



Figura 24. Inyección de pega tanque entre base y pilar

Se fijaron las arandelas y pernos con tornillos y se conectaron las tuberías siguiendo un orden similar al de la planta anterior, con la excepción de que esta contará con una electroválvula adicional ubicada después de la bomba de agua y antes del primer tanque elevado superior izquierdo.



Figura 25. Fijación de pilar después de insertar adhesivo pega tanque

Finalmente, se agregó una platina en forma de L en el primer pilar izquierdo de la planta para evitar que la puerta del tablero se abra completamente y corra el riesgo de dañar las bisagras.



Figura 26. Platina en forma de L

Por otro lado, se realizó la sustitución del sensor capacitivo 1 y se instalaron los solenoides nuevos.



Figura 27. Sensor capacitivo 24VDC



Figura 28. Solenoide

El ET200S enviara la señal de 110 voltios AC para que active el solenoide y permita el paso de líquido.

El sensor capacitivo funciona con 24 VDC detectara el nivel del agua y enviara una señal de entrada digital al ET200S. Este tiene una proximidad de 1,5 cm. que son regulables para el ajuste de detección de líquidos.



Figura 29. Planta instalada antes de pruebas

Algunas de las tuberías tuvieron que ser acopladas y otras cortadas para cumplir con las nuevas dimensiones asignadas con fines estéticos. Se utilizó teflón para las conexiones y muchos codos que filtraban agua.

Las tuberías y los pilares se sujetaron a las platinas fijadas a ellos mediante tornillos y para asegurarlas, se aferraron con amarras.



Figura 30. Planta instalada después pruebas y cambios

Además, se compraron nuevas electroválvulas debido a problemas de presión, y se realizaron modificaciones en la tubería que lleva el agua del tanque 1 al tanque 2 para que salga por la parte inferior y así aumentar el flujo y la presión al pasar por la electroválvula 2.

D. DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE TABLERO DE CONTROL

Se adquirió un tablero con medidas 40x50cm de ancho y alto respectivamente, teniendo en cuenta que la puerta sería eventualmente reemplazada por una acrílica transparente que alojaría el tablero. Además, la acrílica transparente permitirá ver cómo los equipos trabajan en conjunto detrás del tablero.



Figura 31. Caja de control



Figura 32. Tablero de control, luces piloto, punteras, amarras y pegatina.

Se adquirió una canaleta de 25x40 mm, un riel din de 1 m. Con las canaletas se realizó el corte siguiendo el marco del plafón, una vez hechos los cortes se limo el área transversal de estas y con los autoperforantes cabezas de lenteja se fijaron las canaletas al plafón.



Figura 33. Canaleta

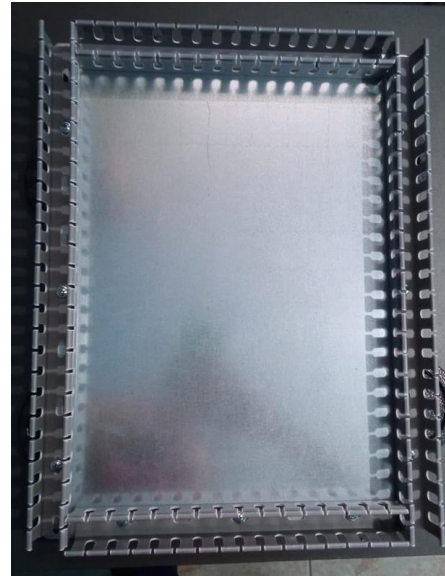


Figura 34. Canaletas fijadas al marco del plafón



Figura 35. Puesta de reservas



Figura 36. Montaje de Riel din

Las reservas se cortaron cuidadosamente a la medida de las canaletas de manera que se acoplen al taparlas, en cuanto al riel din se fijó al plafón también con autoperforantes cabezas de lenteja.

Utilizando el diseño realizado en AutoCAD en plano 2d y 3d realizamos la instalación. En este caso consta de:

- 2 breakers de 2 polos.
- Una Fuente conmutada de 110 v ac a 24 VDC Allen Bradley.
- Un arrancador suave de 24 VDC para control de velocidad de la bomba.
- Una periferia descentralizada ET200S para el control de la planta.
- 4 relés a 24 VDC
- 1 toma corriente riel din
- 26 borneras

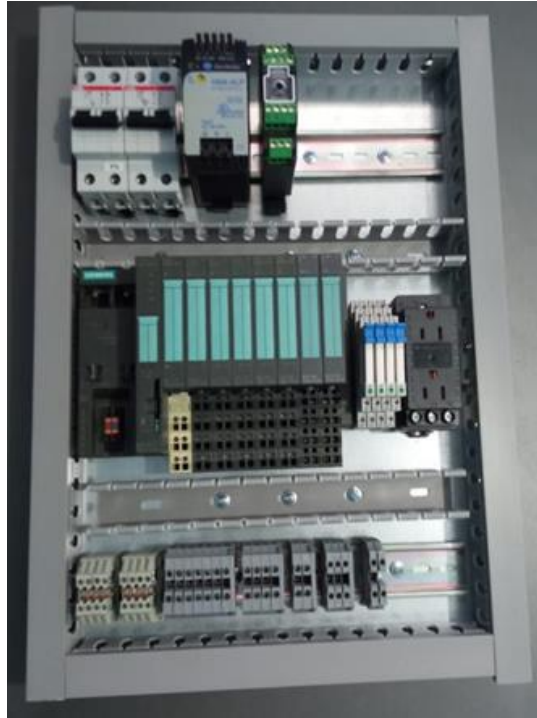


Figura 37. Montaje de equipos



Figura 38. Montaje de equipos 2

El marquillado está realizado con un material termo fundente, tiene una numeración para identificar el cable de un extremo a otro que va de 1000 a 1062.



Figura 39. Marquillado y punteras

Se realizó la colocación de las marquillas antes de machinar el cable, cabe recalcar que en este proceso aún no se usó la pistola de calor sino hasta el final de todo el cableado de la planta.



Figura 40. Colocación de marquillas y punteras

Una vez terminado el marquillado se pusieron las reservas y continuamos con el siguiente paso que es el cableado tablero - planta



Figura 41. Tablero con marquillas

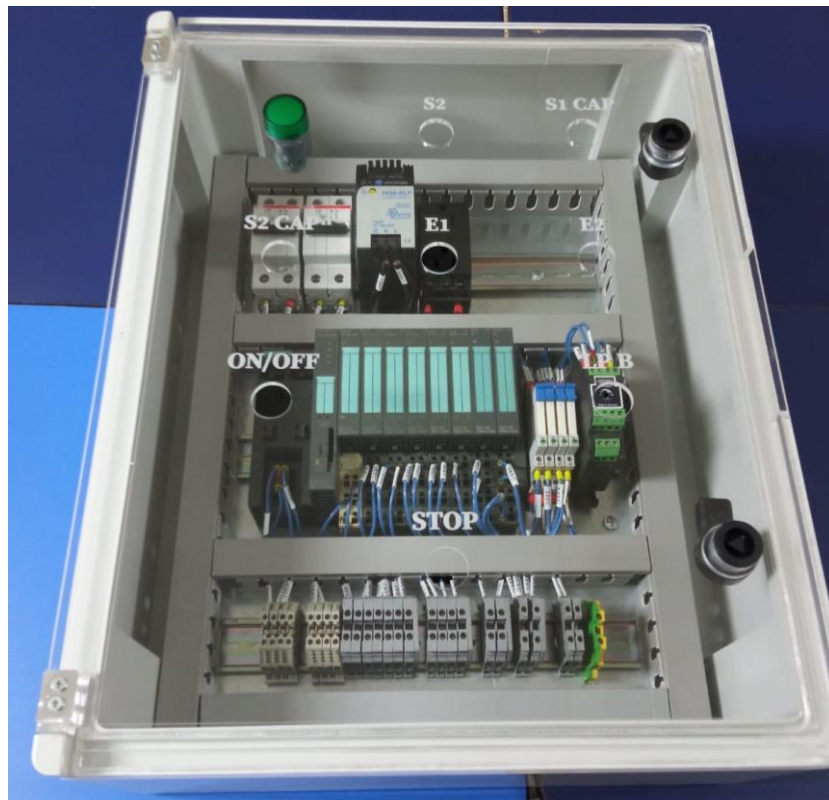


Figura 42. Tablero y Puerta acrílica

E. CONEXIONES TABLERO-PLANTA

Con un taladro y broca escalonada realizamos los orificios:

- 3 para los prensaestopas ubicados en la parte superior del tablero.
- 1 para la conexión de cable de poder ubicados en el borde izquierdo superior del tablero.
- 2 para las conexiones de red ethernet.



Figura 43. Jack macho/hembra, acopladores RJ45

Usamos unos prensaestopas para los sensores capacitivos, otra para los sensores de nivel y la última para el sensor ultrasónico y la bomba respectivamente.



Figura 44. Prensaestopas

Ingresamos los cables de alimentación y comunicación levantando las reservas, colocamos el correcto marquillado, machinamos y peinamos el cableado.

Una vez terminado, procedemos a trabajar con la puerta acrílica que alberga los orificios de las luces piloto y las botoneras. Se ubican las luces piloto y luego se

lleva a cabo el cableado para alimentarlas. Además, se tienen en cuenta los detalles de sujeción para el marquillado correspondiente. En cuanto a los botones de ON/OFF y Paro de emergencia estos se comunican directamente al ET200S ya que son entradas físicas.



Figura 45. Cableado de alimentación de luces piloto

Por último, se identifica los cables de los sensores y de la bomba, realizamos el cableado al tablero tomando en cuenta el color de sus cables y su datasheet.

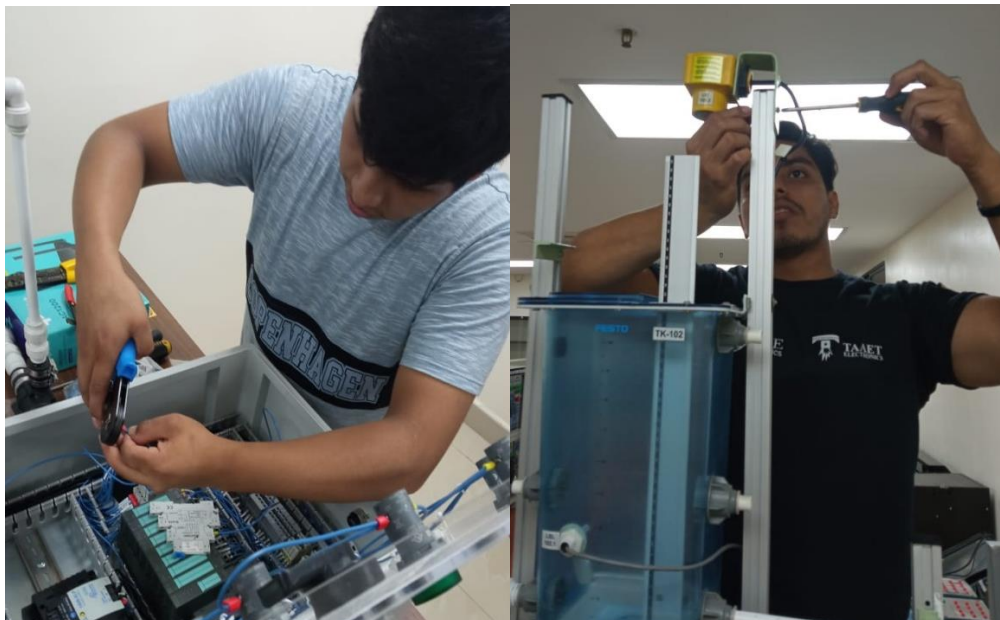


Figura 46. Machinado y Peinado del cableado de los sensores

V. CONFIGURACIÓN Y PROGRAMACIÓN DEL MAESTRO – ESCLAVO (ET200S)

A. CONFIGURACIÓN DE LA VISTA DE REDES

Se agregó el PLC S7 1500 en conjunto de la periferia descentralizada ET200S y HMI KTP700 BASIC; luego de haber agregado los equipos a la vista de redes se procedió a unirlos en red y configurar las direcciones IP.

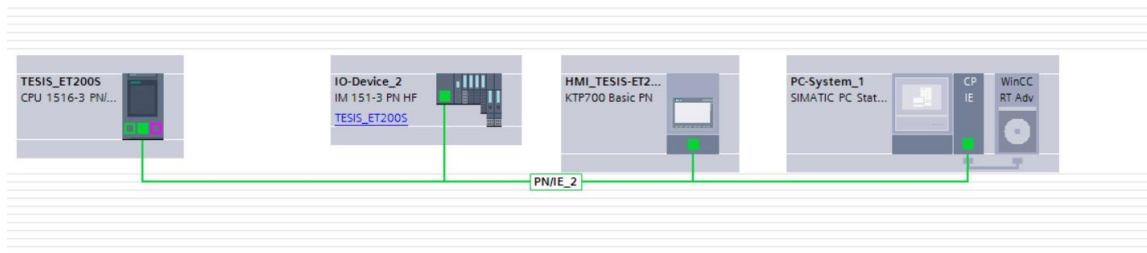


Figura 47. Vista de redes

La comunicación y conexión para la carga de la conexión será por medio de un ordenador cable de red al PLC y en el switch se conectará el HMI y el ET200S, así como se puede observar en la Figura 38.

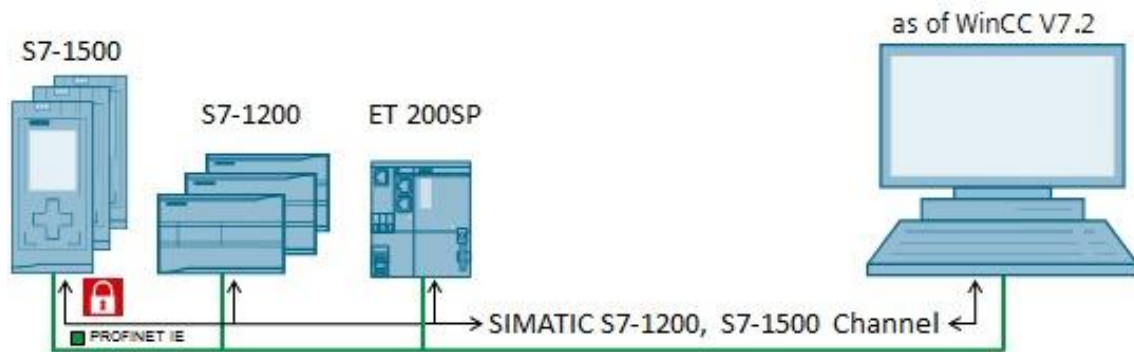


Figura 48. Comunicación Wincc (SIEMENS, 2022)

B. CONFIGURACION DEL HMI

1. Portada

La primera pantalla que se visualiza en el HMI presenta una plantilla diseñada con el título y el nombre del tutor. En ella, se encuentran tres botones principales: "NEXT", situado en la esquina inferior izquierda, que nos lleva a la simulación gráfica y prueba del proyecto; "AVISOS", que nos muestra las notificaciones y alertas del sistema y de la planta; y "GRAFICAS", que nos lleva a una representación gráfica del llenado del tanque 2 y el tiempo de accionamiento de la bomba. Por último, en la esquina inferior derecha se encuentra un botón que permite salir del sistema o apagarlo.



Figura 49. Portada HMI

Fuente: Autores

Además, es posible notar la presencia de cuatro cuadros identificados como F1, F2, F3 y F4, los cuales indican que no solo es posible utilizar los botones táctiles presentes en la pantalla para desplazarnos entre las diferentes pantallas, sino

que también es viable hacerlo mediante los botones físicos del HMI, permitiéndonos cambiar de pantalla de manera más sencilla.

Las botoneras mencionadas tienen la siguiente función:

- F1: portada
- F2: planta Festo
- F3: graficas
- F4: avisos y notificaciones

2. Planta Festo

En la segunda pantalla, se nos presenta una representación que guarda mucha similitud con la planta física implementada en la realidad, pues encontramos allí la representación de la bomba, las electroválvulas, los sensores capacitivos, el sensor de nivel y el sensor ultrasónico.

