



Implementación de un sistema de monitoreo de nivel de agua mediante un controlador lógico programable en el tanque de almacenamiento de agua tratada en la empresa Fuentes San Felipe S.A.

Caiza Guallichico, Bryan Fabricio y Negrete Campaña, Diego Mauricio

Departamento de Eléctrica y Electrónica

Carrera de Tecnología Superior en Automatización e Instrumentación

Monografía, previo a la obtención del título de Tecnólogo Superior en Automatización e Instrumentación

Ing. Pilatasig Panchi, Pablo Xavier

09 de febrero de 2023

Latacunga

Reporte de verificación de contenido





ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Departamento de Eléctrica y Electrónica

Carrera de Tecnología Superior en Automatización e Instrumentación

Certificación

Certifico que el trabajo de integración curricular , "Implementación d un sistema de monitoreo de nivel de agua mediante un controlador lógico programable en el tanque de almacenamiento de agua tratada en la empresa FUENTES SAN FELIPE S.A.", fue realizado por el/los señor/señores Caiza Guallichico, Bryan Fabricio y Negrete Campaña, Diego Mauricio, el cual ha sido revisado y analizado en su totalidad por la herramienta de verificación de similitud de contenido; por lo tanto cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE Sede Latacunga, razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que lo sustente públicamente.

Latacunga, 23 de febrero de 2023.

Firma:



Ing. Pablo Xavier Pilatasig Panchi

C. C.: 0502307564



Departamento de Eléctrica y Electrónica

Carrera de Tecnología Superior en Automatización e Instrumentación

Responsabilidad de Autoría

Nosotros, Caiza Guallichico, Bryan Fabricio, con cédula de ciudadanía N° 1726707217, y Negrete Campaña, Diego Mauricio con cédula de ciudadanía N° 0550005094, declaramos que el contenido, ideas y criterios del trabajo de integración curricular: "Implementación de un sistema de monitoreo de nivel de agua mediante un controlador lógico programable en la cisterna de almacenamiento, perteneciente a la empresa FUENTES SAN FELIPE S.A", es de nuestra autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos, y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Latacunga, 23 de febrero de 2023.

Caiza Guallichico, Bryan Fabricio

C.C.: 1726707217

Negrete Campaña, Diego Mauricio

C.C.: 0550005094



Departamento de Eléctrica y Electrónica

Carrera de Tecnología Superior en Automatización e Instrumentación

Autorización de Publicación

Nosotros Caiza Guallichico, Bryan Fabricio, con cédula de ciudadanía N° 1726707217, y Negrete Campaña, Diego Mauricio con cédula de ciudadanía N°0550005094, autorizamos a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de integración integraci3n curricular: "Implementaci3n de un sistema de monitoreo de nivel de agua mediante un controlador l3gico programable en la cisterna de almacenamiento, perteneciente a la empresa FUENTES SAN FELIPE S.A", en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra responsabilidad.

Latacunga, 23 de febrero de 2023.

Caiza Guallichico, Bryan Fabricio

C.C.: 1726707217

Negrete Campa1a, Diego Mauricio

C.C.: 0550005094

Dedicatoria

Estudiante Bryan Fabricio Caiza Guallichico

La presente Tesis está dedicada a Dios, ya que gracias a él he logrado concluir mi carrera, a mis padres, porque ellos siempre estuvieron a mi lado brindándome su apoyo y sus consejos para hacer de mí una mejor persona, a mis hermanos por sus palabras y su compañía, a mis amigos, compañeros, y todas aquellas personas que de una u otra manera ha contribuido para el logro de mis objetivos, a cada uno de los maestros quienes participaron en mi desarrollo profesional durante mi carrera, sin su ayuda y conocimientos no estaría en donde me encuentro ahora.

Estudiante Diego Mauricio Negrete Campaña

Dedico este proyecto de tesis a Dios y a mis padres. A Dios porque ha estado conmigo a cada paso que doy, cuidándome y dándome fortaleza para continuar, a mis padres, quienes a lo largo de mi vida han velado por mi bienestar y educación siendo mi apoyo en todo momento. Depositando su entera confianza en cada reto que se me presentaba sin dudar ni un solo momento en mi inteligencia y capacidad. Es por ello que soy lo que soy ahora, los amo con mi vida.

Agradecimiento

Estudiante Bryan Fabricio Caiza Guallichico

En primer lugar, les agradezco a mis padres que siempre me han brindado su apoyo incondicional para poder cumplir todos mis objetivos personales y académicos. Ellos son los que con su cariño me han impulsado siempre a perseguir mis metas y nunca abandonarlas frente a las adversidades. También son los que me han brindado el soporte material y económico para poder concentrarme en los estudios y nunca abandonarlos, le agradezco muy profundamente a mi tutor por su dedicación y paciencia, sin sus palabras y correcciones precisas no hubiese podido lograr llegar a esta instancia tan anhelada. Gracias por su guía y todos sus consejos, los llevaré grabados para siempre en la memoria en mi futuro profesional, son muchos los docentes, que han sido una parte de mi camino universitario, y a todos ellos les quiero agradecer por transmitirme los conocimientos necesarios para hoy poder estar aquí. Sin ustedes los conceptos serían solo palabras, también agradezco a todos mis compañeros los cuales muchos de ellos se han convertido en mis amigos, cómplices y hermanos. Gracias por las horas compartidas, los trabajos realizados en conjunto y las historias vividas. Por último, agradecer a la universidad que me ha exigido tanto, pero al mismo tiempo me ha permitido obtener mi tan ansiado título. Agradezco a cada directivo por su trabajo y por su gestión, sin lo cual no estarían las bases ni las condiciones para aprender conocimientos.

Estudiante Diego Mauricio Negrete Campaña

Agradecemos a Dios por bendecirnos la vida, por guiarnos a lo largo de nuestra existencia, ser el apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y de debilidad.

Gracias a mis padres, por ser los principales promotores de nuestros sueños, por confiar y creer en nuestras expectativas, por los consejos, valores y principios que nos han inculcado.

Agradecemos a nuestros docentes de la Universidad de las Fuerzas Armadas Espe, por haber compartido sus conocimientos a lo largo de la preparación de nuestra profesión, de manera especial, al master Pablo Xavier Pilatasig Panchi, tutor de nuestro proyecto, quien ha guiado con su paciencia, y su rectitud como docente, y a la Empresa Fuentes San Felipe S.A por abrirnos las puertas y brindarnos la confianza para poder culminar con el proyecto.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Carátula.....	1
Reporte de verificación de contenidos.....	2
Certificación.....	3
Responsabilidad de autoría.....	4
Autorización de publicación.....	5
Dedicatoria.....	6
Agradecimiento.....	7
Índice de contenidos.....	9
Índice de figuras.....	16
Índice de tablas.....	20
Resumen.....	21
Abstract.....	22
Capítulo I: Introducción.....	23
Tema.....	23
Antecedentes.....	23
Planteamiento del problema.....	24
Justificación.....	25
Objetivos.....	25
<i>Objetivo General</i>.....	25
<i>Objetivos Específicos</i>.....	25
Alcance.....	26

Capítulo II: Marco teórico	27
El agua	27
<i>Agua potable</i>	27
<i>Agua dulce</i>	28
<i>Agua dura</i>	28
<i>Agua blanda</i>	28
Etapas del proceso de envasado industrial	29
<i>Preparación de la materia prima</i>	29
<i>Gestión en el sistema de envasado</i>	29
<i>Proceso de envasado industrial</i>	29
<i>Sellado del envase</i>	29
Bomba industrial.....	30
Bomba centrífuga.....	30
<i>Descripción de la bomba centrífuga</i>	31
<i>Características de las bombas</i>	32
<i>Partes de la bomba</i>	32
Carcasa o armazón.	32
Una entrada y una salida	32
Impulsor, rotor o rodetes.....	32
Sellos, retenedores y anillos.	32
Eje impulsador.	33
Cojinetes o rodamientos.....	33

Panel de control	33
Motor	33
Guarda motor	33
<i>Tipos de guardamotor</i>	34
Magnético	34
Térmico	34
Magnetotérmico	34
<i>Características principales</i>	34
Poder de corte	34
Intensidad nominal.....	34
Tipo de curva.....	34
Tensión de trabajo	34
Elementos de maniobra – control eléctrico.....	35
<i>Pulsadores</i>	35
NA.....	35
NC.....	36
<i>Relé</i>	36
<i>Relé eléctrico</i>	37
Sensores y actuadores	37
<i>Sensores</i>	38
<i>Clasificación de sensores</i>	39
Sensores mecánicos.....	39

Sensores eléctricos	39
Sensores magnéticos	39
Sensores térmicos	39
<i>Contactores</i>	39
<i>Estructura</i>	40
<i>Transmisor</i>	41
Lámparas de señalización, baliza	41
Variables físicas para medir en una industria.....	43
<i>Variable</i>	43
<i>Presión</i>	43
<i>Temperatura</i>	44
<i>Nivel</i>	44
<i>Flujo</i>	44
Proceso de control.....	44
Diferencia entre control manual y control automático	45
<i>Control manual</i>	45
<i>Control automático</i>	45
Variables utilizadas en el proceso de control	45
Sistema de control de lazo abierto y lazo cerrado.....	46
<i>Sistema de control</i>	46
<i>Lazo abierto</i>	46
<i>Lazo cerrado</i>	47