Además, en dicha pantalla, es posible encontrar un panel de control que nos permite encender y apagar el sistema encargado de controlar la planta. Por otro lado, se encuentra disponible un botón de parada de emergencia que puede ser utilizado en caso de cualquier eventualidad, acompañado de una luz piloto que indica el encendido del sistema

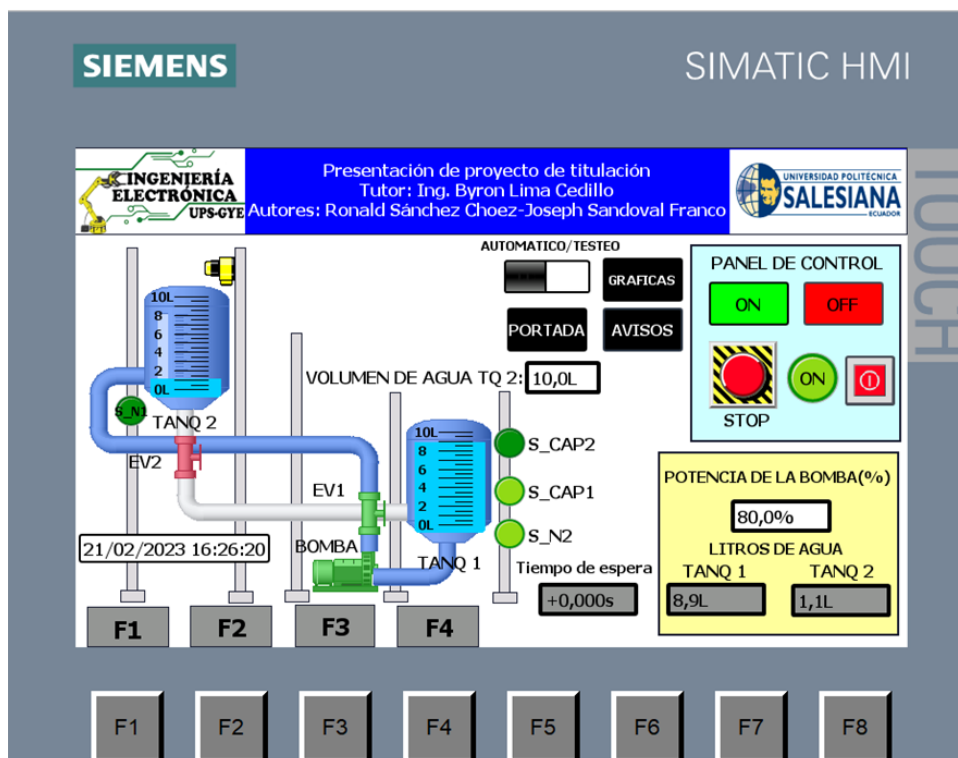


Figura 50. Planta Festo HMI en automático

Fuente: Autores

En la sección inferior del panel de color amarillo, podemos regular la potencia de la bomba de agua desde un valor de 0 a un máximo de 100%. Justo debajo, hay dos medidores que indican el nivel de agua en litros en los tanques, lo que nos permite supervisar el flujo de entrada y salida de agua. Además, podemos detectar los cambios en el nivel del agua en los tanques. También hay un indicador de tiempo de espera en un lado, que se utiliza cuando se activa el sistema de manera automática.

a) Automático

Para activar el sistema de manera automática, es necesario seguir los siguientes pasos:

1. Encender el sistema presionando el botón "ON".
2. Establecer la potencia deseada de la bomba.
3. Establecer la cantidad de agua que se desea transferir al tanque 2.

b) Testeo

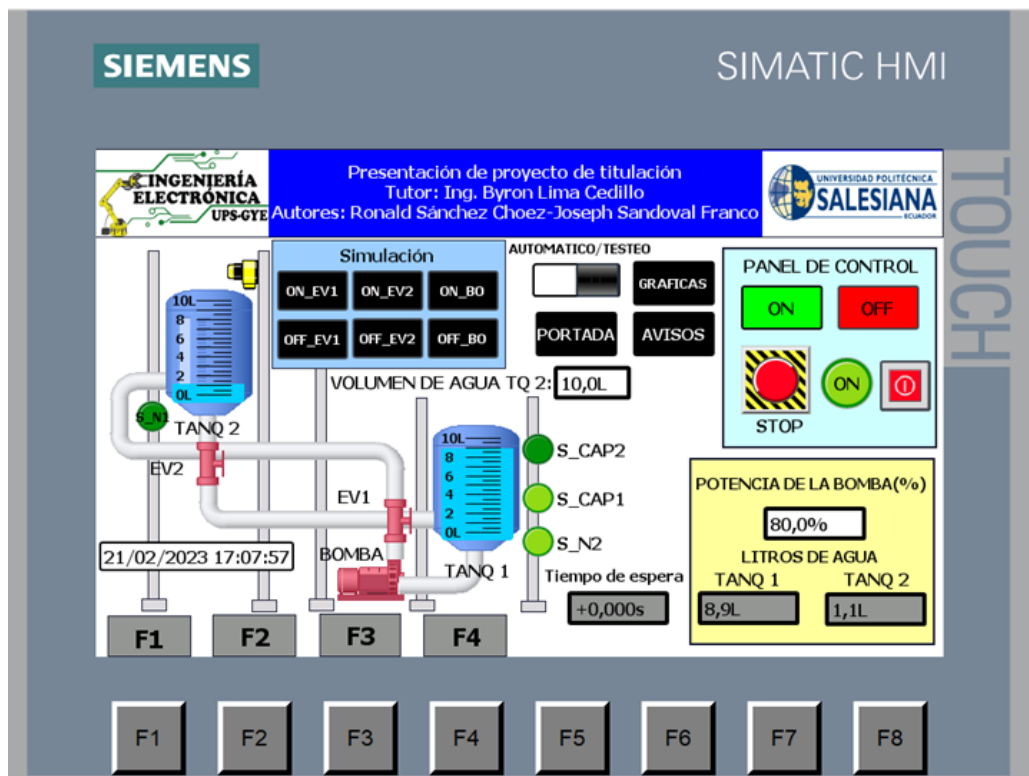
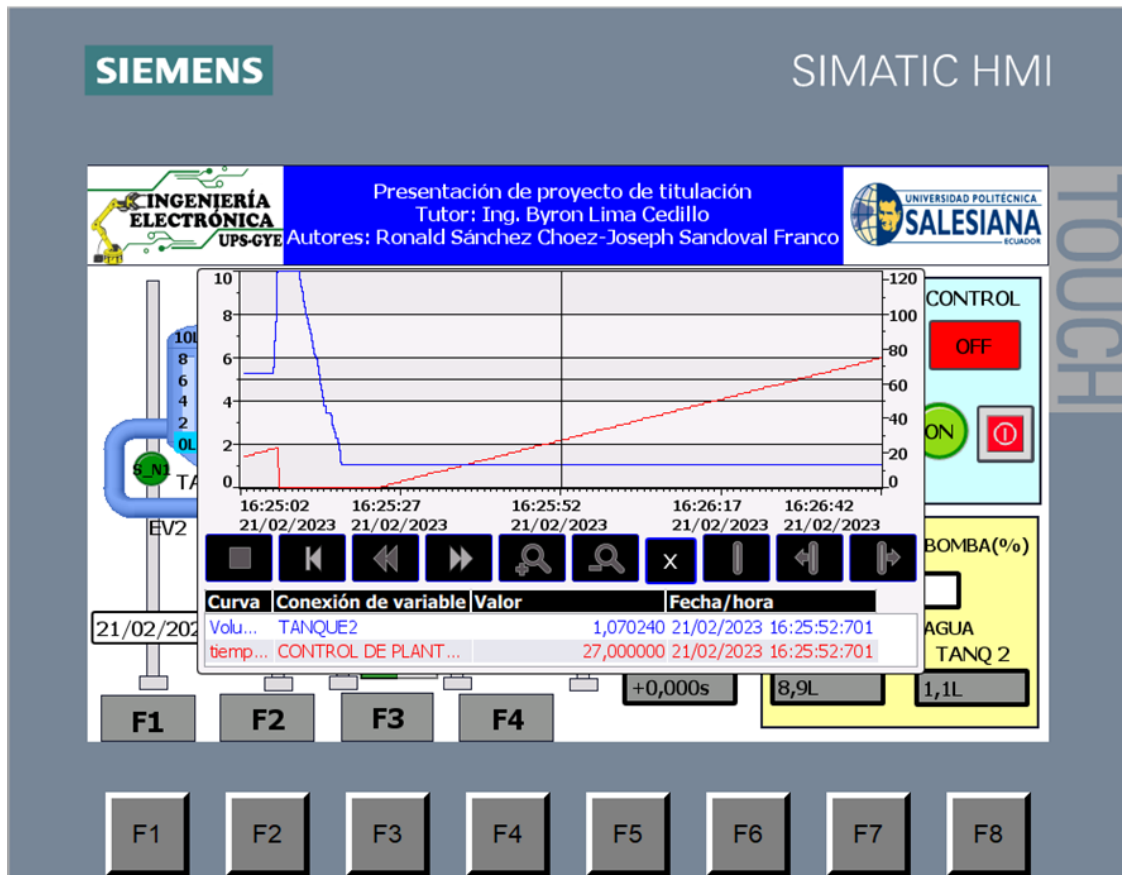


Figura 51. Planta Festo HMI en modo testeo

Fuente: Autores

Usando la sección de prueba del interruptor, es posible controlar y activar manualmente tanto las electroválvulas como la bomba.

3. Gráficas



Cuando se presiona sobre la imagen de la bomba en el panel, aparece una ventana con dos gráficos: uno que muestra la cantidad de litros de agua que se están transfiriendo al tanque y otro que muestra el tiempo de funcionamiento de la bomba en segundos simultáneamente.

De esta manera, se puede supervisar el tiempo que la bomba está activa para que el tanque se llene hasta la cantidad de litros deseados. La ventana es de rápida visualización y cuenta con su propia pantalla dedicada. Si se presiona la X, se cierra la ventana.

4. Notificación y avisos

Si se selecciona la válvula 1, se abre una ventana de alertas que se muestra de forma rápida en una pantalla dedicada para proporcionar información. Esta vista es de rápido acceso y si se presiona en la X, se cierra la ventana.

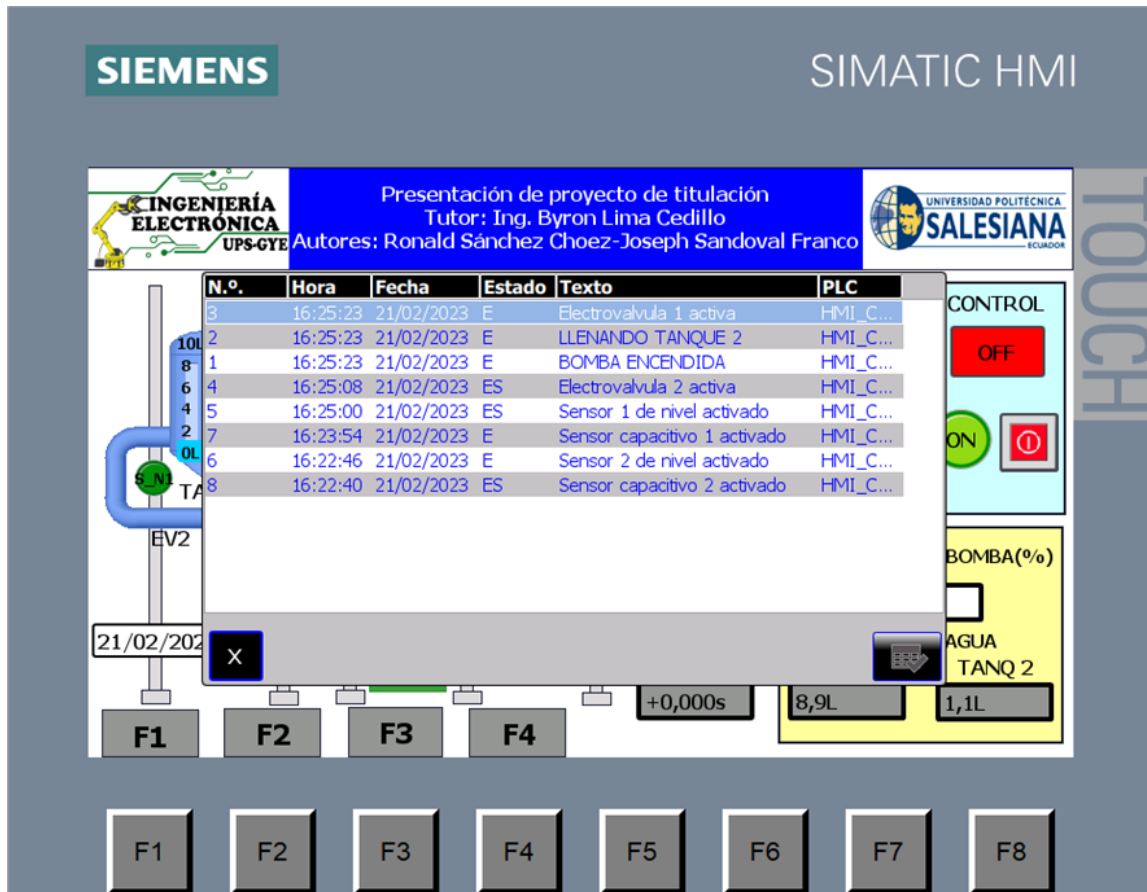


Figura 52. Notificaciones y avisos HMI

Fuente: Autores

En esta última ventana podemos ver los siguientes avisos:

- Activación de sensores de nivel
- Activación de sensores capacitivos
- Activación de la bomba y llenado de tanque
- Velocidad máxima y mínima de la bomba
- Activación de las electroválvulas
- Avisos de fallos de sistema o comunicación con el PLC

En la esquina superior derecha se ubican los botones que permiten volver a las pantallas previas, así como el botón conocido para salir del sistema.

VI. DESARROLLO DE PRÁCTICAS

A. PRÁCTICA 1: PRUEBA DE SENSORES, SOLENOIDES Y BOMBA

		FORMATO DE GUÍA DE PRÁCTICA DE LABORATORIO / TALLERES / CENTROS DE SIMULACIÓN – PARA DOCENTES	
CARRERA: Electrónica y Automatización industrial		ASIGNATURA: Automatización Industrial	
NRO. PRÁCTICA:	1	TÍTULO PRÁCTICA: Test y activación de sensores, solenoides y bomba	
OBJETIVO: OBJETIVO GENERAL. Observar el correcto funcionamiento de la bomba, solenoides y sensores OBJETIVOS ESPECÍFICOS: - Comprobar mediante la pantalla HMI la activación de los 2 solenoides - Comprobar el flujo de agua que envía la bomba al tanque 2.			
INSTRUCCIONES:		1. Cargar el HMI con la programación.	
		2. Activar el switch de la opción “TESTEO”	
ACTIVIDADES POR DESARROLLAR			
1. Activar mediante el HMI la bomba y electroválvula 1 llenando así el tanque 2 a 10 L.			
2. Llenar el tanque 1 de retorno todo el líquido que se encuentre en el tanque 2, activando la electroválvula 2			
RESULTADO(S) OBTENIDO(S): Programación con la resolución del ejercicio. Verificación de los resultados a través de módulo de experimentación.			
CONCLUSIONES: Los estudiantes estarán en capacidad de realizar la implementación de un programa, en un lenguaje de programación ladder, que permita probar de forma estructurada la bomba y solenoides.			
RECOMENDACIONES: Verificar que la luz piloto “ON” este encendida antes de testear.			

B. PRÁCTICA 2: CONTROL DE PLANTA FESTO UTILIZANDO PLC S7 1500, ET200S Y HMI

	FORMATO DE GUÍA DE PRÁCTICA DE LABORATORIO / TALLERES / CENTROS DE SIMULACIÓN – PARA DOCENTES
CARRERA: Electrónica y Automatización industrial	ASIGNATURA: Automatización Industrial
NRO. PRÁCTICA: 2	TÍTULO PRÁCTICA: Control automático del llenado de tanques.
OBJETIVO: OBJETIVO GENERAL. Realizar el control del llenado de tanques de forma automática OBJETIVOS ESPECÍFICOS: - Comprobar que el tanque 2 se llene al volumen indicado - Comprobar el tiempo de llenado del tanque 2 gráficamente que.	
INSTRUCCIONES:	1. Cargar el HMI con la programación.
	2. Activar el switch de la opción “AUTOMATICO”
	3. Llenar el tanque 1 al nivel de 10 L
	4. Ingresar el valor en volumen del llenado del tanque 2, la potencia en porcentaje de la bomba y pulsar el botón “ON” del HMI
ACTIVIDADES POR DESARROLLAR	
1. Activar el Paro de emergencia y observar si al quitarlo el ciclo de llenado continua	
2. Tomar muestra de tiempo del llenado de retorno del tanque 1 y realizar una comparación con el tiempo de llenado que muestra la gráfica del llenado de tanque 2.	
RESULTADO(S) OBTENIDO(S): Programación con la resolución del ejercicio. Verificación de los resultados a través de módulo de experimentación.	
CONCLUSIONES: Los estudiantes estarán en capacidad de realizar la implementación de un programa, en un lenguaje de programación ladder, que permita probar de forma estructurada el funcionamiento cíclico de un llenado de tanques.	
RECOMENDACIONES: Verificar que el agua del tanque 1 este activando la señal del sensor capacitivo 2 , de otro modo no iniciara el control.	