Elemento de comparación.....	48
Elemento de medición	48
Sistemas automáticos	48
Automatización	48
Proceso de la automatización	48
Tipos de automatización industrial.....	49
<i>Sistema de automatización fija</i>	49
<i>Sistema de Automatización programable</i>	50
<i>Sistema de automatización flexible</i>	50
<i>Sistema Integrado de Automatización</i>	50
Niveles de la automatización industrial.....	50
<i>Nivel supervisor</i>	51
<i>Nivel de control</i>	51
<i>Nivel de campo</i>	52
El PLC	52
Operatividad del PLC, basada en procesos periódicos y sucesivos	53
<i>Características del PLC</i>	54
<i>Ventajas</i>	54
<i>Desventajas</i>	54
Pantalla táctil.....	55
<i>Descripción de los paneles</i>	55
<i>Componentes del KTP700 Basic para PROFINET</i>	55

Capítulo III: Desarrollo del tema	57
Levantamiento de información del tablero de control.....	57
<i>Identificación de las conexiones del tablero de control</i>	<i>57</i>
Controlador lógico programable Logo	58
<i>Alimentación</i>	<i>59</i>
<i>Entradas y salidas analógicas</i>	<i>60</i>
<i>Entradas y salidas digitales del Logo</i>	<i>61</i>
Salidas del módulo 1 de expansión DM1624R	62
Módulo 2, DM1624R entradas digitales	62
Breaker 4 Amperios	63
Relé LZXPT370730 marca Siemens	64
Relés de nivel 3UG06	65
Guardamotor Siemens Sirius, G/186421	67
Contactor Siemens sirius, 38T2023-1AN20	67
Diseño de esquemas.....	68
<i>Circuito de potencia</i>	<i>68</i>
<i>Circuito neumático</i>	<i>69</i>
<i>Circuito de protección.....</i>	<i>70</i>
Diseño 3D	71
Proceso de filtración de agua en el cuarto de agua tratada.....	72
<i>Filtración del agua</i>	<i>73</i>
P&ID	73

<i>Cilindro 1 de filtración (Grava y arena)</i>	74
<i>Cilindro 2 de filtración (Carbón Activado)</i>	76
<i>Salida del agua tratada, etapa dos de filtración Carbón Activado</i>	79
<i>Ablandador de agua</i>	79
<i>Llenado del tanque grande de agua tratada</i>	81
<i>Llenado del tanque mediano de agua tratada</i>	82
Selección de Materiales	84
Reconocimiento de la información del relé lógico programable (Logo)	85
Reconocimiento de datos de la computadora y el relé logo	86
Enlace de la computadora con el relé logo	86
Configuración del TIA PORTAL	88
Sistema de emergencia para el monitoreo de control de nivel	98
Colocación de la pantalla táctil en el tablero de control	100
Transmisor de nivel	103
Propuesta	104
Capítulo IV: Conclusiones y Recomendaciones	107
Conclusiones	107
Recomendaciones	109
Bibliografía	110
Anexos	116

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Proceso de filtración</i>	27
Figura 2 <i>Algunos tipos de agua</i>	28
Figura 3 <i>Proceso de envasado</i>	30
Figura 4 <i>Descripción de la bomba</i>	31
Figura 5 <i>Guardamotor</i>	33
Figura 6 <i>Simbología y elementos de maniobra y control eléctrico</i>	35
Figura 7 <i>Simbología de un pulsador normalmente abierto</i>	36
Figura 8 <i>Simbología de un pulsador normalmente cerrado</i>	36
Figura 9 <i>Relé eléctrico</i>	37
Figura 10 <i>Diagrama de bloques de un sistema de control</i>	38
Figura 11 <i>Simbología de un contactor</i>	39
Figura 12 <i>Estructura de un contactor</i>	40
Figura 13 <i>Lámpara de señalización</i>	41
Figura 14 <i>Sistema de instrumentación medición y control de variables</i>	43
Figura 15 <i>Sistema de control</i>	46
Figura 16 <i>Lazo abierto</i>	47
Figura 17 <i>Partes de un lazo cerrado</i>	47
Figura 18 <i>Pirámide de automatización</i>	51
Figura 19 <i>PLC S7-1200</i>	53
Figura 20 <i>Pantalla HMI Siemens</i>	55
Figura 21 <i>Componentes del KTP700</i>	56
Figura 22 <i>Conexión del sistema actual del tablero de control</i>	58
Figura 23 <i>Relé lógico programable, logo</i>	59
Figura 24 <i>Alimentación del relé lógico programable</i>	60

Figura 25 Entradas analógicas.....	61
Figura 26 Módulo 1, DM1624R salidas digitales	62
Figura 27 Entradas digitales del módulo 2, DM1624R.....	63
Figura 28 Breaker 4 A	64
Figura 29 Relé LZXP370730.....	65
Figura 30 Relé de nivel 3UG06	66
Figura 31 Guardamotor Siemens sirius.....	67
Figura 32 Contactor Siemens sirius, 38T2023-1AN20.....	68
Figura 33 Circuito de potencia en el software CADE simu	69
Figura 34 Esquema Neumático software CADE simu	70
Figura 35 Esquema de protección.....	71
Figura 36 Diseño 3D del área de agua tratada.....	72
Figura 37 Bomba modelo P63FZP4412 a la salida de la cisterna	72
Figura 38 Proceso de filtración del agua	73
Figura 39 P&ID del cilindro de Grava y Arena	74
Figura 40 Modelado 3D del cilindro de Grava y Arena	75
Figura 41 Etapa de filtración del cilindro de Grava y Arena.....	75
Figura 42 Salida del agua filtrada, primera etapa (Grava y Arena).....	76
Figura 43 P&ID del cilindro de Carbón Activo.....	77
Figura 44 Modelado 3D del cilindro de Carbón Activado.....	78
Figura 45 Etapa 2 de filtración cilindro de Carbón Activado	78
Figura 46 Salida del agua tratada de la segunda etapa de filtración cilindro de Carbón Activado	79
Figura 47 P&ID del ablandador de agua	80
Figura 48 Modelado 3D del ablandador de agua.....	81
Figura 49 Tanque grande de agua tratada, 4.80m	82

Figura 50 <i>Tanque mediano 3.20m, llenado bajo presión</i>	83
Figura 51 <i>Descarga de la programación</i>	85
Figura 52 <i>Designación de la dirección IP y la subred</i>	86
Figura 53 <i>Enlace de la computadora con el relé logo</i>	87
Figura 54 <i>Resultado del enlace de los dispositivos, programa descargado</i>	87
Figura 55 <i>Creación de un nuevo Proyecto</i>	88
Figura 56 <i>Configuración del dispositivo PLC en TIA Portal V17</i>	89
Figura 57 <i>HMI con TIA Portal V17</i>	89
Figura 58 <i>Mecanismos de comunicación</i>	90
Figura 59 <i>Asignación de la IP al PLC</i>	91
Figura 60 <i>Asignación de la dirección IP del HMI</i>	91
Figura 61 <i>Tags de las entradas del PLC S7-1200</i>	92
Figura 62 <i>Declaración de las variables de las salidas del PLC</i>	92
Figura 63 <i>Variables para el control por medio del HMI</i>	93
Figura 64 <i>Desarrollo de la programación del control</i>	93
Figura 65 <i>Inicio del proceso</i>	94
Figura 66 <i>Transmisor de nivel</i>	95
Figura 67 <i>Apagado de la bomba 1</i>	95
Figura 68 <i>Encendido de la bomba 1</i>	96
Figura 69 <i>Encendido y apagado de la bomba 2</i>	96
Figura 70 <i>Encendido de la bomba 2</i>	97
Figura 71 <i>Apagado de la bomba 3</i>	97
Figura 72 <i>Encendido de la bomba 3</i>	98
Figura 73 <i>Tags de la alarma y la entrada de la boya</i>	98
Figura 74 <i>Programación de la entrada de la boya y la alarma de emergencia</i>	99
Figura 75 <i>Cargar en el dispositivo la programación</i>	99

Figura 76 <i>Colocación de la pantalla táctil en el tablero de control</i>	100
Figura 77 <i>Instalación de la pantalla KTP</i>	100
Figura 78 <i>Pruebas del funcionamiento de la pantalla táctil</i>	101
Figura 79 <i>Opciones del control, de nivel</i>	102
Figura 80 <i>Monitoreo de nivel</i>	102
Figura 81 <i>Control manual de las bombas</i>	103
Figura 82 <i>Transmisor de nivel</i>	104
Figura 83 <i>Colocación del controlador lógico programable PLC</i>	105
Figura 84 <i>Control de bombas para los filtros de grava, arena y carbón activado</i>	106
Figura 85 <i>Flotador eléctrico</i>	106

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Descripción de la bomba</i>	31
Tabla 2 <i>Código de colores de la baliza</i>	42
Tabla 3 <i>Selección de materiales</i>	84

Resumen

En el siguiente proyecto de implementación de un sistema de monitoreo de nivel de agua mediante un controlador lógico programable en el tanque de agua tratada, perteneciente a la empresa Fuentes San Felipe S.A ubicada en Latacunga provincia de Cotopaxi, se identifica que en algunas ocasiones al no contar con un sistema de monitoreo adecuado, el nivel de líquido sobrepasa la capacidad del tanque, esto genera desbordes al no contar en ese momento con un operario para cerrar la válvula e interrumpir el desborde, por lo que se busca la solución de implementar un sistema de monitoreo lo cual consiste en instalar un transmisor de nivel que estará ubicado en el interior del tanque en la parte superior, que, a su vez, enviará la información a una entrada analógica del PLC que será una señal de 4 a 20 mA donde se reflejara en una pantalla táctil mediante el HMI de manera manual o automática y de esta manera se visualizará el nivel del tanque de agua, mediante el interruptor de nivel la cual emite una señal analógica al PLC que cerrará o abrirá la bomba en caso de llenado o vaciado, evitando así el desbordamiento del líquido del tanque teniendo en cuenta cualquier tipo de pérdidas de producción, económicas y sobre todo velas por la seguridad de cada uno de los trabajadores.