C. PRÁCTICA 3: CONTROL REMOTO PLANTA FESTO CON WEB SERVER

		FORMATO DE GUÍA DE PRÁCTICA DE LABORATORIO / TALLERES / CENTROS DE SIMULACIÓN – PARA DOCENTES
CARRERA: Electrónica y Automatización industrial		ASIGNATURA: Automatización Industrial
NRO. PRÁCTICA:	3	TÍTULO PRÁCTICA: Control de la planta mediante el Web Server
OBJETIVO: OBJETIVO GENERAL. Controlar la planta de llenado mediante el Web Server OBJETIVOS ESPECÍFICOS: - Comprobar la conexión en línea de la interfaz del Web Server y la planta - Activar la bomba y solenoide desde el Web Server		
INSTRUCCIONES:	1. Configurar el router con el IP del módulo del laboratorio de automatización industrial 2.	
	2. Cargar la programación al ET200S y HM.	
	3. Dirigirse a la IP principal del subordinado en cualquier navegador.	
	4. Ingresar las variables del HMI para el control.	
	5. Controlar la Planta desde el Web Server.	
ACTIVIDADES POR DESARROLLAR		
1. Realizar activación en modo “TESTEO”		
2. Realizar el control de la planta en modo “AUTOMATICO”		
RESULTADO(S) OBTENIDO(S): Programación con la resolución del ejercicio. Verificación de los resultados a través de módulo de experimentación.		
CONCLUSIONES: Los estudiantes estarán en capacidad de realizar la implementación de un programa, en un lenguaje de programación ladder, que permita probar de forma estructurada el funcionamiento de un llenado de tanques mediante el uso del Web Server.		
RECOMENDACIONES: Se recomienda cambiar la IP del router tplink en la configuración de LAN.		

VII. CRONOGRAMA Y ACTIVIDADES POR DESARROLLAR

ACTIVIDAD		N	D	E	F	M	A
		Meses					
		1	2	3	4	5	6
1	PRESENTACIÓN DEL ANTEPROYECTO	■					
2	CORRECCIÓN DEL ANTEPROYECTO	■					
3	APROBACIÓN DEL ANTEPROYECTO		■				
4	DEFINICIÓN, PRESUPUESTO, ARQUITECTURA		■				
5	COMPONENTES, TEORIA			■			
6	IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO				■		
7	REVISIÓN DEL PROYECTO				■		
8	MEJORAS DE IMPLEMENTACIÓN					■	
9	APROBACIÓN DEL PROYECTO DE GRADUACIÓN						■

VIII. PRESUPUESTO

Materiales	Precio	Cantidad	Total
Amarra color natural CSC CH 100X2.5MM	\$ 0,56	1	\$ 0,56
Auto perforante cabeza de lenteja	\$ 2,00	1	\$ 2,00
Base adhesiva CSC 20X20MM CV-100	\$ 2,49	1	\$ 2,49
Botella de diluyente	\$ 0,50	1	\$ 0,50
Cable EXT.FLEX. No 18AWG AZUL TFF	\$ 14,96	1	\$ 14,96
Canaletas DXN10042 25X40 COLOR GRIS(1000MM2)	\$ 4,81	1	\$ 4,81
Canaletas DXN10062 40X40 COLOR GRIS(1600MM2)	\$ 5,89	1	\$ 5,89
Cemento de contacto	\$ 1,35	1	\$ 1,35
Electrovalvula de 1/2 a 24 VDC	\$ 56,00	1	\$ 56,00
Gabinete PVC 500x400x175MM IP65	\$ 48,19	1	\$ 48,19
Luz 22MM LED ABB VERDE 24AC/DC	\$ 9,01	7	\$ 63,07
Marquilla tubular (1000 hasta 1062)	\$ 30,42	1	\$ 30,42
Modulo de entradas Analogicas ET200S 6ES7 134-4FB01-0AB0	\$ 274,66	1	\$ 274,66
Modulo de salidas Analogicas ET200S 6ES7 135-4FB01-0AB0	\$ 280,24	1	\$ 280,24
Pegatanque	\$ 6,00	2	\$ 12,00
Pernos y arandelas	\$ 3,00	1	\$ 3,00
Pintura evans aerosol	\$ 3,00	1	\$ 3,00
Placa de tesis	\$ 10,00	1	\$ 10,00
Puerta acrilico 40x50cm	\$ 44,80	1	\$ 44,80
Pulsador 22MM ABB Hongo rojo giro 1NO+1NC	\$ 12,95	1	\$ 12,95
Pulsador 22MM ABB Rasante verde 1NO	\$ 6,12	1	\$ 6,12
Riel din 35MM acero perforado en 5mm(1MT)	\$ 1,72	2	\$ 3,44
Sensor capacitivo 24VDC PNP	\$ 26,32	1	\$ 26,32
Terminal Puntera amarila 18 (100u)	\$ 4,14	1	\$ 4,14
Terminal Puntera doble 2x18 rojo(100u)	\$ 1,74	2	\$ 3,48
Union Aislada roja 22-18AWG(100u)	\$ 4,44	1	\$ 4,44
IVA 12%			\$ 90,97
Suma Total			\$ 1.009,80

IX. CONCLUSIONES

- El rediseño del control de la planta proporciono una omisión y accesibilidad al cableado entre los módulos del laboratorio de automatización industrial 2.
- Se logró adquirir los módulos de entradas y salidas analógicas para la comunicación entre el sensor ultrasónico y el control de potencia de la bomba.
- Se realizó con éxito una comunicación profinet entre el tablero de control y el PLC S7 1500.
- Se realizó un control en lazo cerrado para mantener el líquido en el tanque 2 y una vez llegado al volumen de agua ingresado, el agua retorna al tanque inicial, hasta que el sensor de nivel del tanque 2 se desactive. Entonces retorna el ciclo de manera indefinida.
- Se realizaron con asertividad todos los planos necesarios tanto de control, eléctrico, P&ID, 2D y -3D de AutoCAD.
- Las prácticas ejecutadas constaron y resultaron de 3 partes útiles y eficaces para comprender los sistemas de control en lazo cerrado, control con el HMI y comunicación remota.

X. RECOMENDACIONES

- Se recomienda cuidadosamente que, al adquirir una electroválvula para el montaje de proyectos en pequeña escala como esta, que requieran una bomba con presión de 3 PSI, se elijan aquellos solenoides que sean compatibles con presiones en rangos de 0 a 4 PSI o 10 PSI, una solenoide directa. Esto se debe a que, en nuestro caso, tuvimos problemas al comprar una electroválvula diseñada para presiones de alrededor de 25 a 30 psi, misma que funciona para el servicio público de agua.
- Debido a que el sensor ultrasónico se encuentra detectando liquido en el tanque 2, se notó que este funciona de manera inversa al momento de programar su función “a mayor distancia mayor voltaje y viceversa” entonces, se recomienda realizar una resta del valor que detecta el sensor con una constante del valor máximo que llena el tanque, en este caso 10L.

XI. BIBLIOGRAFÍA

- Aotewell Automation. (2021). *Aotewell*. Obtenido de Aotewell: <https://www.aotewell.com/categories/siemens-simatic-et-200s-technical-specifications>
- arco. (2 de Marzo de 2020). *arco*. Obtenido de <https://blog.valvulasarco.com/electrovalvulas-que-es-y-para-que-sirve>
- Arsercontrol. (2019). *Arsercontrol*. Obtenido de <https://www.arsercontrol.com/automatizacion-de-procesos-industriales-2/>
- Autycom. (22 de Julio de 2020). *autycom*. Obtenido de <https://www.autycom.com/tia-portal-vs-simatic-manager/#:~:text=%C2%BFQu%C3%A9%20es%20Totally%20Integrated%20Automation,las%20necesidades%20de%20la%20aplicaci%C3%B3n.>
- cidta. (2021). *cidta*. Obtenido de https://cidta.usal.es/cursos/calidad/modulos/curso/uni_07/u7c2s3.htm
- distritec. (15 de Octubre de 2020). *distritec*. Obtenido de <https://www.distritec.com.ar/que-es-una-electrovalvula-y-para-que-sirve/>
- eicos. (20 de Septiembre de 2019). *eicos*. Obtenido de <http://www.eicos.com/datos-tecnicos/que-es-un-sensor-de-nivel/>
- elion. (2022). *elion*. Obtenido de <https://www.elion.es/aplicaciones/control-de-nivel-con-sensores-de-ultrasonido/>
- Gandhi, M. (19 de Noviembre de 2019). *autycom*. Obtenido de <https://www.autycom.com/que-es-un-sensor-ultrasonico-y-para-que-sirve/>
- inductiveautomation. (10 de Agosto de 2018). *inductiveautomation*. Obtenido de <https://www.inductiveautomation.com/resources/article/what-is-hmi>
- INGELCOM. (2022). *INGELCOM*. Obtenido de <https://www.ingelcom.com.ec/blog/blog-1/post/paneles-basicos-simatic-hmi-25>
- mechatronic Store. (18 de noviembre de 2019). *mechatronicstore*. Obtenido de <https://www.mechatronicstore.cl/sensor-de-nivel-de-agua-flotador-zpc5/>
- Ogata, K. (2010). *biblioteca*. Obtenido de <https://biblioteca.cio.mx/ebooks/e0213.pdf>
- Pacheco, J. (20 de Mayo de 2022). *webyempresas*. Obtenido de <https://www.webyempresas.com/proceso-industrial/>
- promaindustrial. (2017). *Proma industrial*. Obtenido de <http://promaindustrial.com/producto/plc-s7-1500/#:~:text=La%20serie%20de%20controladores%20SIMATIC,m%C3%A1quinas%20y%20sistemas%20de%20automatizaci%C3%B3n.>
- rechner-sensors. (20 de ENERO de 2020). Obtenido de <https://www.rechner-sensors.com/es/documentacion/knowledge/sensor-capacitivo>
- redhat. (29 de Enero de 2018). Obtenido de redchat: <https://www.redhat.com/es/topics/automation/whats-it-automation>

revistas.ulima.edu.pe. (20 de Marzo de 2021). *industriaalimentaria*. Obtenido de <https://www.industriaalimentaria.org/blog/contenido/control-de-procesos-industriales#:~:text=El%20control%20de%20procesos%20industriales,empresa%20por%20lote%20de%20producci%C3%B3n>.

Sandoval, R. S. (2023). *Ecuador Patente n° 1*.

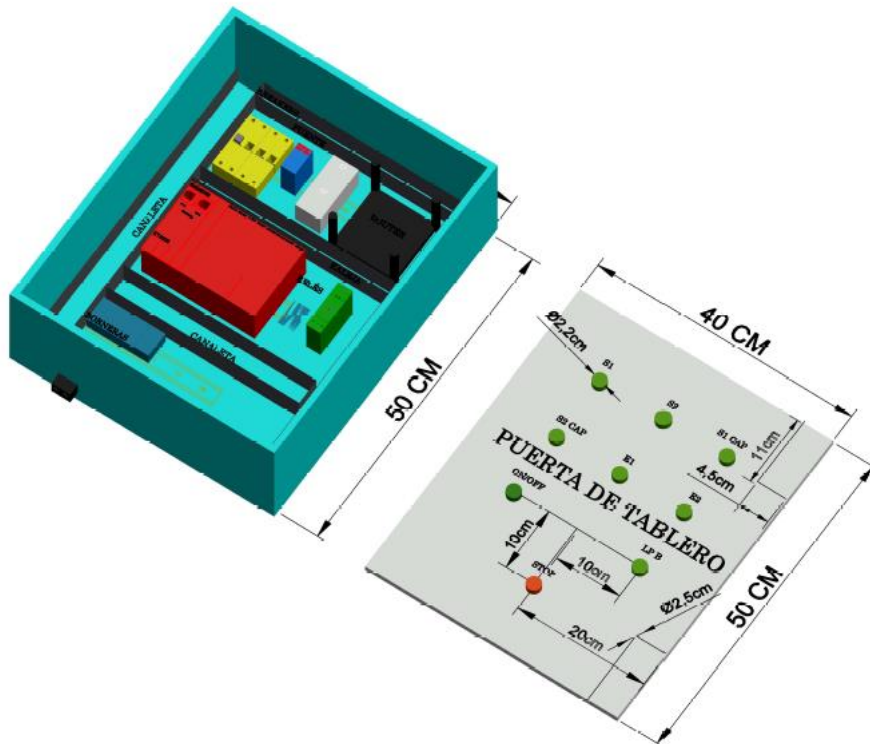
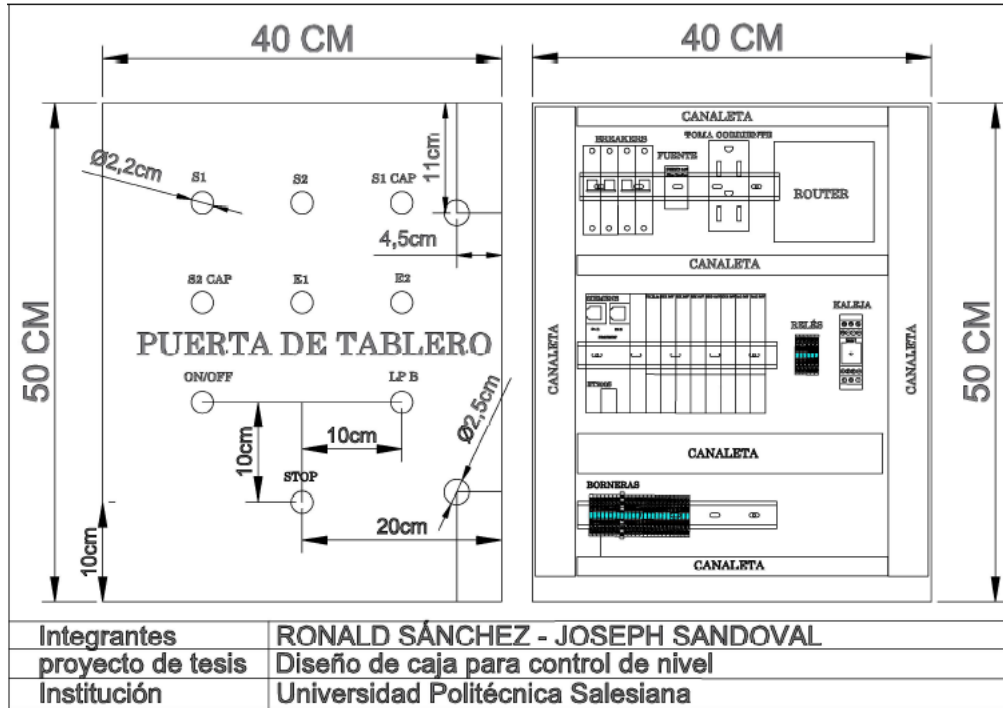
Siemens. (20 de Agosto de 2008). Obtenido de support.automation: (<http://support.automation.siemens.com/WW/view/es/1144348>)