Palabras clave: Controlador lógico programable PLC, desbordamiento de líquido, Interruptor de nivel, monitoreo de líquido, seguridad en el área de trabajo, HMI.

Abstract

In the project for the implementation of a water level monitoring system using a programmable logic controller in the treated water tank, belonging to the company Fuentes San Felipe S. A located in Latacunga, province of Cotopaxi, it is identified that sometimes, not having an adequate monitoring system, the liquid level exceeds the capacity of the tank, this generates overflows not having at that time an operator to close the valve and interrupt the overflow, so the solution is sought to implement a monitoring system which consists of installing a level transmitter that will be located inside the tank at the top, which, in turn, will send the information to an analog input, send the information to an analog input of the PLC which will be a signal of 4 to 20 mA where it will be reflected on a touch screen through the HMI manually or automatically and thus the level of the water tank will be displayed by the level switch which emits an analog signal to the PLC that will close or open the pump in case of filling or emptying, thus avoiding the overflow of the liquid in the tank taking into account any production losses, economic and above all watch over the safety of each of the workers.

Key words: PLC programmable logic controller, liquid overflow, level switch, liquid monitoring, work area safety, HMI.

Capítulo I

Introducción

Tema

Implementación de un sistema de monitoreo de nivel de agua mediante un controlador lógico programable para el tanque de almacenamiento de agua tratada en la empresa FUENTES SAN FELIPE S.A.

Antecedentes

En los repositorios digitales de la revista científica editorial “USCO” existe un trabajo de investigación de investigación cuyo tema es “Sistema de control automatizado en planta de cargue de agua potable para camiones cisterna”. Este plan se apoya en el diseño y la utilización de un sistema de control computarizado para la automatización de la planta “La Esmeralda” ubicada en las afueras del norte de la urbe de Neiva del vecino país Colombia, en la cual se hace el cargue de agua potable para camiones cisterna. En el proyecto se controla las bombas y las y las válvulas del tanque de almacenamiento y se hace el arreglo primordial para la localización y el montaje del sensor ultrasónico, sustancial en el monitoreo de la planta (Robayo, Silva, Mosquera, 2018).

En los repositorios digitales de la Universidad técnica de Ambato existe un trabajo de investigación cuyo tema es “Automatización del bombeo de agua a través del control de nivel de la cisterna de la Estación Miraflores EP-EMAPA” cuyos autores son López William y Jácome Lourdes, donde se recolecta el agua de fuentes naturales como ríos para el consumo y almacenamiento en tanques. Necesita de un proceso que debería ser de monitoreado a distancia para prevenir pérdidas y mal uso del recurso como son el agua potable. Es por esta razón el presente plan de grabación tiene como finalidad hacer un monitoreo de nivel de la cisterna de la estación de bombeo Miraflores de la compañía

Publica – Organización Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Ambato (Jácome Lourdes, 2015).

Planteamiento del problema

La empresa Fuentes San Felipe S.A. dedicada a la producción de agua mineral con gas, sin gas y derivados, se encuentra ubicada en la provincia de Cotopaxi de la ciudad de Latacunga, limita al centro norte de la Región interandina del Ecuador.

La recolección de agua suministrada por EPAA-AA Empresa Pública de agua potable y alcantarillado es almacenada en una cisterna la cual contiene dos salidas, cada salida consta de una válvula tipo esfera o mariposa, una de estas salidas es la que distribuye por medio de bombeo para pasar por los cilindros de arena y grava, para mejorar la calidad y después desembocar en el tanque de almacenamiento de agua tratada de 4.80m de altura. Al no contar con un sistema de monitoreo adecuado, en algunas ocasiones, el nivel de líquido ha sobrepasado la capacidad de agua, esto genero desbordes al no contar en ese momento con un operario para cerrar la válvula e interrumpir el proceso.

De este modo al no solucionarse el problema la empresa mantendrá el desbordamiento de líquido del tanque causando pérdidas de producto lo que a su vez se transforma en una pérdida monetaria. Uno de los problemas de la empresa es que el líquido al depositarse en los tanques de almacenamiento de agua tratada, debido que no cuentan con un límite de llenado es necesario realizar un estudio del monitoreo de nivel de agua ya que al no estar presente un operario se desborda provocando un desperdicio del líquido, así como un desastre en la zona donde se encuentran ubicado el tanque.

Justificación

La implementación de un sistema de monitoreo da solución al problema de derrame de líquido en el tanque de almacenamiento ya que el operador tendrá la posibilidad de visualizar el nivel del tanque en la pantalla táctil de esta manera, la reacción será más rápida, evitando el riesgo de accidentes por derrame, adicional evitará pérdidas monetarias, además de la seguridad y bienestar del personal que labora continuamente en la empresa.

De este modo, con este sistema lo que se quiere lograr es el monitoreo del nivel del tanque de agua tratada, por lo tanto, una de las alternativas es implementar equipos que permitan identificar y alertar a los trabajadores que acuden al tanque, partiendo así desde esta problemática se plantea una solución viable con dispositivos que permiten censar el nivel de agua tratada en el tanque.

Objetivos

Objetivo General

Implementar un sistema de monitoreo de nivel de agua tratada mediante un controlador lógico programable en el tanque de almacenamiento en la empresa Fuentes San Felipe S.A.

Objetivos Específicos

- Analizar el proceso de llenado del tanque de almacenamiento de agua tratada en la empresa FUENTES SAN FELIPE S.A.
- Investigar las características técnicas de los instrumentos y dispositivos a implementar en campo, dispositivos de toma de datos y accesorios para el sistema de monitoreo de nivel.

- Diseñar e implementar el sistema de monitoreo de nivel de agua para el tanque de almacenamiento.

Alcance

El propósito del presente proyecto será implementar un sistema de monitoreo del nivel del tanque de agua tratada. Para dicho fin, se instalará un transmisor de nivel sobre el tanque conectado el controlador lógico programable, que, a su vez, enviará la información a la táctil y de esta manera se visualizará el nivel del tanque de agua.

Capítulo II

Marco teórico

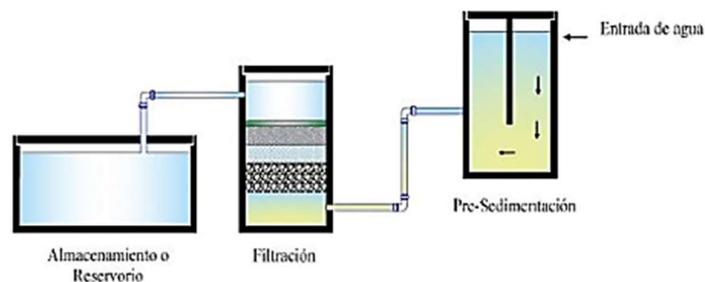
El agua

El agua es un recurso natural necesario para el desarrollo de la vida. Existen diferentes tipos Figura 2, de agua que forman parte del desarrollo sostenible, depende de la reacción química, física o biológica, y son esenciales para el desarrollo socioeconómico, la producción de energía y la nutrición humana (F. Zarza, 2023).

La filtración del agua Figura 1, es uno de los pasos más importantes de la producción. Para purificar el agua embotellada se utilizan varios procesos, como la luz ultravioleta, la ósmosis inversa, la destilación o la filtración (DRUG, 2022).

Figura 1

Proceso de filtración



Nota. Figura tomada de (Rodríguez Santos, 2018).

A continuación, algunos tipos de agua:

Agua potable

El agua potable es agua apta para el consumo humano y que puede consumirse sin riesgos para la salud tras un tratamiento adecuado. Es limpia, clara y sin olores ni sabores desagradables (Comunidad de Madrid, 2020).

Agua dulce

El agua dulce es el agua que se encuentra de forma natural en la superficie de la tierra en glaciares, humedales, estanques, lagunas, lagos, ríos y arroyos, y bajo la superficie como agua subterránea en acuíferos y corrientes subterráneas.

Agua dura

El agua dura es, agua con un alto contenido de minerales disueltos, especialmente sales de magnesio y calcio.

Agua blanda

El agua dulce es aquella en la que están disueltas cantidades mínimas de sales. Se considera que son aquellas que contienen menos de 50 mg/l de carbonato cálcico (Fdez Roldán, 2020).

Figura 2

Algunos tipos de agua



Nota. Figura tomada de (Fdez Roldán, 2020).

Etapas del proceso de envasado industrial

Preparación de la materia prima

La materia prima es todo ese factor que va a ser envasado, una vez que la materia ha sido colocada en un tanque o recipiente grande, hasta que el mismo sistema de envasado conducirá a través de canales de surtido, o de dispensadores en el caso de ser líquidos, (Camino, 2021).

Gestión en el sistema de envasado

Es hora de poner en marcha la envasadora, que hace pasar las materias primas por un sistema de detección de calidad para determinar qué productos cumplen las normas de envasado y cuáles no.

Proceso de envasado industrial

El sistema de envasado funciona rápidamente y sin interrupciones, Figura 3. Todos los productos van al contenedor y pasan al siguiente paso.