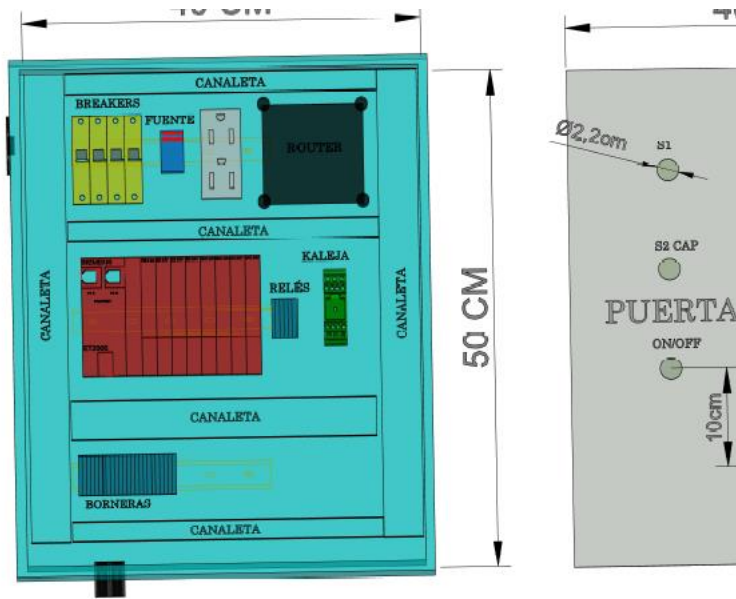
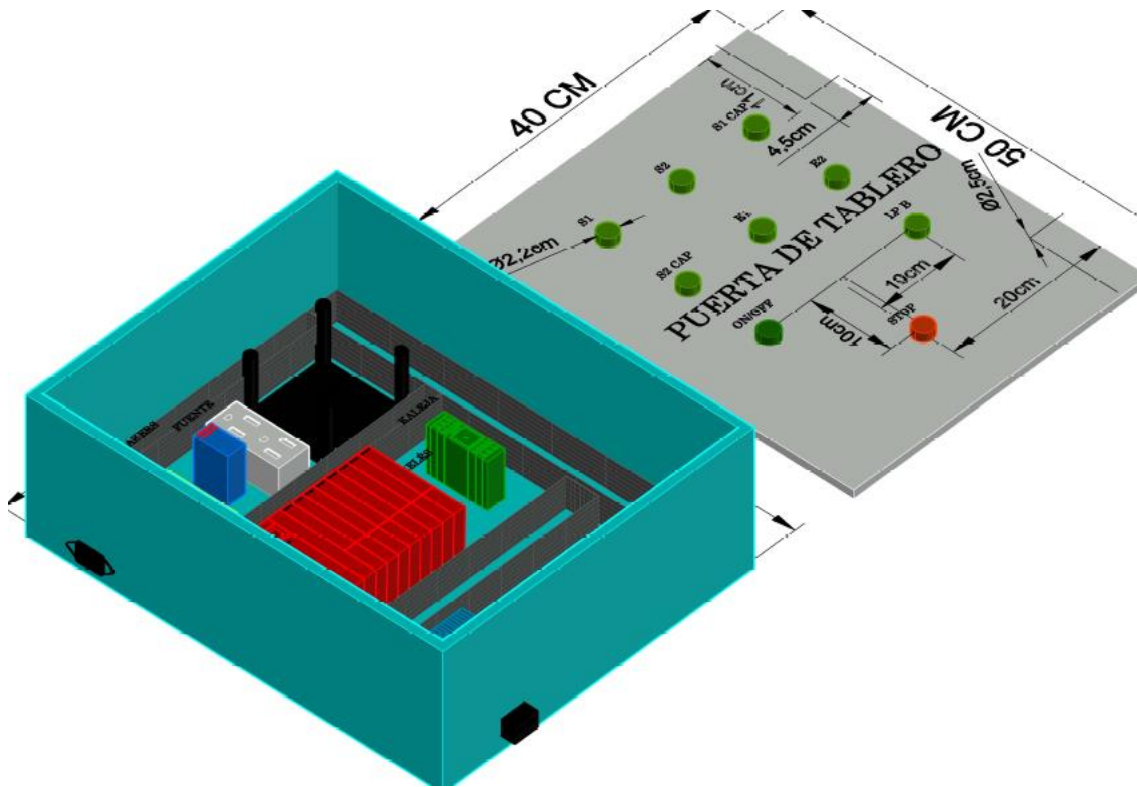
SIEMENS. (17 de 10 de 2022). *SIEMENS*. Obtenido de <https://support.industry.siemens.com/cs/document/101908495/comunicaci%C3%B3n-wincc-para-s7-1200-s7-1500-y-et-200sp?dti=0&lc=es-CL>

Universidad de Vigo. (2019). *DTE*. Obtenido de http://dte_recursos.webs.uvigo.es/recursos/multimedia/capacitivos/funcionamiento/_funcionamiento.htm

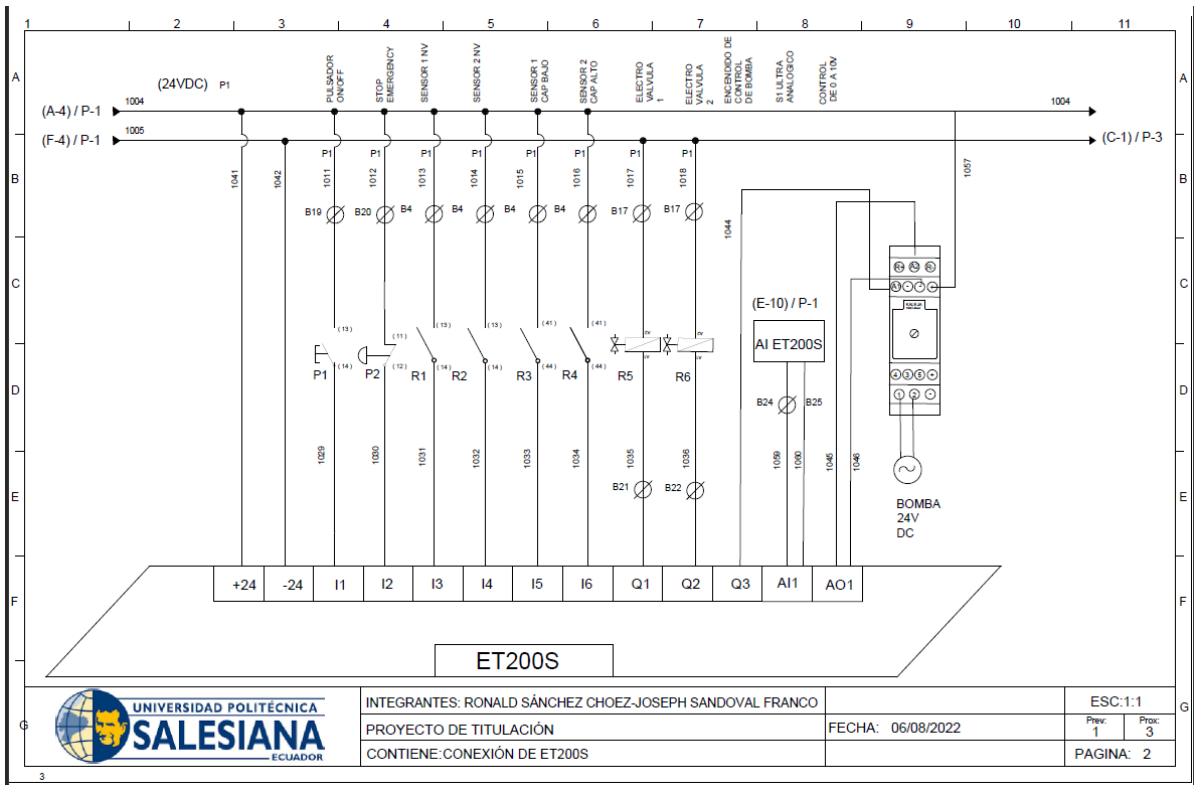
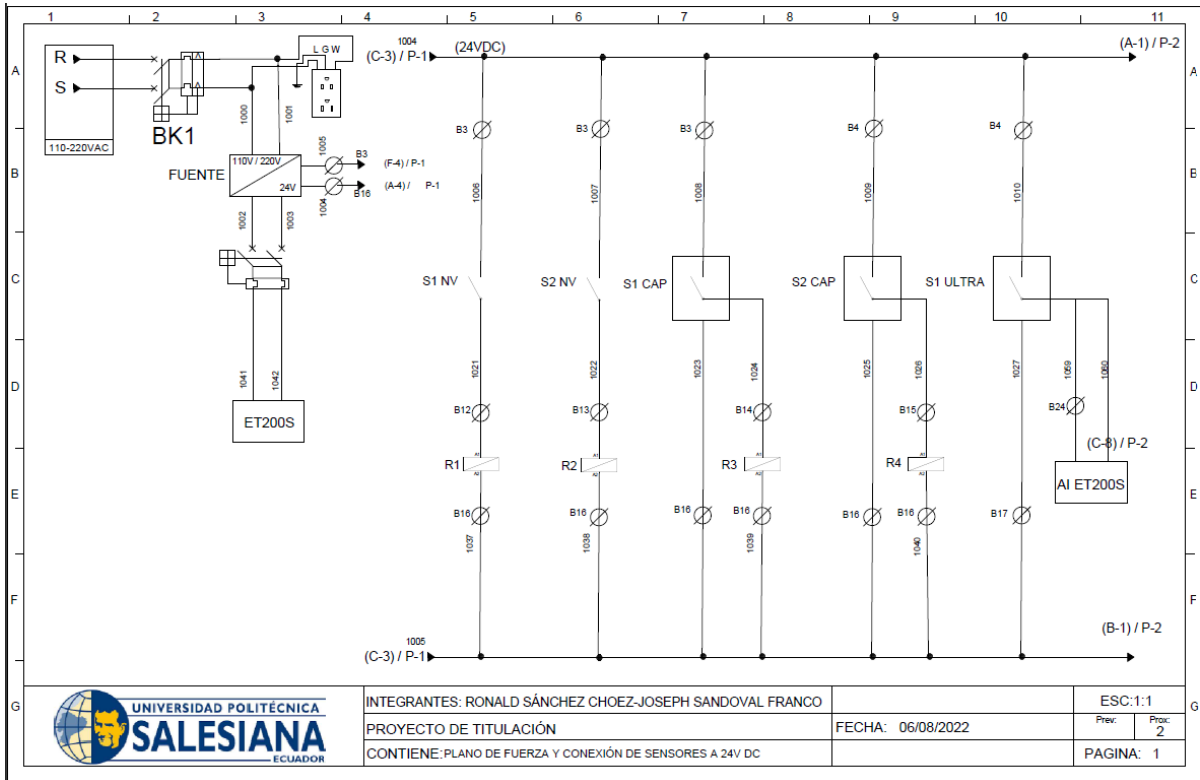
XII. ANEXOS

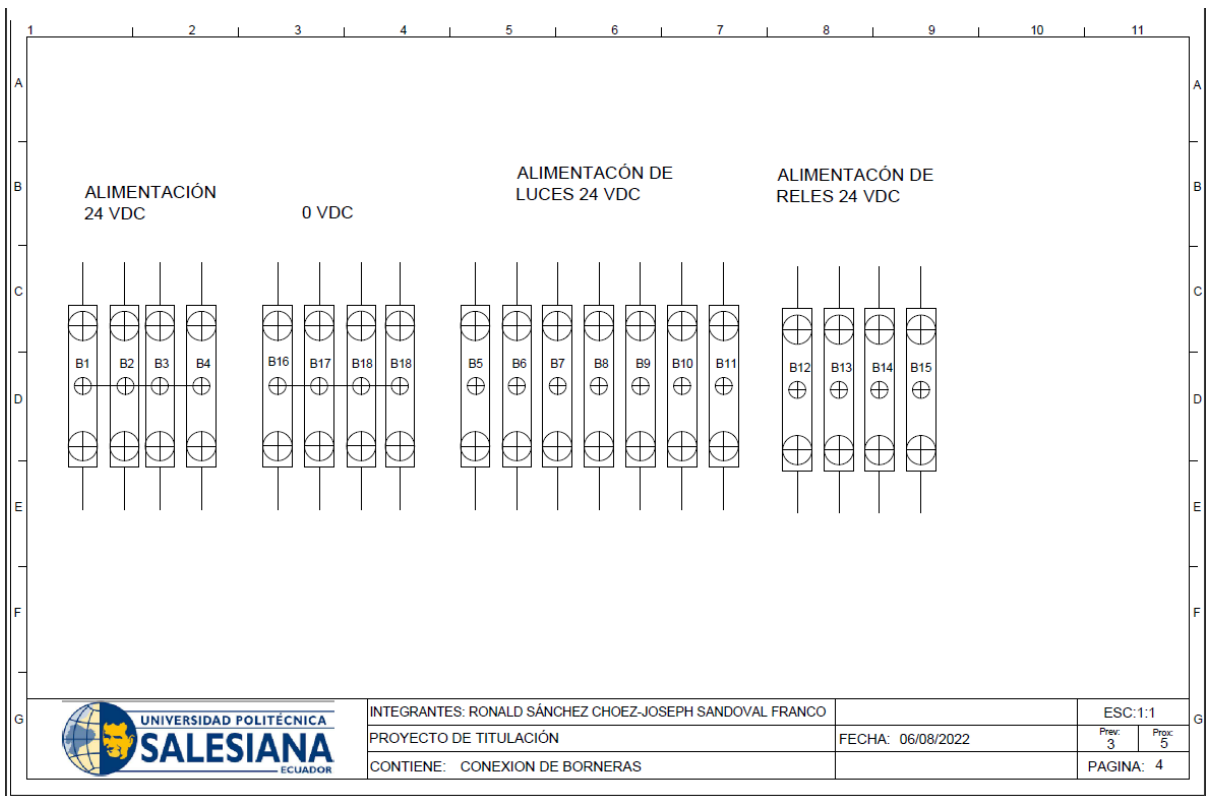
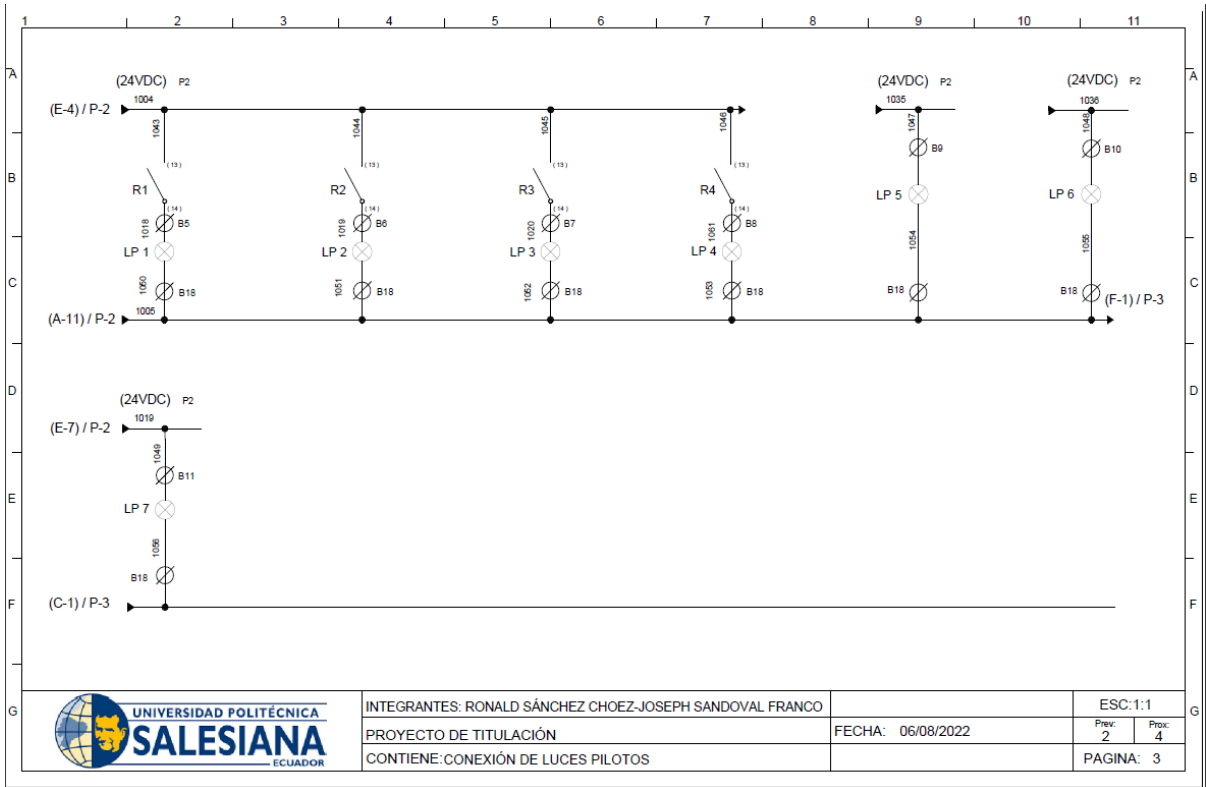
A. DISEÑO DE LA CAJA DE CONTROL EN AUTOCAD

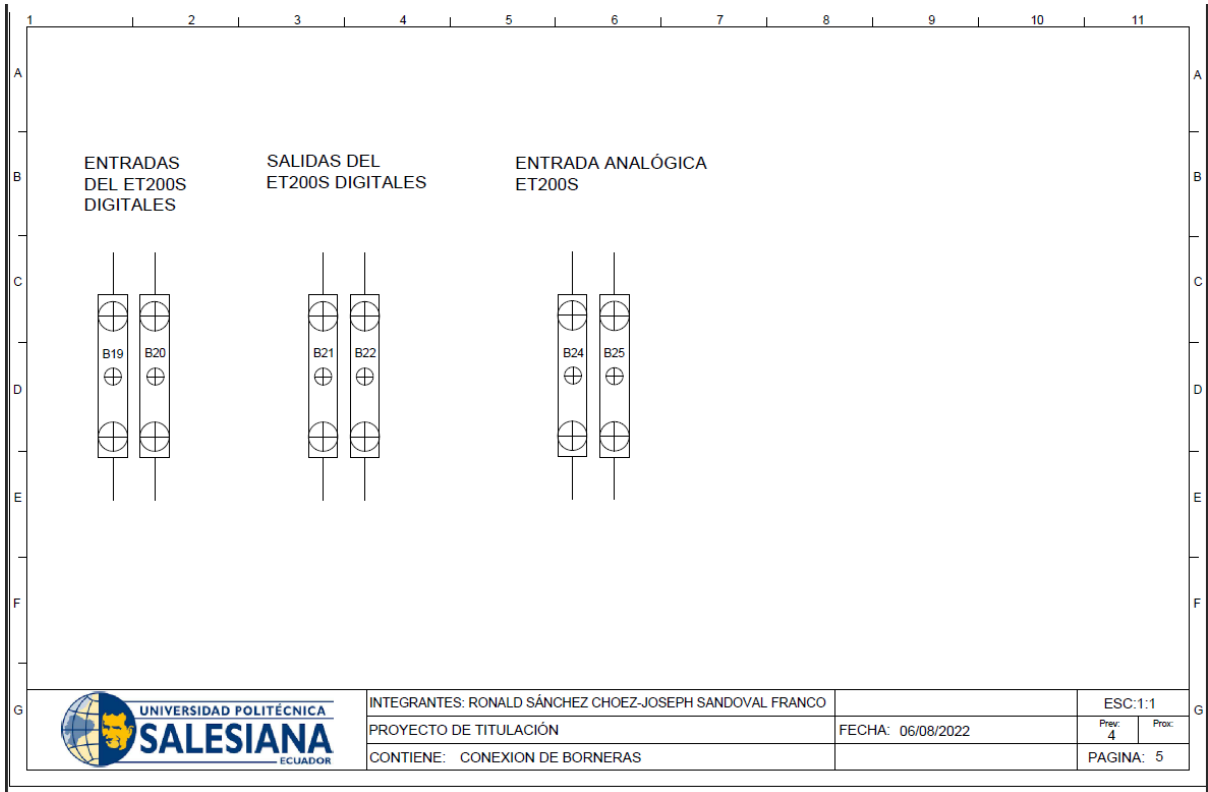


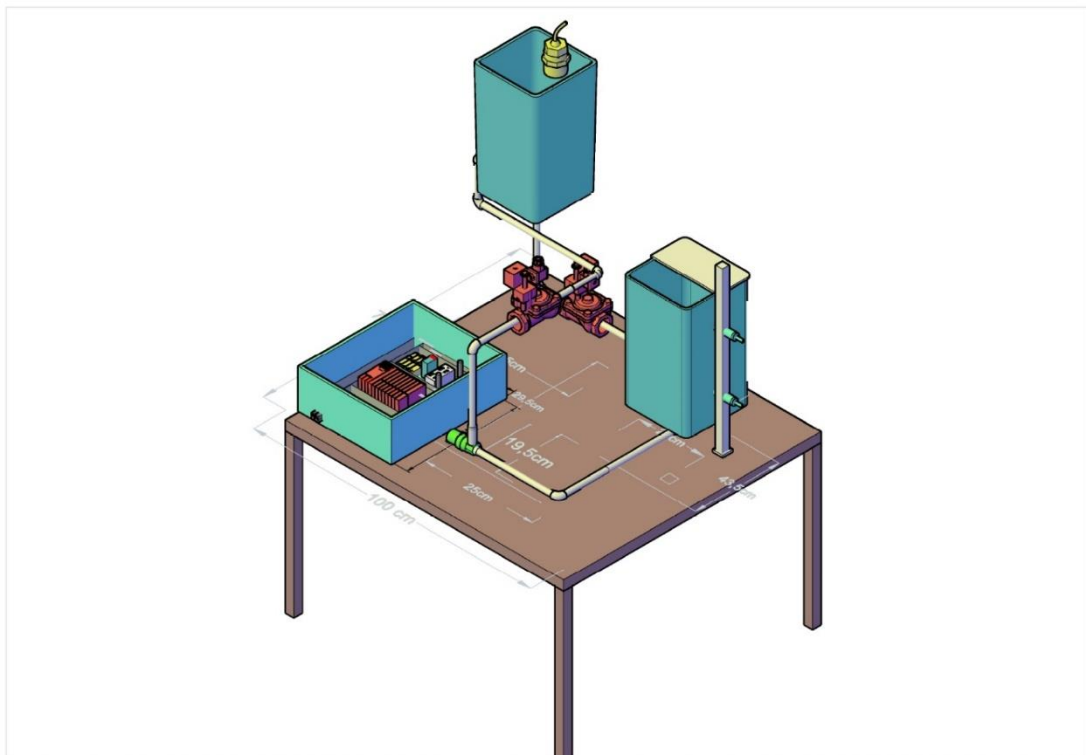
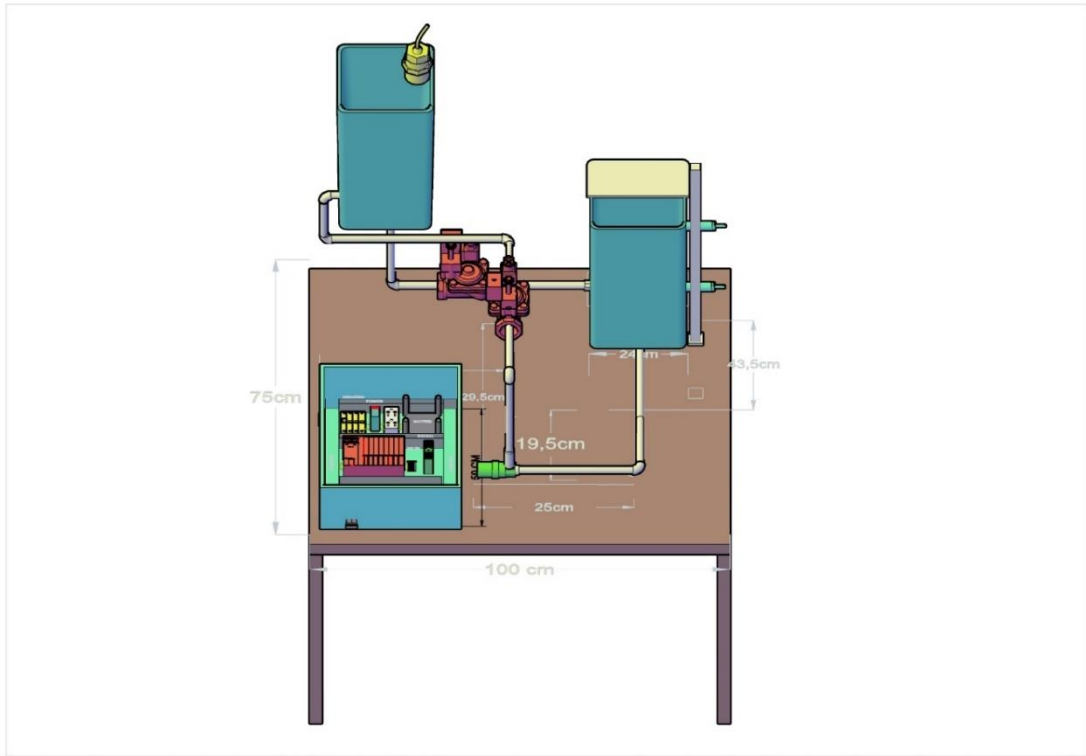


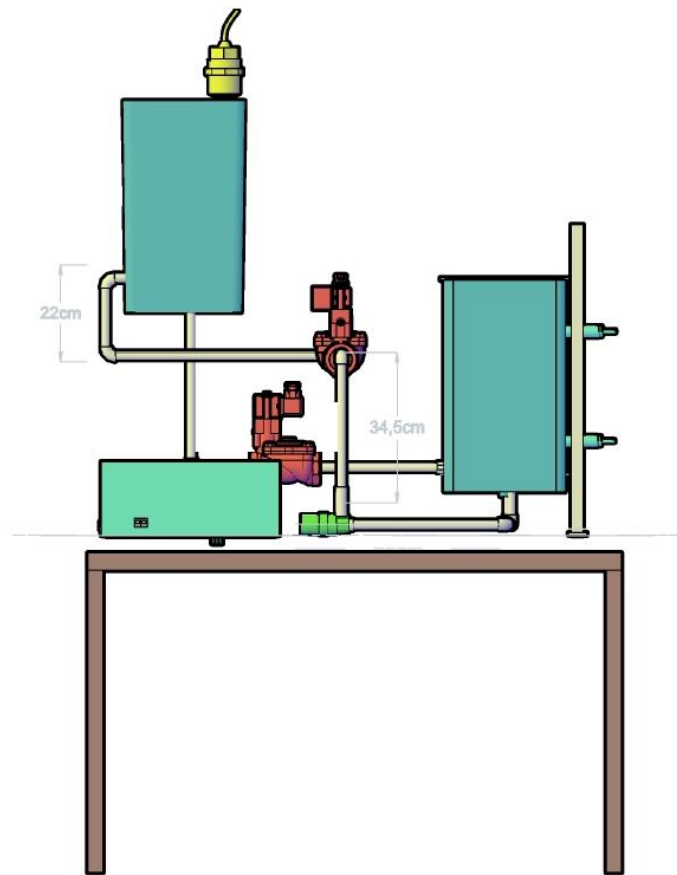
B. DISEÑO DE CIRCUITO DE CONTROL EN AUTOCAD











INTEGRANTES	JOSEPH SANDOVAL – RONALD SÁNCHEZ
PROYECTO DE TESIS	DISEÑO DE PLANTA FESTO PARA CONTROL DE NIVEL
INSTITUCIÓN	UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

D. DISEÑO DE P&ID

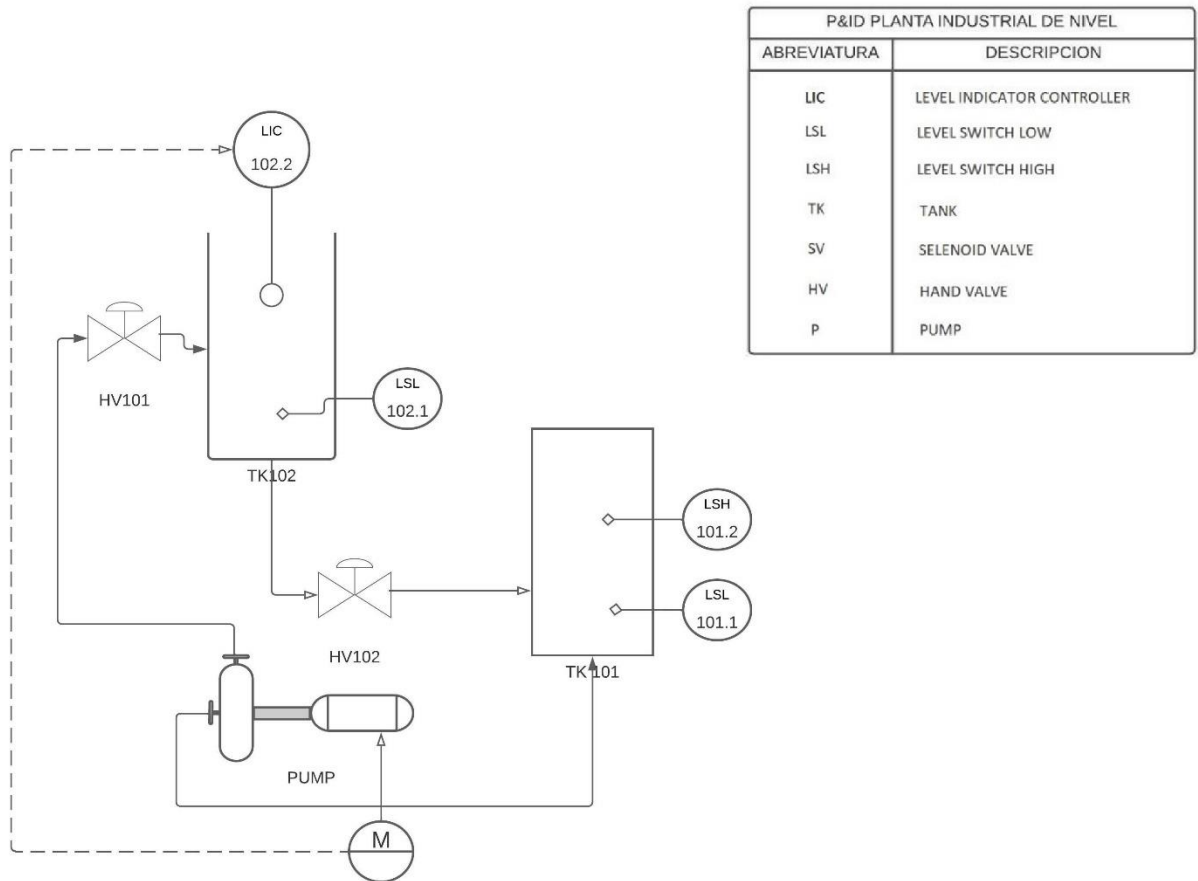


Figura 53. P&ID en Lucidchart

Fuente: Autores

E. PROGRAMACION EN TIA PORTAL V15.1

Totally Integrated Automation Portal										
CONTROL DE PLANTA FESTO [FB1]										
CONTROL DE PLANTA FESTO Propiedades										
General										
Nombre	CONTROL DE PLANTA FESTO		Número	1		Tipo	FB		Idioma	KOP
Numeración	Automático									
Información										
Título	PROYECTO DE TITULACIÓN 2023	Autor				Comentario	Autores: RONALD SÁNCHEZ CHOEZ JOSEPH SANDOVAL FRANCO		Familia	
Versión	0.1	ID personaliza- do								
Nombre	Tipo de datos	Valor predet.	Remanencia	Accesible desde HMI/OPC UA	Es-cribi-ble desde HMI/OPC UA	Visible en HMI Engi- neering	Valor de ajuste	Supervi- sión	Comentario	
▼ Input										
Sensor nivel 1	Bool	false	No remanente	True	True	True	False			
Sensor nivel 2	Bool	false	No remanente	True	True	True	False			
SENSOR CAP 1	Bool	false	No remanente	True	True	True	False			
SENSOR CAP 2	Bool	false	No remanente	True	True	True	False			
ON/OFF	Bool	false	No remanente	True	True	True	False			
SENSOR ULTRASONICO	UInt	0	No remanente	True	True	True	False			
STOP	Bool	false	No remanente	True	True	True	False			
▼ Output										
ELEC_VALVULA_1	Bool	false	No remanente	True	True	True	False			
ELEC_VALVULA_2	Bool	false	No remanente	True	True	True	False			
BOMBA_ON	Bool	false	No remanente	True	True	True	False			
POTENCIA BOMBA	UInt	0	No remanente	True	True	True	False			
▼ InOut										
START_HMI	Bool	false	No remanente	True	True	True	False			
STOP_HMI	Bool	false	No remanente	True	True	True	False			
ON	Bool	false	No remanente	True	True	True	False			
SIM_HMI	Bool	false	No remanente	True	True	True	False			
ACT_EV1	Bool	false	No remanente	True	True	True	False			
ACT_EV2	Bool	false	No remanente	True	True	True	False			
DESA_EV1	Bool	false	No remanente	True	True	True	False			
DESA_EV2	Bool	false	No remanente	True	True	True	False			
ACT_BOMB	Bool	false	No remanente	True	True	True	False			
DESA_BOMB	Bool	false	No remanente	True	True	True	False			
VELOCIDAD_BOMB	Real	0.0	No remanente	True	True	True	False			
NIVEL_AGUA	Real	0.0	No remanente	True	True	True	False			
PARO_HMI	Bool	false	No remanente	True	True	True	False			
▼ Static										
Aux	Bool	false	No remanente	True	True	True	False			
START	Bool	false	No remanente	True	True	True	False			
PARO	Bool	false	No remanente	True	True	True	False			
OFF	Bool	false	No remanente	True	True	True	False			
SENSOR_ON	Bool	false	No remanente	True	True	True	False			
Mayor_LA	Bool	false	No remanente	True	True	True	False			
VELO_NORM	Real	0.0	No remanente	True	True	True	False			
SEN_1	Bool	false	No remanente	True	True	True	False		Auxiliar para set y reset de sensor nivel 1	
Aux_1	Bool	false	No remanente	True	True	True	False			
ULTRA_NORM	Real	0.0	No remanente	True	True	True	False			
AGUA_OUT	Real	0.0	No remanente	True	True	True	False		el volumen de agua de salida que queremos en el tanque 2	
TIEMPO_ESPERA	DInt	0	No remanente	True	True	True	False		tiempo de espera que inicie el proceso automatico	
Volumen_stop	Bool	false	No remanente	True	True	True	False		restriccion para que la bomba no se quede sin agua y entre aire	
TIME_BOMBA	DInt	0	No remanente	True	True	True	False			
Time_norm	Real	0.0	No remanente	True	True	True	False			
TIME_OUT	Real	0.0	No remanente	True	True	True	False			
time_norm2	Real	0.0	No remanente	True	True	True	False			
Tiempo_espera_out	Real	0.0	No remanente	True	True	True	False			
Temp										
Constant										
Segmento 1: control de encendido										
Control de encendido y apagado por un solo pulsador										