Sellado del envase

Una vez finalizado el proceso de llenado, el envase se sella, dependiendo del tipo de envase utilizado. Si es de plástico, suele sellarse a presión, y si es de cristal, se sella con una tapa (Camino, 2021).

Figura 3

Proceso de envasado



Nota. Figura tomada de (Latam Vews, 2022).

Bomba industrial

El funcionamiento de una bomba Figura 4, industrial es sencillo: la tubería de aspiración de la bomba aspira agua y, a continuación, es accionada por un motor que utiliza bobinas e imanes para crear un campo magnético que permite al impulsor girar continuamente (INOXMIM, 2020).

Bomba centrífuga

Es una bomba de las más utilizadas en la industria química, eficaz para la manipulación de fluidos que contienen sólidos en suspensión. Una bomba centrífuga es un tipo de bomba hidráulica que convierte la energía mecánica de un impulsor en energía cinética o de presión de un fluido incompresible. De la mecánica a la hidráulica (INOXMIM, 2020).

Figura 4*Descripción de la bomba**Nota.* Figura tomada de (EMERSON, 2023).***Descripción de la bomba centrífuga*****Tabla 1***Descripción de la bomba*

BOMBA CENTRÍFUGA	
MODELO	P63FZP4412
VOLTS	208-230/460V
HP	3HP
AMPS	8,9-7,8/3,9 amperios
RPM	3450RPM
HZ	50/60 Hz

Nota. Descripción de la bomba centrífuga.

Características de las bombas

Los mecanismos de acoplamiento son muy sencillos, no tienen órganos articulados.

Para una operación concreta, el gasto es constante no se requiere de un dispositivo regulador.

Se adaptan con facilidad a muchas circunstancias.

El mantenimiento de una bomba centrífuga solo se reduce a renovar el aceite de los rodamientos, los empaques de la prensa, cierre mecánico y juntas de estanqueidad, por eso son pocos los elementos que se cambian al realizar el mantenimiento (Inoxmim, 2020).

Partes de la bomba

Para comprender mejor el funcionamiento de una motobomba o el funcionamiento de una electrobomba, a continuación, las partes:

Carcasa o armazón. Es el cuerpo en el que está recubierta en su mayoría. Generalmente debe ser anticorrosión, en acero inoxidable o hierro fundido.

Una entrada y una salida. Como es obvio, debe existir una entrada por donde pase el fluido y luego una salida de este.

Impulsor, rotor o rodetes. Dispositivo que se usa para poder impulsar el fluido contenido en la carcasa. Pueden ser de tipo aspas, álabes la idea es que impulse el fluido.

Sellos, retenedores y anillos. Esta parte hace que la bomba selle de manera correcta permitiendo cierta compresión interna (Ventageneradores, 2016).

Eje impulsador. Es un eje que sostiene el impulsor para que gire sobre él.

Cojinetes o rodamientos. Para sostener adecuadamente el eje impulsor

Panel de control. Para accionar la bomba de agua, se puede contener switch o botones para realizar su encendido.

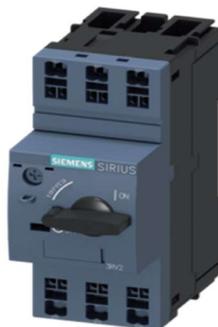
Motor. Dispositivo que permite el movimiento de un eje y un impulsor para que el fluido pueda pasar de un lado a otro. Según su potencia, puede mover más agua en menos tiempo. Los motores pueden incluir otras piezas especializadas, como ventiladores, bobinas, imanes, etc. (EUROINNOVA, 2018).

Guarda motor

Un guardamotor Figura 5, es un dispositivo electromecánico único para controlar un motor, compuesto por un relé térmico y un contactor, que puede activarse manualmente (o en línea) mediante los botones de arranque y parada. Los protectores de motor incluyen un relé de sobrecarga, denominado "protector térmico", que se activa según las curvas de calibración pertinentes cuando la corriente alcanza valores peligrosos en un tiempo máximo bien definido (S.A. N. , 2022).

Figura 5

Guardamotor



Nota. Figura tomada de (S.A. N. , 2022).

Tipos de guardamotor

Magnético. Protección antes cortocircuitos

Térmico. Protegido contra cargas excesivas y pérdidas de fase en la instalación.

Magnetotérmico. Es la combinación del magnético y el térmico, tiene un interruptor de encendido y apagado, esto es un dispositivo electromagnético de sobre carga y un obturador magnético (S.A. N. , 2022).

Características principales

Los guardamotores dan protección contra sobrecargas y cortocircuitos del motor y, en algunos casos, contra fallos en la fase.

Poder de corte. Es el tope máximo de corriente que puede impedir, unidad de medida en kilo amperios.

Intensidad nominal. La intensidad nominal es la máxima que pueden resistir los aislamientos de conductores, sin dañarse en caso de cortar paso de corriente.

Tipo de curva. Existen 5 tipos, B, C, D, MA Y Z

Tensión de trabajo. Es la tensión que posee la alimentación eléctrica, esta tensión depende de la capacidad de las bobinas que están en el motor, pueden ser de 230, 400, 690 W.

Necesarios para controlar, proteger y arrancar motores y sistemas. Se trata de una gama modular de componentes estándar de hasta 250 kW/400 V (Subir.cc, 2017).

Elementos de maniobra – control eléctrico

Elementos de maniobra y manejo Figura 6, son componentes eléctricos, de protección, instalaciones eléctricas. También son dispositivos que abren o cierran el circuito cuando es necesario (Marino I. , 2022).

Figura 6

Simbología y elementos de maniobra y control eléctrico



Nota. Figura tomada de (Electrotec, 2022)

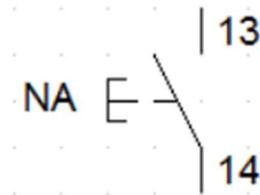
Pulsadores

Los pulsadores se controlan manualmente, como su nombre indica, se pueden pulsar para activar relés, contactores, luces, entre otros. Al dejar de hacer presión regresa a la posición original gracias a un resorte (Marino, 2022).

NA. Normalmente abierto. El circuito está en estado de reposo, ver en la Figura 7.

Figura 7

Simbología de un pulsador normalmente abierto

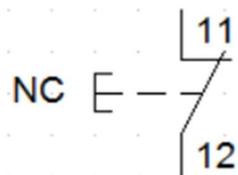


Nota. Figura tomada de (Marino, 2022)

NC. Normalmente cerrado, el circuito está cerrado en estado de reposo, así como se observa en la Figura 8.

Figura 8

Simbología de un pulsador normalmente cerrado



Nota. Figura tomada de (Marino, 2022)

Relé

Se trata de un interruptor de accionamiento electromagnético diseñado para soportar picos de alta tensión incluso en condiciones ambientales. Cuando se aplica una tensión a la bobina magnética, se crea un campo electromagnético que hace que la armadura sea atraída hacia el núcleo de la bobina, la armadura controla los contactos del

relé que se cierran o se abren. Los relés pueden cerrarse, por lo que son una parte importante de la seguridad de los circuitos (BRR, 2023).

Relé eléctrico

El relé Figura 9, se utiliza para activar un circuito de alto consumo a través de un pequeño circuito de 12 o 24 voltios; puede utilizarse para encender máquinas y motores o sistemas de iluminación, entre otras cosas. A veces para circuitos de iluminación que requieren una gran potencia. El encendido y apagado indirecto mediante relés que funcionan a baja potencia entraña riesgos potenciales y accidentes, (SEAS, 2019).

Figura 9

Relé eléctrico



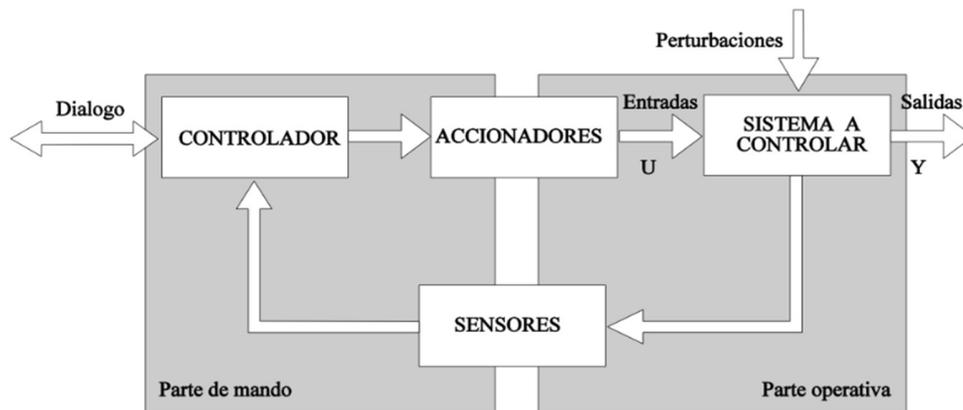
Nota. Tomado de (Módulos relé, 2019)

Sensores y actuadores

Los sensores y actuadores, ver Figura 10, son una parte indispensable de cualquier sistema de control de automatización industrial. De hecho, representan el nivel básico de la pirámide de la automatización. Los sensores son los sentidos del sistema de control: le proporcionan información sobre lo que ocurre. Los actuadores son las manos del sistema de control: le permiten cambiar lo que ocurre en la planta (Brunete, 2023).

Figura 10

Diagrama de bloques de un sistema de control



Nota. Tomado de (Brunete, 2023).