Main [OB1]

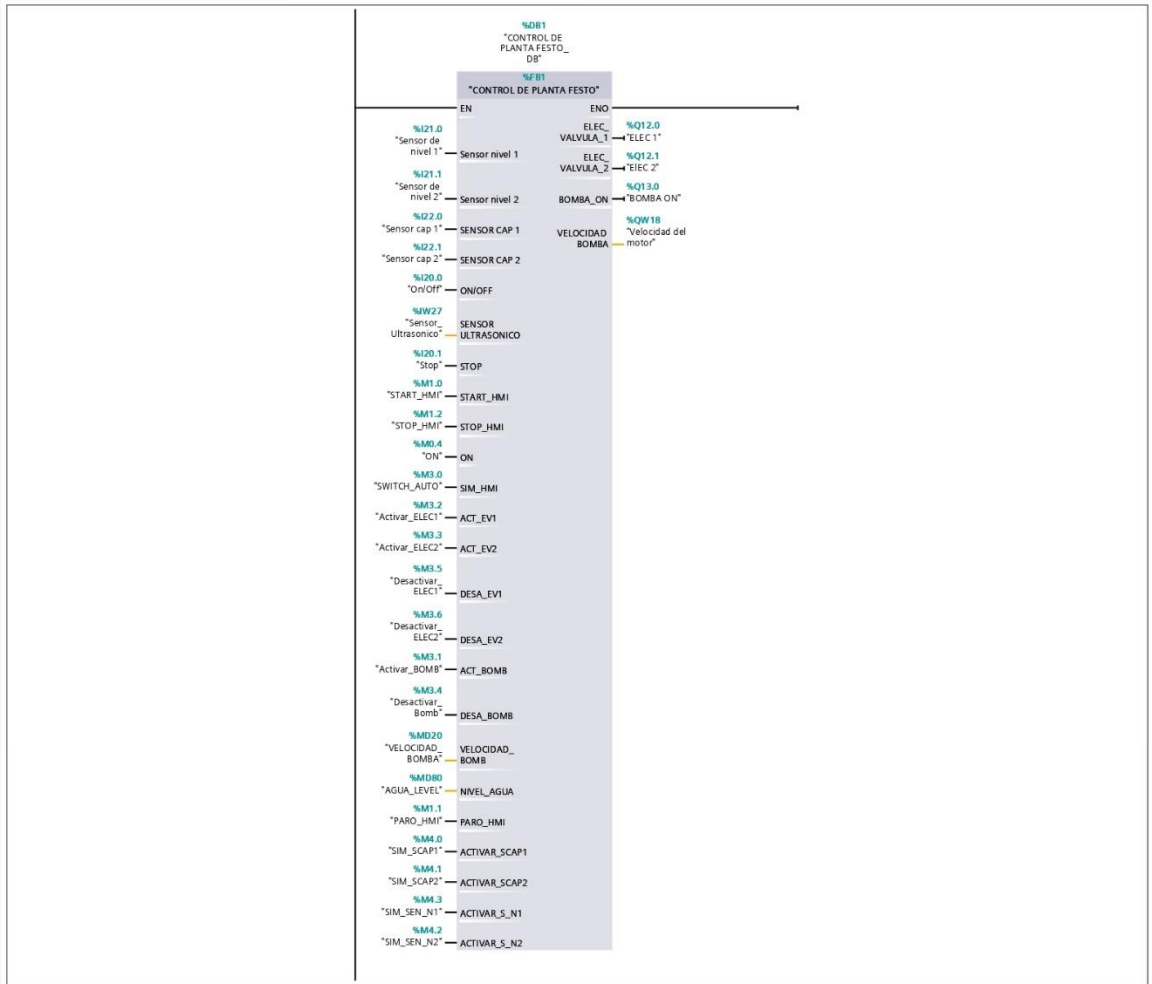
Main Propiedades

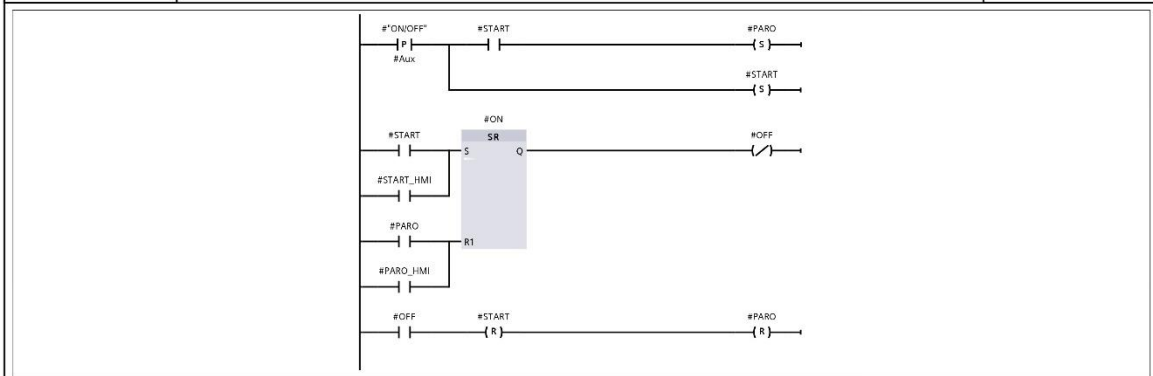
General								
Nombre	Main	Número	1	Tipo	OB	Idioma	KOP	
Numeración	Automático							
Información								
Título	PROGRAMACIÓN PARA CONTROL DE LLENADO DE TANQUES TESTIS	Autor		Comentario	Autores:Ronald Sánchez Chóez- Joseph Sandoval Franco		Familia	
Versión	0.1	ID personalizado						

Nombre	Tipo de datos	Valor predet.	Comentario
▼ Input			
Initial_Call	Bool		Initial call of this OB
Remanence	Bool		=True, if remanent data are available
Temp			
Constant			

Segmento 1: Bloque de funcion FB control de planta festo

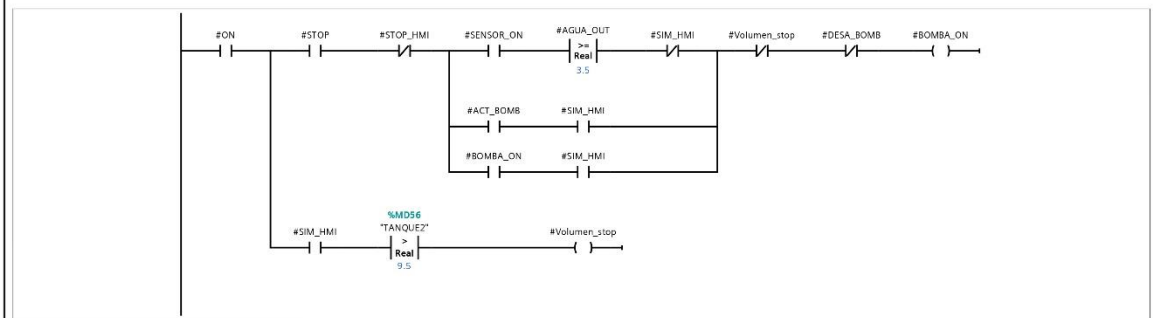
Autores:Ronald Sánchez Chóez- Joseph Sandoval Franco



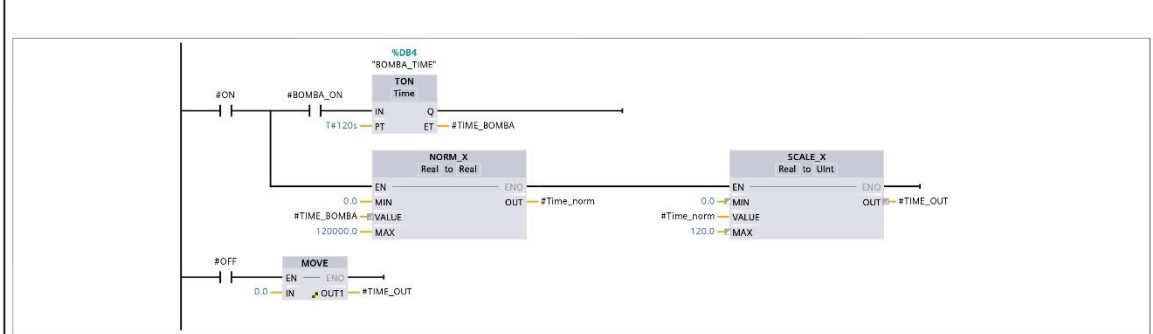


Segmento 2: control de encendido de bomba con los sensores

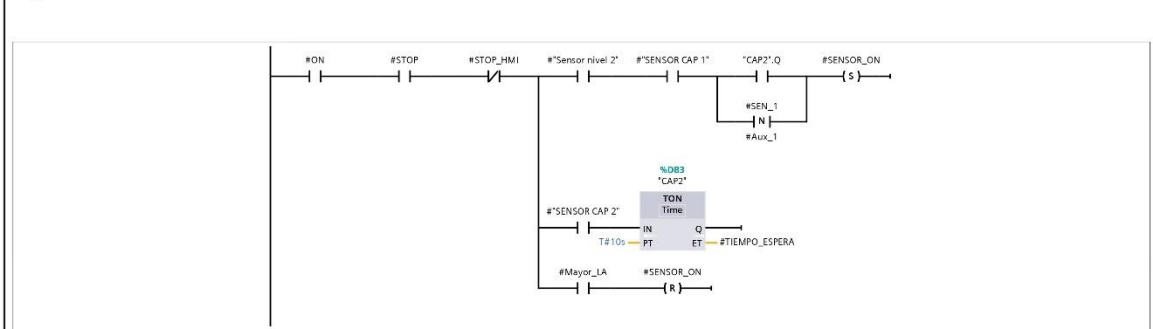
la bomba funcionara cuando el tanque 1 este lleno y los sensores lo hayan detectado



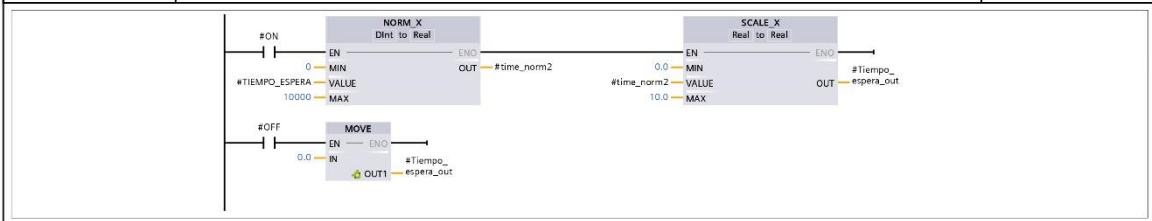
Segmento 3: Tiempo que pasa activa la bomba



Segmento 4: Control de sensores



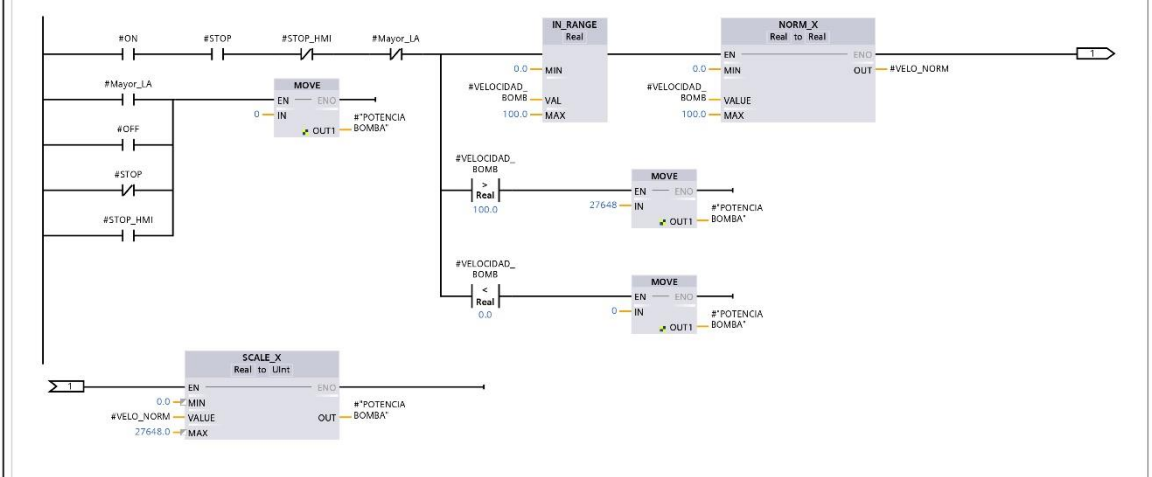
Segmento 5: Tiempo de espera para que inicie el proceso una vez llenado el tanque principal por completo tanque 1



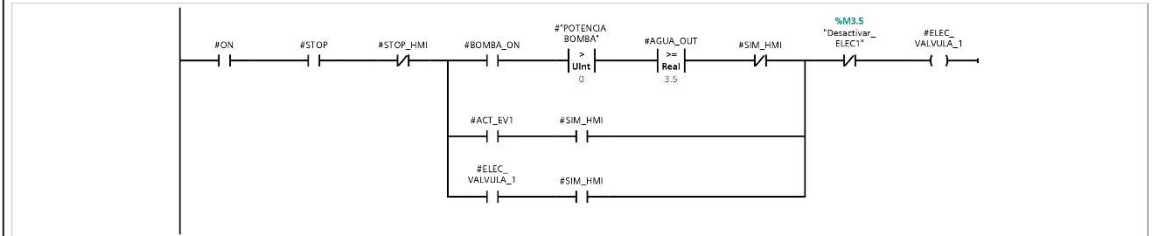
Segmento 6: control de potencia de la bomba

en este apartado podemos controlar la potencia de la bomba y en caso de que se llegue a poner un valor fuera de rango de lo 10 voltios se activa un saturador, que solo pondra el maximo permitido solo 100%

Segmento 6: control de potencia de la bomba

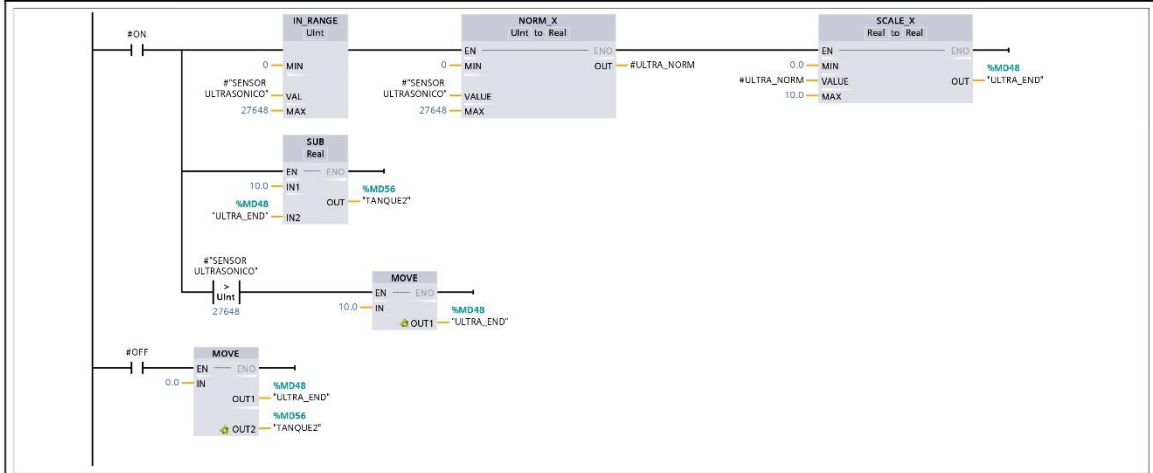


Segmento 7: control de electrovalvula 1



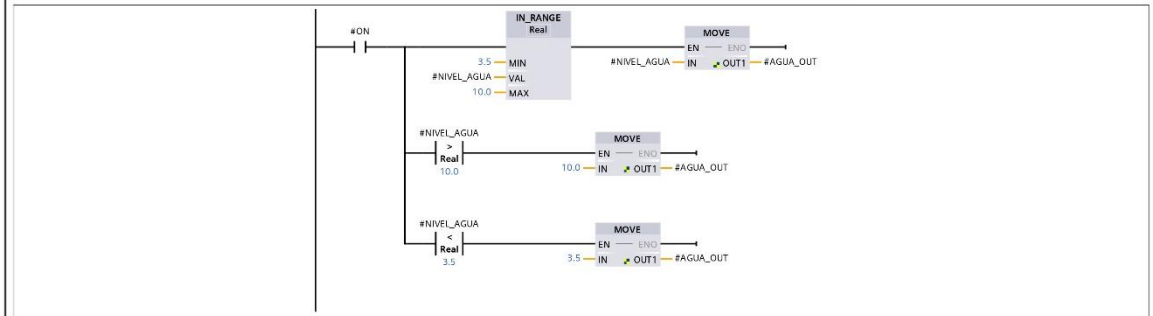
Segmento 8: control de sensor ultrasonico