Para controlar un proceso industrial, los sensores nos permiten conocer el valor de las variables físicas apropiadas que intervienen en el proceso y convertirlas en señales eléctricas. A partir de estas señales, el programa de control debe establecer las pautas de actuación sobre las máquinas y elementos que intervienen en el proceso (Brunete, 2023).

Para realizar las acciones adecuadas, los actuadores (también llamados accionamientos) tienen la tarea de convertir las señales eléctricas de control en otros tipos de señales o en señales eléctricas de mayor potencia (Brunete, 2023).

Sensores

Varios factores determinan qué sensores deben utilizarse para controlar una variable, como el tiempo de respuesta, la exactitud y la precisión. Los sensores no reaccionan de inmediato; se necesita cierto tiempo para responder a los cambios (Cabrera, 2022).

Clasificación de sensores

Sensores mecánicos. Para medir magnitudes como posición, velocidad, masa, presión, fuerza, vibración.

Sensores eléctricos. Para medir la tensión, la corriente y las cargas eléctricas.

Sensores magnéticos. Para medir el campo magnético, el flujo y la permeabilidad.

Sensores térmicos. Para medir la temperatura, el flujo, la conductividad y el calor específico (Sites.Goo, 2016).

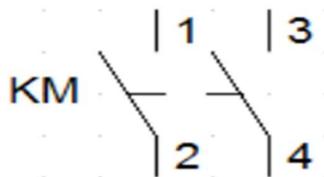
Contactores

Estos dispositivos abren y cierran los contactos mediante un electroimán, ver simbología en la Figura 11. La diferencia con los relés es que éstos tienen dos tipos de contactos eléctricos (Marino I. , 2022).

- Contactos de fuerza
- Contactos auxiliares

Figura 11

Simbología de un contactor



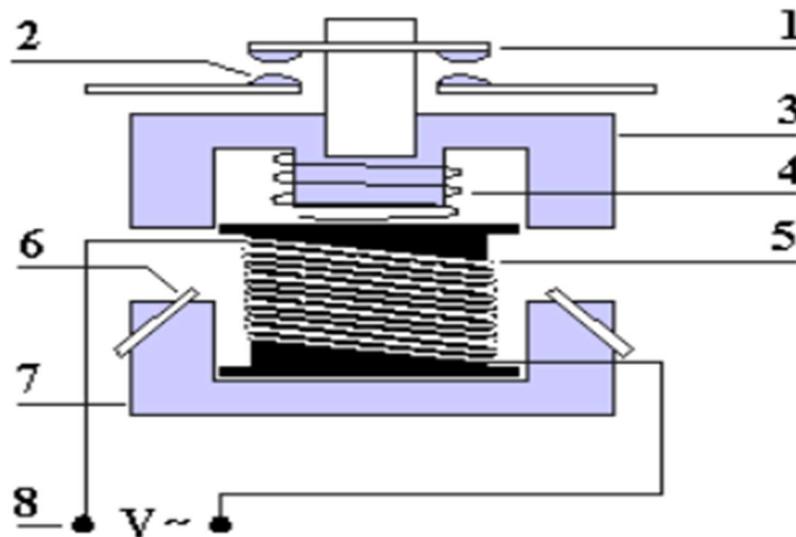
Nota. Tomado de (Marino, 2022)

Estructura

Ver en la Figura 12. Cuando la bobina recibe corriente, genera un campo magnético como en los relés magnéticos y mueve la célula mecánica venciendo la resistencia de los muelles opuestos, cuya función es mantener separada del núcleo la parte magnética, que está conectada al dispositivo y es la responsable de accionar los contactos eléctricos (Marino, 2022).

Figura 12

Estructura de un contactor



Nota. Tomado de (Marino, 2022).

1. Contactos móviles
2. Contactos fijos
3. Hierro móvil
4. Muelle
5. Bobina
6. Espira se sombra (corriente alterna)

7. Hierro fijo
8. Almacenamiento de la bobina

Transmisor

En el campo de la instrumentación y control se conoce como transmisor al conjunto acondicionador de señal, es un dispositivo independiente conectado al mediante conductores eléctricos (IDOC PUB, 2019).

Lámparas de señalización, baliza

Figura 13

Lámpara de señalización



Nota. Figura tomada de (Siemens, 2020)

Estos elementos se añaden a los cuadros eléctricos para indicar al usuario el funcionamiento de sistemas específicos, ver Figura 13. Según el color de la luz Tabla 2, indica el comportamiento del sistema (Marino, 2022).

Tabla 2*Código de colores de la baliza*

COLOR	FUNCIÓN	EJEMPLO DE USO
ROJO 	Condiciones anormales que precisan de una acción inmediata del operario.	Orden de parar la máquina inmediatamente, provocada por un equipo de protección. Ejemplo: (por una sobrecarga o exceso de te trabajo del equipo)
AMARILLO 	Atención o advertencia.	Alguna máquina (corriente temperatura) se aproxima al valor límite permitido o máquina en ciclo automático.
VERDE 	Máquina apta para trabajar.	Máquina dispuesta para funcionar todas las funciones auxiliares en marcha, unidades en posición de partida y presión hidráulica o tensión de salida de un grupo motor-generator en los límites especificados, etc. Fin del ciclo y máquina lista para volver a ser puesta en marcha
BLANCO 	Circuito en tensión Condiciones normales	Interruptor principal en posición CERRADO. Elección de la velocidad o del sentido de giro. Los órganos auxiliares no relacionados con el ciclo de trabajo están funcionando.
AZUL 	Otro tipo de anomalía diferente a los colores anteriores.	Selector en posición "Ajuste" Una unidad adelantada de su posición de partida. Avance lento de un carro o una unidad

Nota. Tomado de (Siemens, 2020).

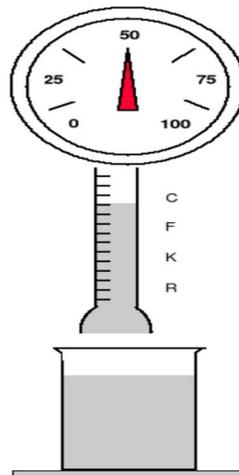
Variables físicas para medir en una industria

Variable

En cualquier proceso industrial, varias variables, ver Figura 14, influyen en las entradas o salidas del proceso. Temperatura, nivel, caudal y presión son las variables más comunes en los procesos industriales, que se supervisan y controlan mediante instrumentación de proceso (Cabrera, 2022).

Figura 14

Sistema de instrumentación medición y control de variables



Nota. Figura tomada de (Cabrera, 2022).

Presión

El término presión se refiere a la fuerza ejercida por un fluido por unidad de superficie circundante. Hay muchas razones por las que debe medirse la presión en un proceso determinado. La calidad del producto depende de que se mantengan determinadas presiones en un proceso. Por seguridad, en recipientes presurizados donde no debe superar un valor máximo dado por la especificación de diseño, y en aplicaciones de medición de nivel, la presión debe mantenerse (Cietsa_web, 2023).

Temperatura

La temperatura es una de las variables más utilizadas en la industria de control de procesos. Es esencial para la medición y el control del caudal y la densidad, entre otros. Su medición y control son esenciales para garantizar una calidad constante de los productos acabados y para cumplir los límites de seguridad en operaciones con riesgo de incendio o explosión (Cietsa_web, 2023).

Nivel

Se encuentra al medir el volumen de líquidos, pero también para contener sólidos. Algunos ejemplos de utilidad son: control y medición para evitar fugas de líquidos, medición del nivel de tanques, control de contenidos corrosivos, abrasivos, de alta presión y radiactivos, y muchos otros (Cietsa_web, 2023).

Flujo

Cantidad de líquido que pasa por unidad de tiempo. Suele compararse al caudal volumétrico o al caudal másico en un área determinada por unidad de tiempo. Las aplicaciones van desde las más sencillas, como la medición del caudal de agua en plantas de tratamiento de aguas residuales y aplicaciones domésticas, también para la medición de gases industriales y combustibles (Cietsa_web, 2023).

Proceso de control

Un proceso industrial comienza con la medición de una variable. Esta información se utiliza para tomar una decisión sobre el proceso. Por último, buscar una posible solución (S.A. R. , Tecnología al servicio de la industria, 2019).

Diferencia entre control manual y control automático

Control manual

Un sistema de control manual es un sistema en el que interviene un ser humano en el elemento de control, y es siempre la acción humana la que afecta al sistema, por ejemplo (Sites.Goo, 2016).

- Frenar un coche
- Encender y apagar las luces de una habitación.

Control automático

Un sistema de control automático es un sistema en el que un elemento llamado controlador sustituye a un operador humano. El trabajo del controlador consiste en utilizar los datos para determinar las acciones de control necesarias y realizar la regulación para mantener el sistema en un valor determinado (Sites.Goo, 2016).

Variables utilizadas en el proceso de control

El bucle de control del proceso está diseñado para controlar todas las variables. El término "VARIABLE MANIPULADA" se utiliza para describir una variable manipulada. Otras variables que se han medido previamente se denominan "VARIABLES MEDIDAS". Del mismo modo, el término utilizado para expresar un valor fijo es "SET POINT" y la diferencia entre el valor real de la variable y el valor fijo se denomina "DESVIACIÓN".

Se toman medidas para eliminar la diferencia. En el proceso de control, la acción consiste en un ajuste de la variable, que se denomina "VARIABLE MANIPULADA".

En la práctica, el control es un ciclo continuo de medición, decisión y acción. Un proceso de control es un ciclo diseñado para mantener la variable controlada en el "set point" (Clayton, 2022).