0 a 10 litros de agua debido a que el sensor hace un proceso inverso de detectar por las ondas a mayor distancia mayor voltaje y a menor distancia menor voltaje entonces cuando el tanque este lleno tendria cero voltios lo que seria 10 litros de agua pero al estar vacio el tanque al tener mayor distancia tendria 10 voltios lo que seria 0 litros de agua para obtener el valor real en la practica se procede a realizar una resta del valor que detecta el sensor con una contante del maximo que llega el tanque en este caso 0 10 litros de agua



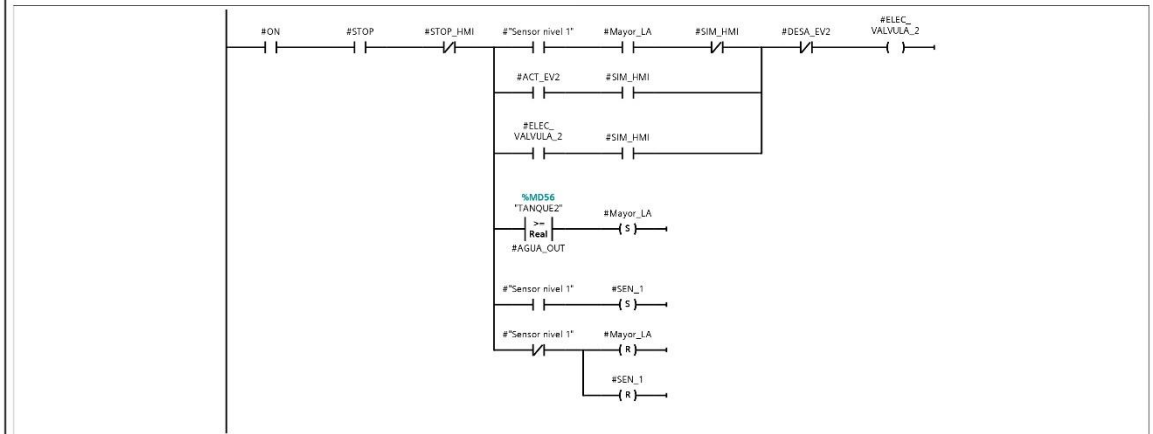
Segmento 9: Nivel de volumen de agua del tanque

Hasta que nivel de volumen de quiero que llene el tanque

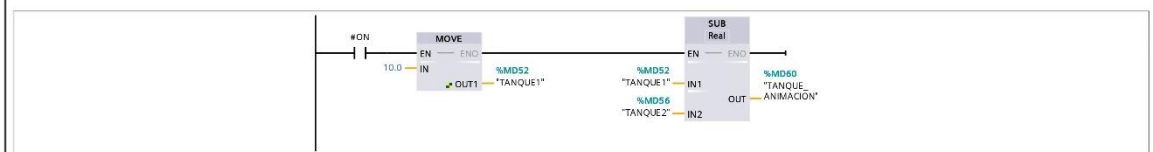


Segmento 10: control de electrovalvula 2

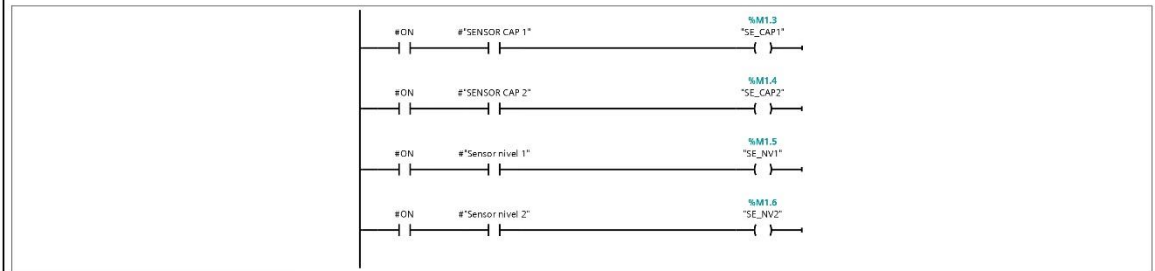
la valvula 2 se activara cuando se haya activado el sensor de nivel 1 y el nivel de la agua sea mayor a 8 litros



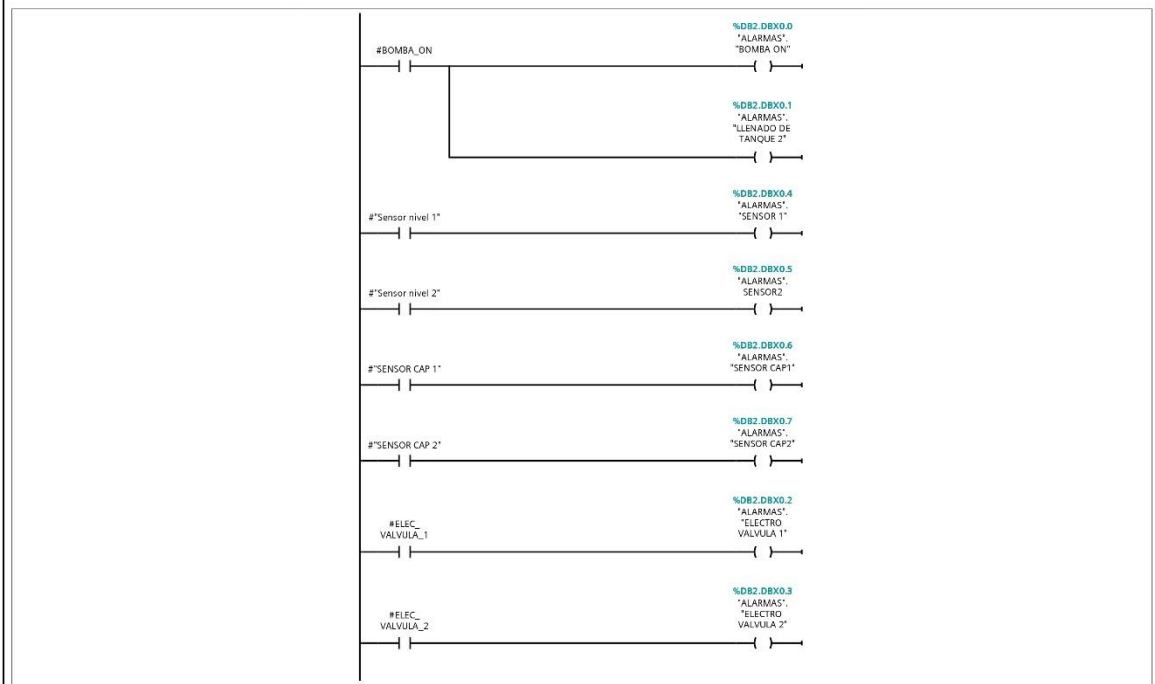
Segmento 11: LLenado de tanques animación HMI



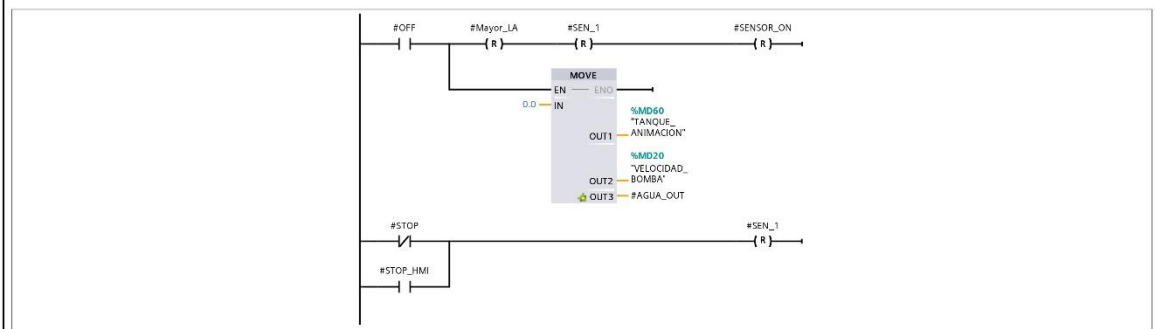
Segmento 12: luces pilotos de sensores



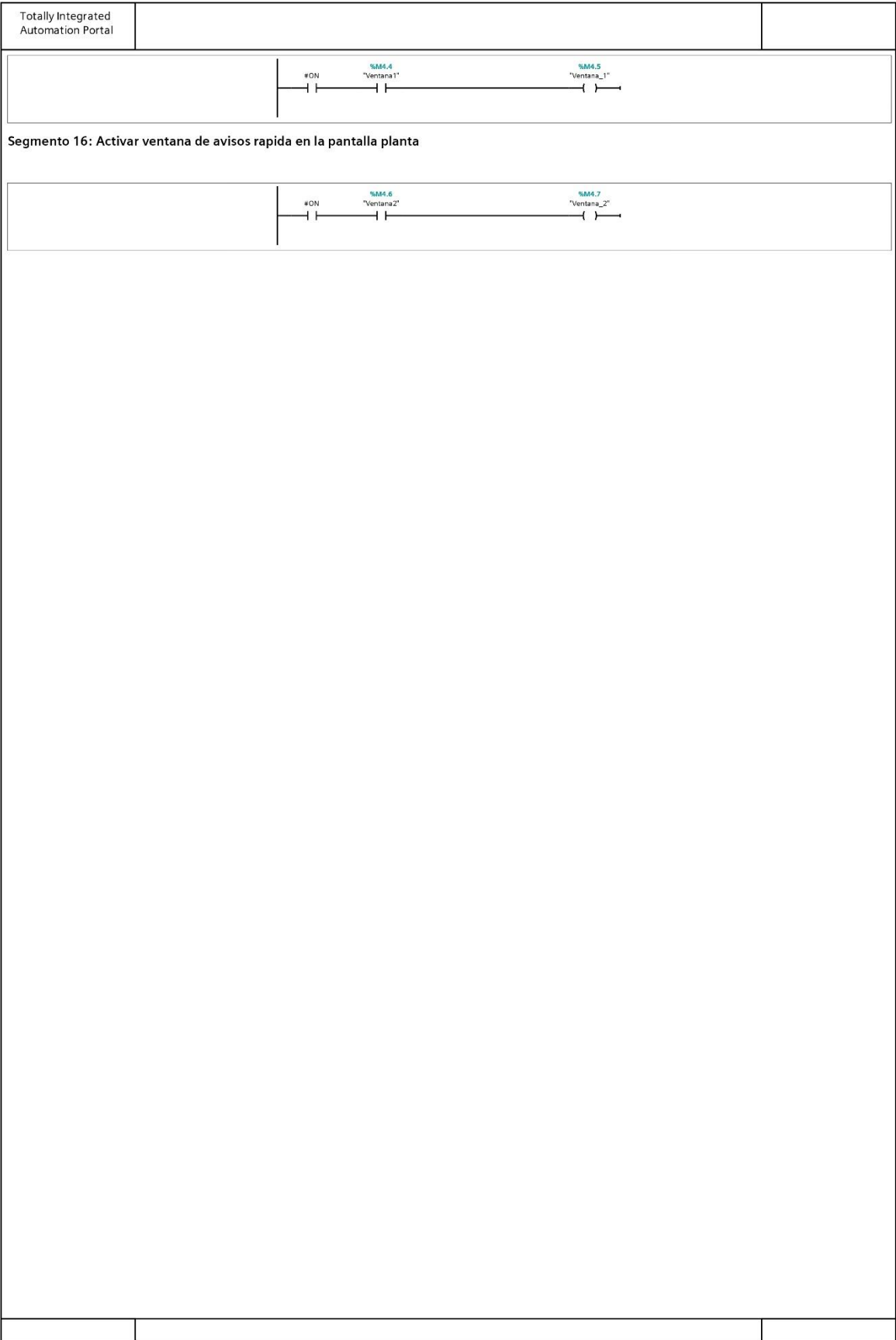
Segmento 13: ALARMAS EL HMI



Segmento 14: reset



Segmento 15: Activar ventana de graficas de tiempo activo de motor y nivel de volumen de agua



F. DESARROLLO DE PRACTICAS

1. Práctica 1

Se comenzó el proceso llenando de forma manual el tanque 1 con agua. Después, se realizó la conexión del PLC y HMI del módulo #1 del laboratorio de automatización 2, seguido de la carga de la programación correspondiente. Finalmente, se accedió a la pantalla del HMI y se activó el interruptor de prueba.



Figura 54. Practica 1: detección de sensores capacitivos

De igual manera, se puede visualizar la activación de los sensores de nivel y las luces indicadoras en el tablero a través de la programación del tanque 1.

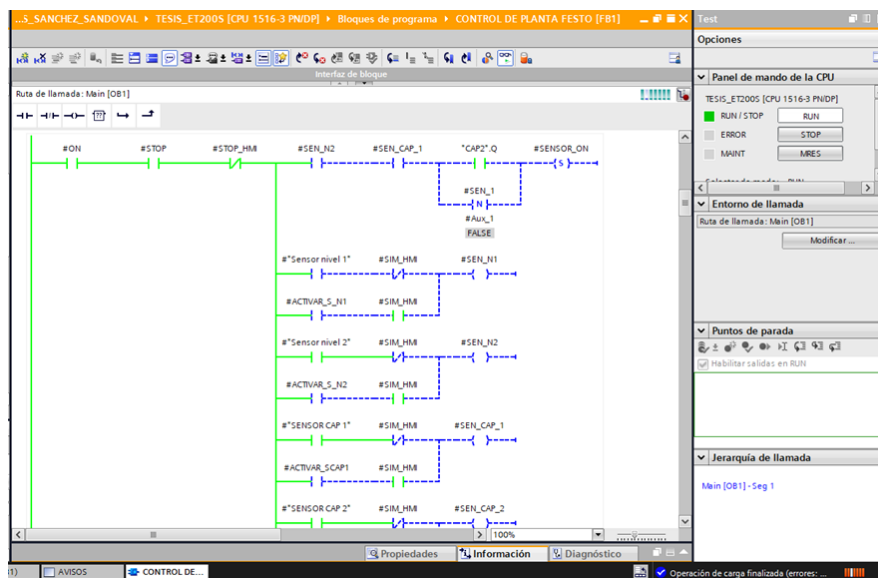


Figura 55. Práctica 1: visualización de la programación.

2. Práctica 2

Seleccionamos el interruptor en modo automático, ingresamos el porcentaje en potencia de la bomba que en este caso fue al 100%, le agregamos el volumen que deseamos que llene el tanque 2. y enseguida el contador de segundos en el HMI llegara hasta 10 y empezara la planta a trabajar.