Sistema de control de lazo abierto y lazo cerrado

Los sistemas de control realizan operaciones de control con verificación y, en algunos casos, dependiendo de las características de los sistemas, de regulación. En los sistemas, la señal de salida puede influir o no en el funcionamiento del sistema. Por esta razón, se distinguen dos sistemas diferentes, el de lazo abierto y el de lazo cerrado (Sites.Goo, 2016).

Sistema de control

Es el grupo de componentes electrónicos, mecánicos, neumáticos e hidráulicos, que trabaja en conjunto para lograr un propósito deseado, ver Figura 15.

Figura 15

Sistema de control



Nota. Sistema de control para un propósito específico.

Para que sea un sistema de control debe contar con tres elementos esenciales que son: Una variable a controlar, un actuador y un punto de referencia (set-point).

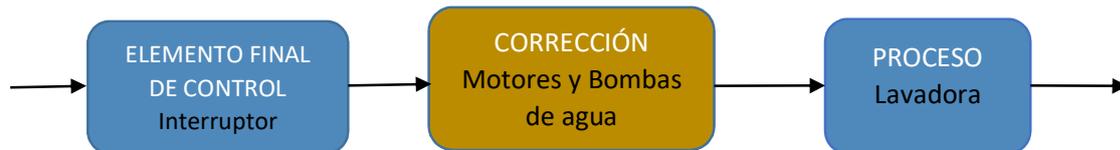
Lazo abierto

El control de lazo abierto, ver Figura 16, no recibe ninguna información o retroalimentación sobre el estado de la variable, por lo regular estos se utilizan cuando la variable es predecible y tiene un amplio margen de error, ya que se puede calcular el

tiempo o las veces que se debe de repetir el ciclo para completar el proceso (MECAFENIX, 2019).

Figura 16

Lazo abierto



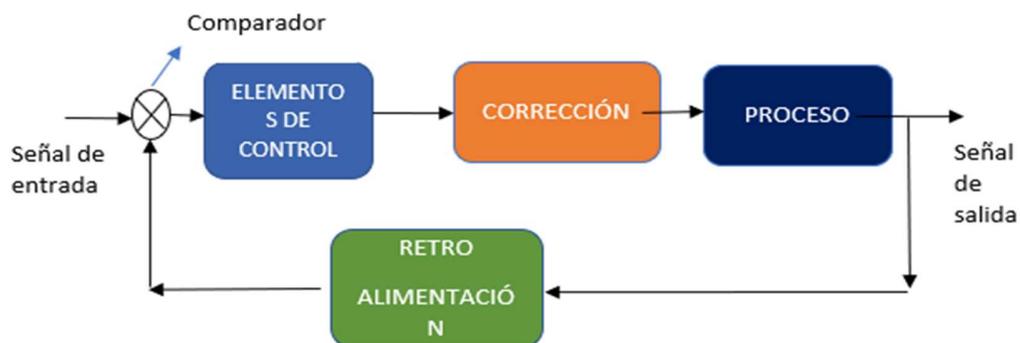
Nota. Figura tomada de (Gálvez, 2022)

Lazo cerrado

El lazo cerrado, ver en Figura 17, es más completo ya que recibe información sobre los estados que va tomando la variable. Esta retroalimentación se logra colocando sensores que envían información de puntos clave del proceso para que así pueda actuar de manera autónoma (MECAFENIX, 2019).

Figura 17

Partes de un lazo cerrado



Nota. Figura tomada de (Gálvez, 2022)

Elemento de comparación. Este comparador recibe información de retroalimentación de los cambios que va sufriendo el proceso, y genera una señal de error del estado actual de la variable con respecto al punto de referencia, para mandarla nuevamente al controlador para que tome una decisión nuevamente (Tecnología).

Elemento de medición. Los sensores o transmisores miden la información del sistema y la retroalimentan al comparador.

Sistemas automáticos

Componente de componentes físicos que están interconectados o interrelacionados de tal manera que pueden regular o dirigir su propio comportamiento sin intervención externa (incluidos los factores humanos), es decir, modificando los posibles errores que se presentan (Tecnología).

Automatización

En la automatización, la presencia humana se sustituye por mecanismos, circuitos eléctricos, circuitos electrónicos o en ordenadores. Funcionan mediante ordenadores, sistema de control (MAQUINARIAS, 2018).

Proceso de la automatización

La automatización de un proceso industrial consiste en la incorporación de un conjunto de elementos y dispositivos tecnológicos que aseguran su control y buen comportamiento.

La automatización de procesos industriales se define como el traspaso de las funciones ejecutadas por un operario a un sistema electrónico programable. Se desarrolla en dos vertientes:

- Mejora la calidad del producto final y abarata los costes del proceso, algo que se logra generalmente asistiendo al trabajador.
- La implementación de procesos automatizados en las diversas industrias debe responder a las demandas del mercado y la efectividad que se exige en el entorno, siempre conservando como premisa principal el balance costo-beneficio de la solución en el entorno industrial de los proyectos (PROCETRADI, 2021).

Cuando se habla de automatización es necesario definir los siguientes términos: Variable controlada, variable manipulada, punto de referencia.

Tipos de automatización industrial

(S.A. R. , Tecnología al servicio de la industria, 2019) Indica que los sistemas de automatización industrial se suelen clasificar en cuatro tipos:

- Sistema de Automatización Fija
- Sistema de automatización programable
- Sistema de automatización flexible
- Sistema Integrado de Automatización

Sistema de automatización fija

Los sistemas de automatización fijos son equipos especiales que se utilizan para agilizar procesos específicos. En la automatización fija, es casi imposible facilitar las modificaciones en el diseño del producto. Las industrias que tienen que producir diseños de productos estables y sostenibles durante un largo período de tiempo optan por sistemas automatizados fijos.

Sistema de Automatización programable

Los dispositivos automatizados programables están diseñados para facilitar el cambio de producto. Sin embargo, el proceso de reprogramación de una máquina de producción requiere mucho tiempo.

Sistema de automatización flexible

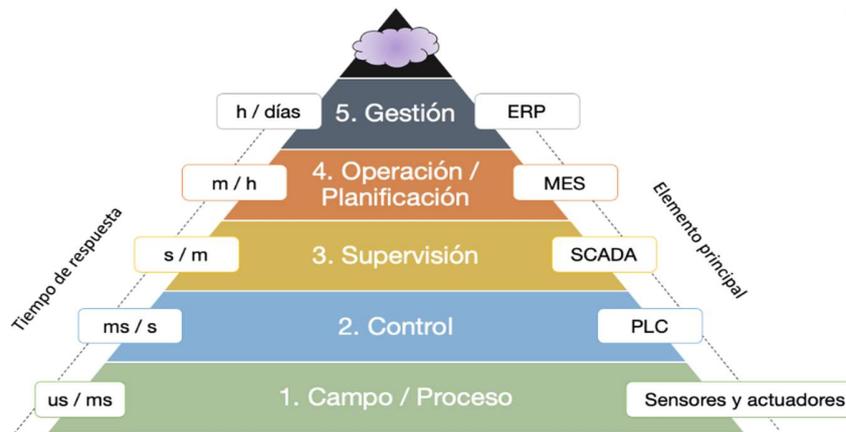
Permite cambiar el equipo de forma automática y rápida. En este caso, una mezcla de diferentes productos puede ser producida consistentemente sin perder tiempo.

Sistema Integrado de Automatización

Es el conjunto de máquinas, procesos y datos independientes, que trabajan de forma sincrónica, bajo el mando de un único sistema de control para implementar un sistema de automatización de un proceso de producción: Diseño de ayuda computarizado (CAD - Computer Aided Design), Diseño de manufacturación computarizado CAM (Computer Aided Manufacturing), herramientas y máquinas controladas por ordenador, robots, grúas y bandas transportadoras se pueden integrar entre si utilizando una programación y un control de producción (S.A. R. , Tecnología al servicio de la industria, 2019).

Niveles de la automatización industrial

Cuando se habla de los niveles de la automatización industrial, la pirámide de automatización organiza cada elemento desde el transmisor hasta la gestión de toda la fábrica Figura 18.

Figura 18*Pirámide de automatización*

Nota. Tomado de (Barrientos, 2014).

Nivel supervisor

Consiste en un ordenador o computadora industrial, Panel de Control o en formato rack, según las necesidades de la empresa. Este ordenador utiliza un sistema operativo estándar con un software especial, normalmente proporcionado por el proveedor para el control de procesos industriales.

El objetivo del software es la visualización y parámetros del proceso. Para la comunicación se utiliza el protocolo Ethernet Industrial, que puede ser Gigabit LAN o cualquier topología inalámbrica (WLAN) (AUTYCOM, 2023).

Nivel de control

Es el nivel donde se ejecuta todos los programas relacionados con la automatización. Para este propósito, generalmente se utilizan controladores lógicos programables o PLC, que proporcionan capacidad de computación en tiempo real. Además, en este nivel también se considera los RTU y DCS.

Los Autómatas programables (PLC) también pueden ser interconectados con varios dispositivos de entrada/salida (E/S) y pueden comunicarse a través de varios protocolos de comunicación industrial (AUTYCOM, 2023).

Nivel de campo

Los dispositivos de E/S, más conocidos como equipos terminales de datos, como sensores o elementos primarios de control y actuadores o elementos finales de control son los dispositivos que forman el nivel de campo. Los sensores como temperatura, óptica, presión y actuadores como motores, válvulas, interruptores están conectados a un PLC a través de un bus de campo y la comunicación entre un dispositivo de nivel de campo y su correspondiente PLC normalmente es una conexión punto a punto.

EI PLC

El PLC, ver Figura 19, de acuerdo (Industrial, 2021) (El controlador S7-1200 ofrece la flexibilidad y potencia necesaria para controlar gran variedad de dispositivos para las distintas necesidades de automatización. Gracias a su diseño compacto, configuración flexible y amplio juego de instrucciones, el S7-1200 es idóneo para controlar una gran variedad de aplicaciones.

La CPU incorpora un microprocesador, una fuente de alimentación integrada, circuitos de entrada y salida, PROFINET integrado, E/S de control de movimiento de alta velocidad y entradas analógicas incorporadas, conformando así un potente controlador. Al cargar el programa en la CPU, se requiere de una lógica necesaria para vigilar y controlar los dispositivos de la aplicación (Industrial, 2021).

La CPU se encarga de las entradas además de cambiar el estado de las salidas según la lógica del programa del usuario, se puede incluir lógica booleana, instrucciones

de conteo y temporizadores, funciones matemáticas complejas, así como comunicación con otros dispositivos inteligentes (Industrial, 2021).

Operatividad del PLC, basada en procesos periódicos y sucesivos

Autodiagnóstico. Es la revisión de todos los circuitos. En caso de presentarse un inconveniente, el dispositivo indica una señal.

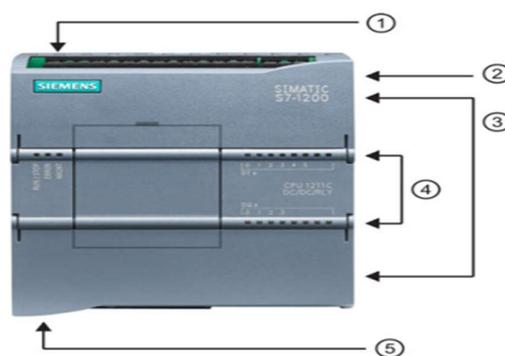
Lectura de entrada y grabación. Evalúa cada entrada para diagnosticar si está en estado de prendido o apagado y graba estos procesos en la memoria.

Lectura y realización del programa. Utilizando la imagen que se encuentra en la memoria, el ordenador realiza el programa instruido por el usuario.

Registro y actualización de salidas. En este paso se restaura de manera sincrónica todas las salidas.

Figura 19

PLC S7-1200



Nota. Figura tomada de (CITY, s.f.)

- Conector de corriente
- Ranura para Memory Card (debajo de la tapa superior)
- Conectores extraíbles para el cableado de usuario (detrás de las tapas)

- LEDs de estado para las E/S integradas
- Conector PROFINET (en el lado inferior de la CPU)

Características del PLC

En la industria, la medición de nivel es muy importante, ya que se necesita de un correcto desempeño del proceso también el correcto balance de materia prima, (GSL Industrial, 2021).

- Lectura de señales de captadores distribuidos.
- Permiten establecer comunicación con los diferentes equipos en tiempo real.
- Interfaz que permite el uso y diálogo con los operarios.
- Capaces de ser programados por diferentes lenguajes.
- Reciben y ejecutan órdenes continuas por tiempos prolongados.

Ventajas

- Mayor facilidad de controlar eficazmente todos los procesos de una industria.
- Una rapidez de respuesta más eficaz.
- La programación es muy segura.
- No necesita demasiado espacio para su correcto funcionamiento.
- Se instala con facilidad.
- Apenas ocupa espacio.
- Aumenta el ahorro de costes energéticos.

Desventajas

En las desventajas, se debe tener en cuenta que todos estos beneficios solo son accesibles en el caso de:

- La industria debe contar con mano de obra con la formación más adecuada para sacarle el máximo partido a este avance tecnológico.
- Dispuesto a realizar algunas modificaciones, necesarias para poder centralizar su uso.
- Las condiciones ambientales deben ser apropiadas para que el autómata funcione correctamente (dependiendo siempre del tipo y modelo instalado).
- La posibilidad de controlar hasta el más mínimo detalle de cada proceso no siempre justifica esta inversión, que puede ser demasiado alta, dependiendo de cada caso particular (Industrial, 2021).

Pantalla táctil

Descripción de los paneles

La línea de productos de los “SIMATIC HMI Basic Panels” se compone de “Key & Touch Panels” (manejo por teclado y por pantalla táctil) Figura 20.

Figura 20

Pantalla HMI Siemens



Nota. Tomado de (Mercado libre, s.f.)

Componentes del KTP700 Basic para PROFINET

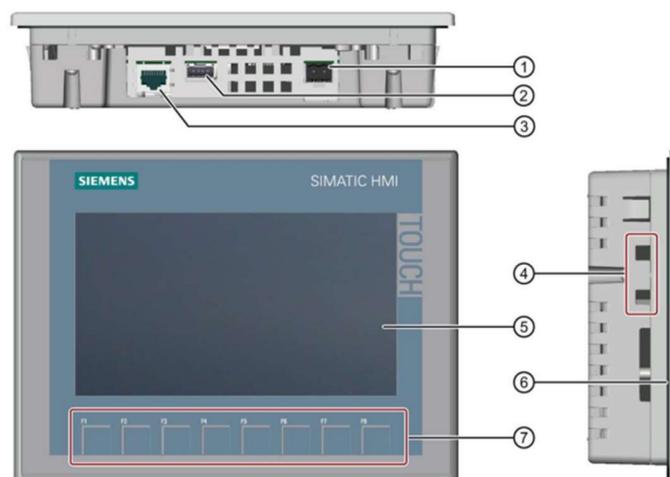
Se requiere el software WinCC Basic (TIA Portal) para la configuración y la programación. Este software está incluido en el volumen de suministro del paquete para

instructor de SCE "SIMATIC HMI KTP700 BASIC COLOR PANELS para S7-1200",
(Siemens, WinCC Basic mit KTP700 _ S7-1200).

- Conexión de alimentación
- Interfaz USB para memoria de masa USB o ratón USB
- Interfaz PROFINET
- Escotaduras para un clip de montaje
- Pantalla/pantalla táctil
- Junta de montaje
- Teclas de función
- Placa de características
- Conexión para tierra funcional
- Guía para tiras rótulos, ver Figura 21.

Figura 21

Componentes del KTP700



Nota. Tomado de (Siemens, WinCC Basic mit KTP700 _ S7-1200)

Capítulo III

Desarrollo del tema

En este apartado se detalla el levantamiento de información de los dispositivos del sistema de control, de potencia, circuito neumática y el circuito eléctrico del tablero de control ubicado en el cuarto de agua tratada en la empresa FUENTES SAN FELIPE S.A. en los datos recolectados se implementara un monitoreo de nivel de agua en el tanque de agua tratada, mediante un controlador lógico programable al igual que es de suma necesidad conocer las conexiones del tablero de control para realizar el control y en qué condiciones se encuentra en caso de hacer cambios.

Levantamiento de información del tablero de control

Actualmente el tablero de control, ubicado en el cuarto de agua tratada. El tablero está dividido en una parte de potencia una parte de control, el sistema eléctrico y el sistema neumático. También el tablero tiene deficiencias en las instalaciones ya que algunos de los dispositivos no están conectados y otros no cumplen con su función a través de los años se han realizado modificaciones en el tablero por lo cual muchos elementos quedaron sin uso, adicional las bombas son controladas por el guarda motor manualmente ya que realizan la activación y desactivación de estas, siendo la función principal de proteger más no controlar.

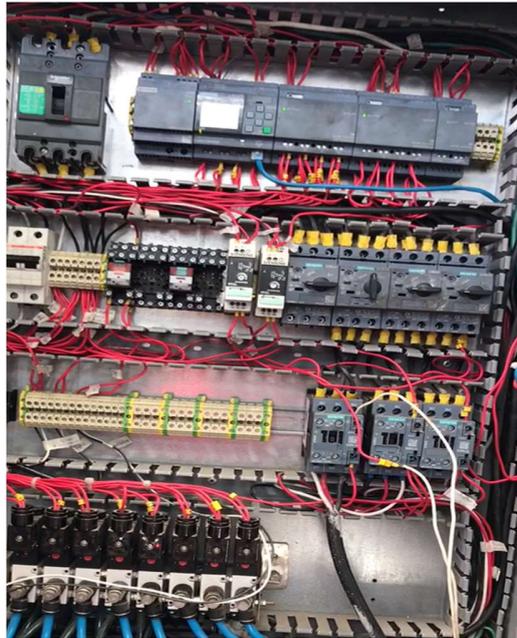
Identificación de las conexiones del tablero de control

Para identificar las conexiones se realizó la identificación de los elementos que existen en el tablero de control, así como el seguimiento del cable hasta cada dispositivo, desde la alimentación hasta dispositivos de control, dispositivos de potencia, elementos neumáticos, elementos de protección, ya que no cuenta con un etiquetado apropiado para

identificar las conexiones y conocer cómo está el proceso, la identificación del estado del tablero ayudara para futuros cambios ver Figura 22.

Figura 22

Conexión del sistema actual del tablero de control



Nota. Tablero de conexión del sistema actual del tablero de control

Para entender el control que realiza el tablero se desglosa parte por parte las conexiones de cada elemento.