Figura 56. Práctica 2: planta en modo automático

aquí podremos observar en la visualización de la programación, activo el bloque de función corriendo en modo automático

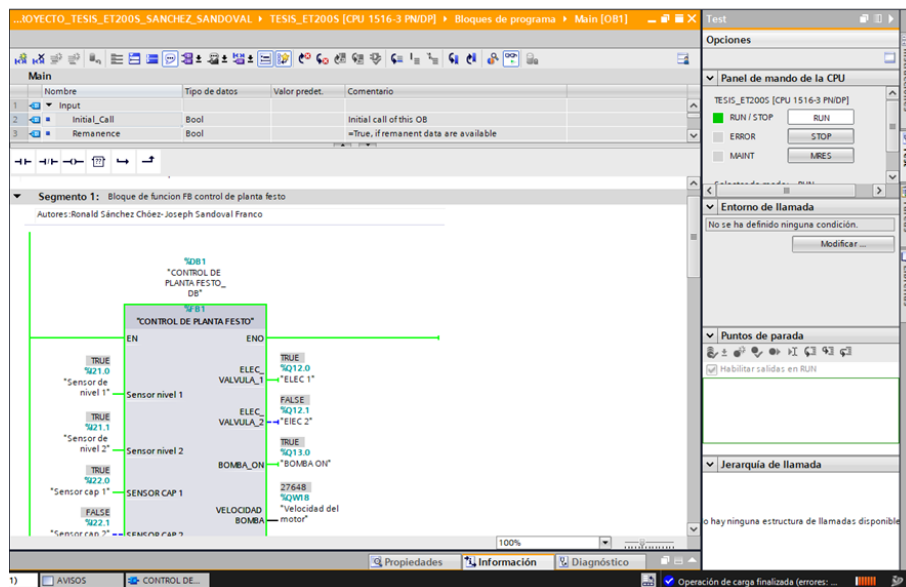


Figura 57. Práctica 2: visualización de programación.

3. Práctica 3

Para iniciar, se accedió al router tplink ingresando su dirección IP predeterminada en el navegador. En caso de no conocerla, se puede utilizar la opción "opciones de adaptador" en la configuración de red y luego ir a los detalles de red para encontrar la dirección.

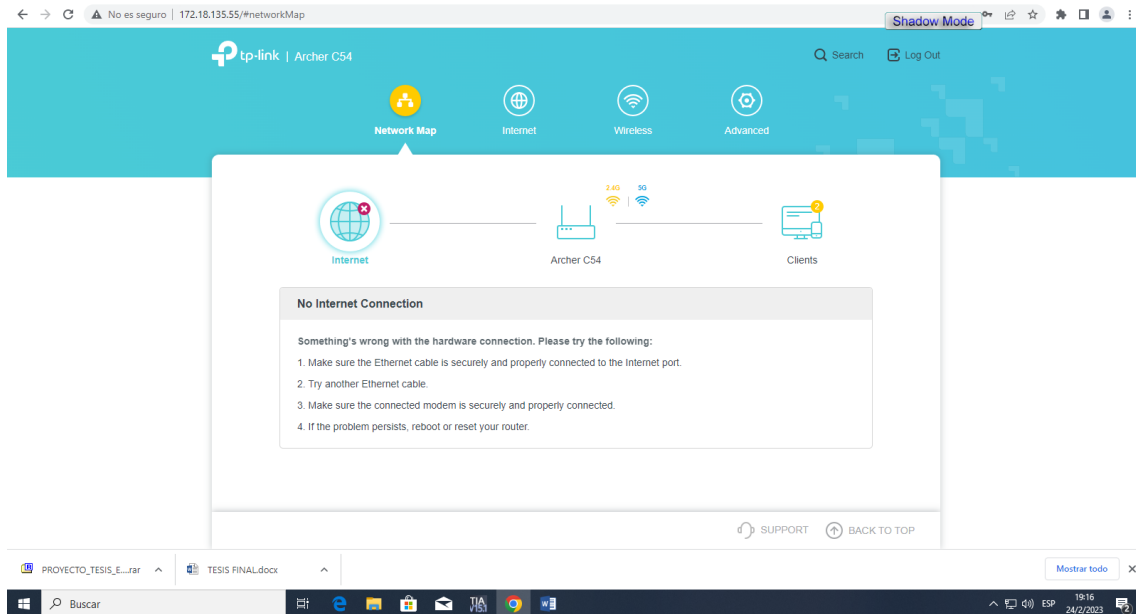


Figura 58. interfaz tplink

Una vez obtenida la dirección e ingresado a la página de tplink, nos dirigimos a la pestaña "advanced" para configurar el router en el "quick setup".

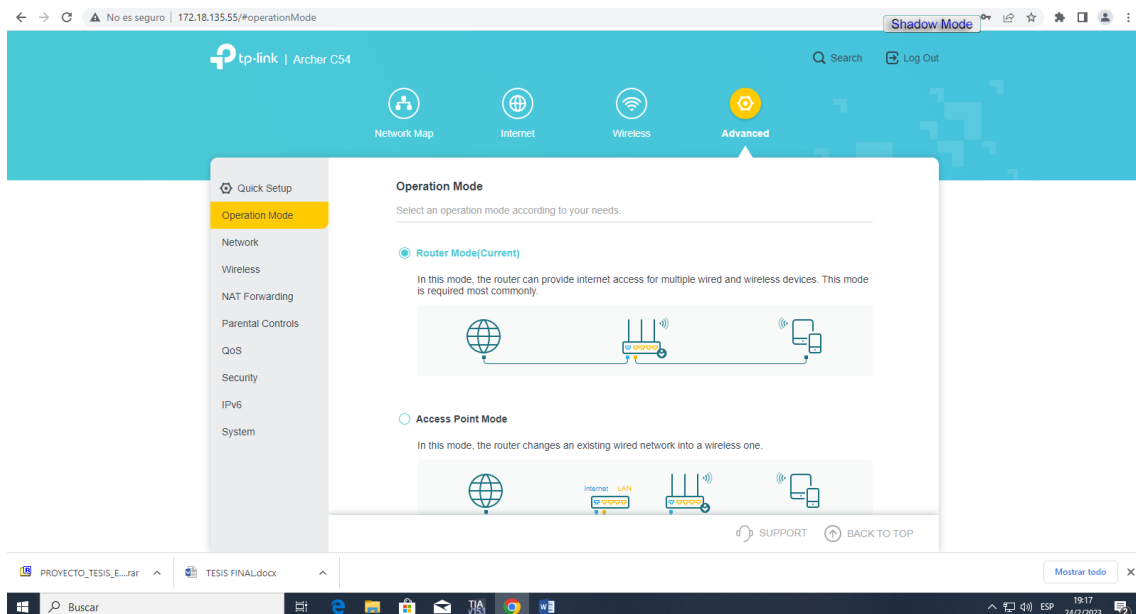


Figura 59. quick setup de tplink

Nos dirigimos a la pestaña de LAN y allí le cambiamos la dirección con la del módulo didáctico al cual conectaremos con la planta y por ultimo le damos a guardar.

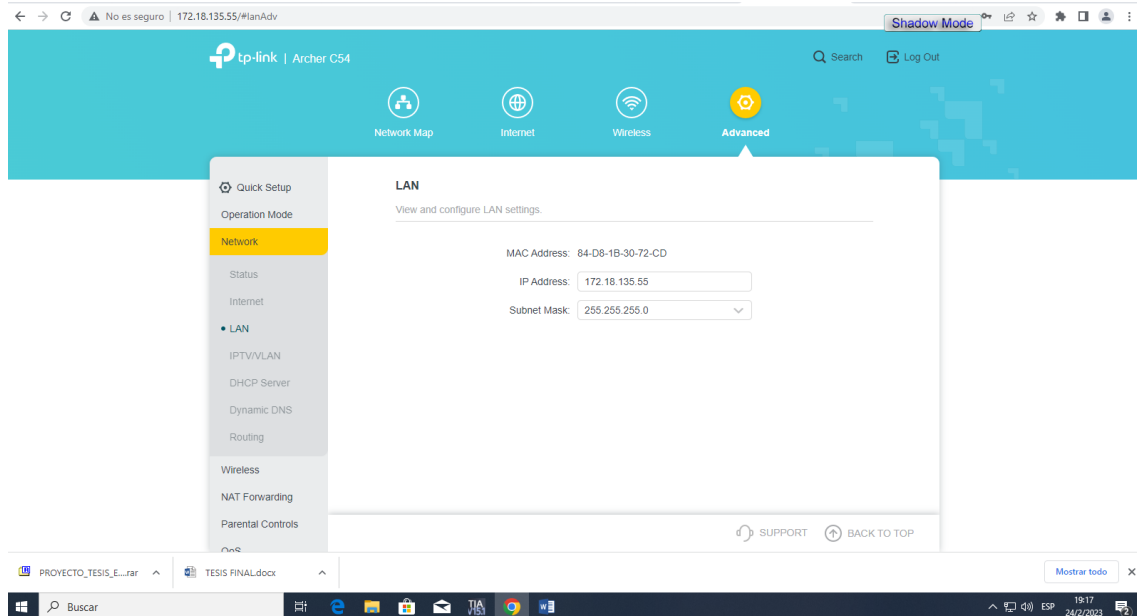


Figura 60. configuración de LAN tplink

Luego nos situamos en el software de TIA PORTAL, buscamos la pestaña de “propiedades” en la configuración de dispositivo del ET200S. Allí encontraremos la interfaz profinet X1, la cual en sus opciones de protocolo IP configuraremos y habilitaremos la opción “utilizar roter”. Digitamos nuestra IP y corremos el programa.

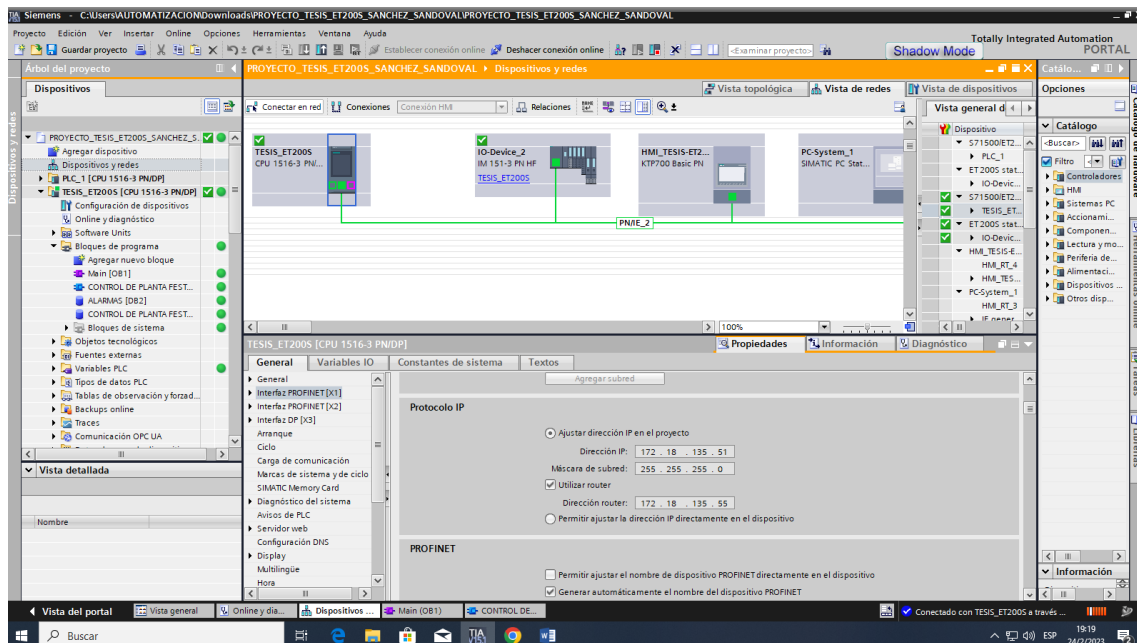


Figura 61. configuración de interfaz profinet

Ingresamos a la dirección principal del ET200S en el buscador web, y como lo muestras en la figura 43, observaremos la presentación del web server del TIA PORTAL.



Figura 62. interfaz WEB SERVER

Procedemos a la página inicial y configurar el proyecto subido a la web desde el subordinado y nos dirigimos a ingresar las variables necesarias para comprobar el funcionamiento de la WEB SERVER.

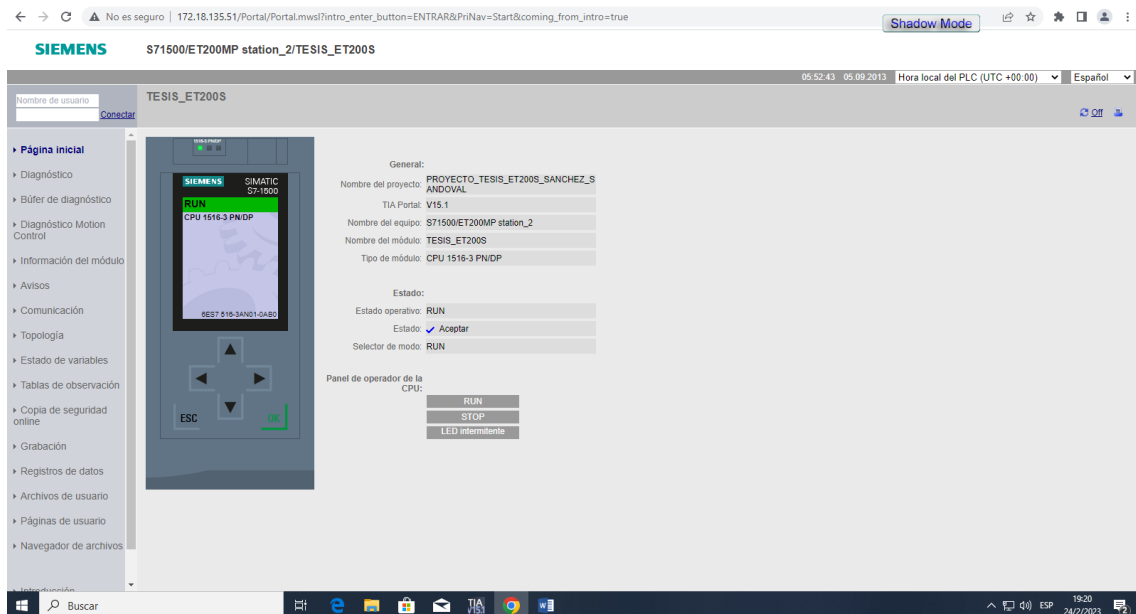


Figura 63. página principal del WEB SERVER

Ingresamos las variables de funcionamiento como lo son:

- MD20: bomba
- MD80: tanque 2
- M1.0: ON
- M1.1: OFF
- M1.2: paro de emergencia

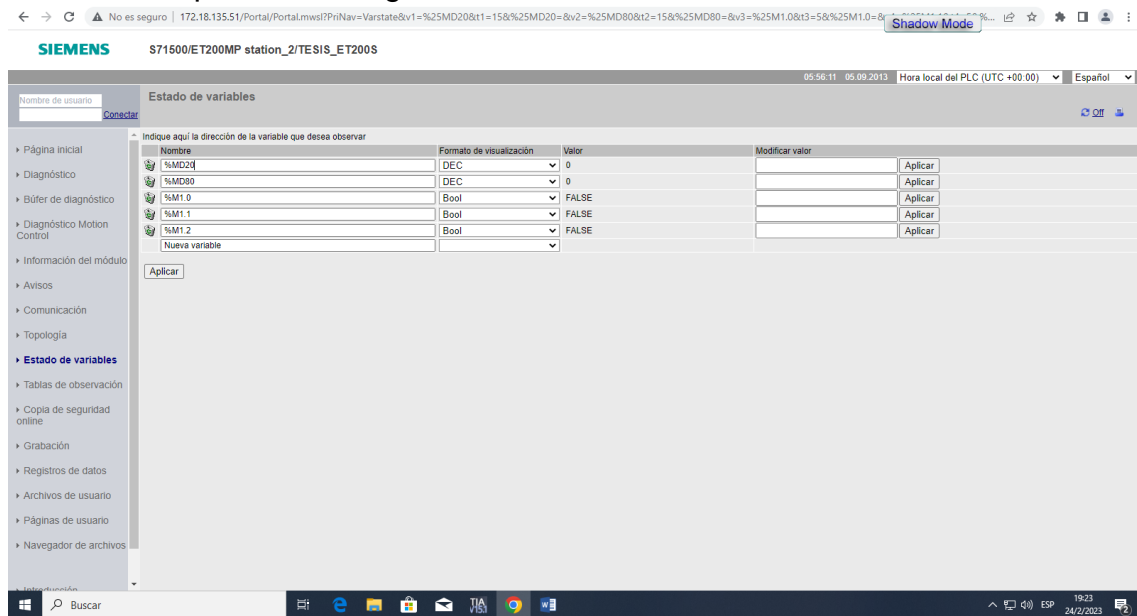


Figura 64. ingreso de variables en la WEB SERVER

Las variables de la bomba y el tanque usan el formato decimal mientras que las otras booleanas. Y en modificar valor agregamos los valores de arranque.



Figura 65. Práctica 3: WEB SERVER