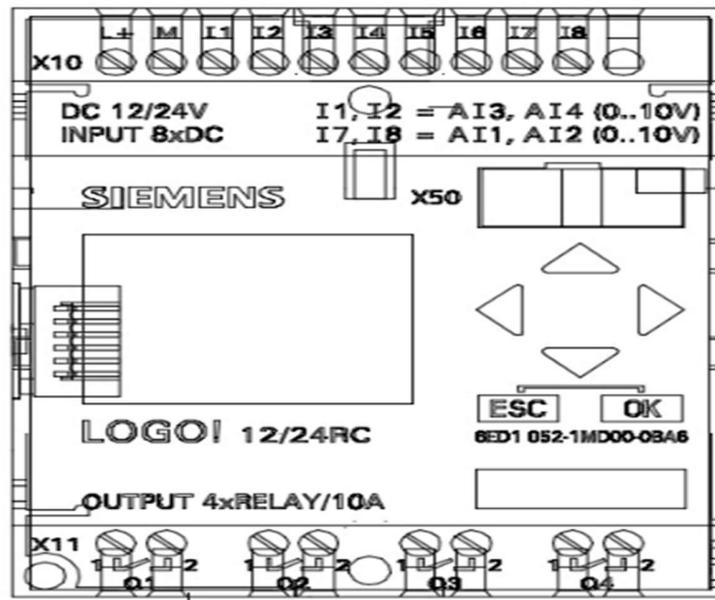
Controlador lógico programable Logo

Como primer dispositivo electrónico que existe en el tablero es un relé lógico programable ver Figura 23, que se utiliza para el control automático de procesos industriales y sistemas de automatización. Existen líneas de programación en el relé lógico programable para realizar la tarea de purga, esto se da al medio día durante veinte minutos, 12:00 a 12:20 existen otras líneas de lenguaje de programación, pero con el

pasar del tiempo ha tenido cambios en las conexiones y ciertas líneas han dejado de ser útiles en el proceso.

Figura 23

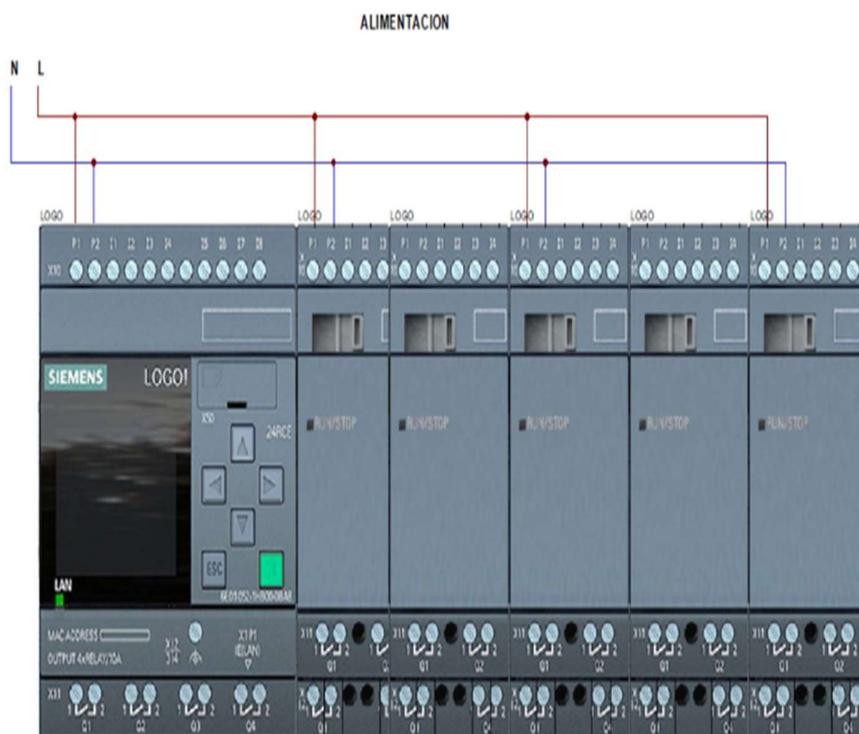
Relé lógico programable, logo



Nota. Relé lógico programable, logo realizado en el software AutoCAD.

Alimentación

La alimentación eléctrica, ver Figura 24, para un relé LOGO es de suma importancia, ya que garantiza el correcto funcionamiento del sistema de control, requiere de una fuente de energía de 24V DC que se utiliza para alimentar el hardware del PLC y realizar las tareas de control y monitoreo. Es importante asegurarse que la fuente de alimentación sea estable y que cumpla con los requisitos de corriente y voltaje especificados para el modelo en uso. Además, es necesario tener en cuenta la protección de sobretensiones y cortocircuitos para garantizar la seguridad y la fiabilidad del sistema.

Figura 24*Alimentación del relé lógico programable*

Nota. Alimentación del relé lógico programable realizado en CAdE simu.

Entradas y salidas analógicas

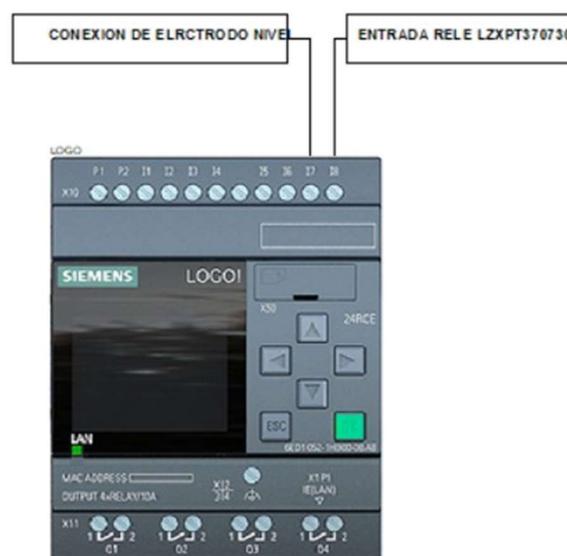
La entrada analógica I7, recibe información desde el electrodo del tanque mediano de 3.20m de altura, que están ubicados en la parte superior de los tanques, donde recibe la señal del nivel bajo y alto el cual permite monitorear el llenado de agua. Las entradas se utilizan para medir variables como la temperatura, la presión, la velocidad, entre otros.

La entrada analógica I8 es la conexión al relé LZXP370730 marca Siemens y la salida del relé está conectado el tablero de control de la zona de ozonificación de agua ver Figura 25.

El número de entradas y salidas disponibles en un relé Logo depende del modelo específico, pero normalmente varía entre 8 y 256 puntos por dispositivo. Es importante tener en cuenta que el relé logo tiene características específicas de entrada y salida, como el nivel de tensión y la impedancia, que deben cumplirse para un correcto funcionamiento.

Figura 25

Entradas analógicas



Nota. Entradas analógicas del logo.

Entradas y salidas digitales del Logo

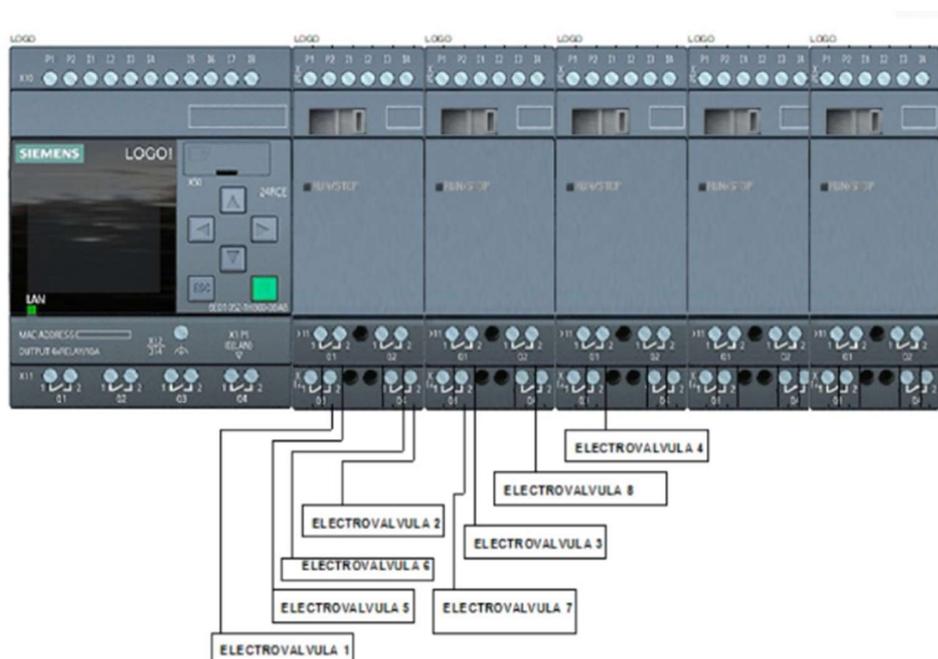
En la actualidad no cuenta con conexiones de entradas ni salidas digitales excepto las opciones que cuenta el modelo por defecto, como característica, las entradas pueden incluir señales de sensores, pulsadores, interruptores. Además, las salidas pueden ser activadas por las líneas de programación del Logo y a la vez podría controlar actuadores, luces, motores. En este caso las salidas del relé Logo están puenteadas con el módulo de expansión el cuál controla el funcionamiento de las electroválvulas.

Salidas del módulo 1 de expansión DM1624R

La alimentación para el módulo es de 24V DC, las salidas del módulo DM1624R están conectadas a las electroválvulas las cuales se encargan de realizar una purga, ver Figura 26.

Figura 26

Módulo 1, DM1624R salidas digitales



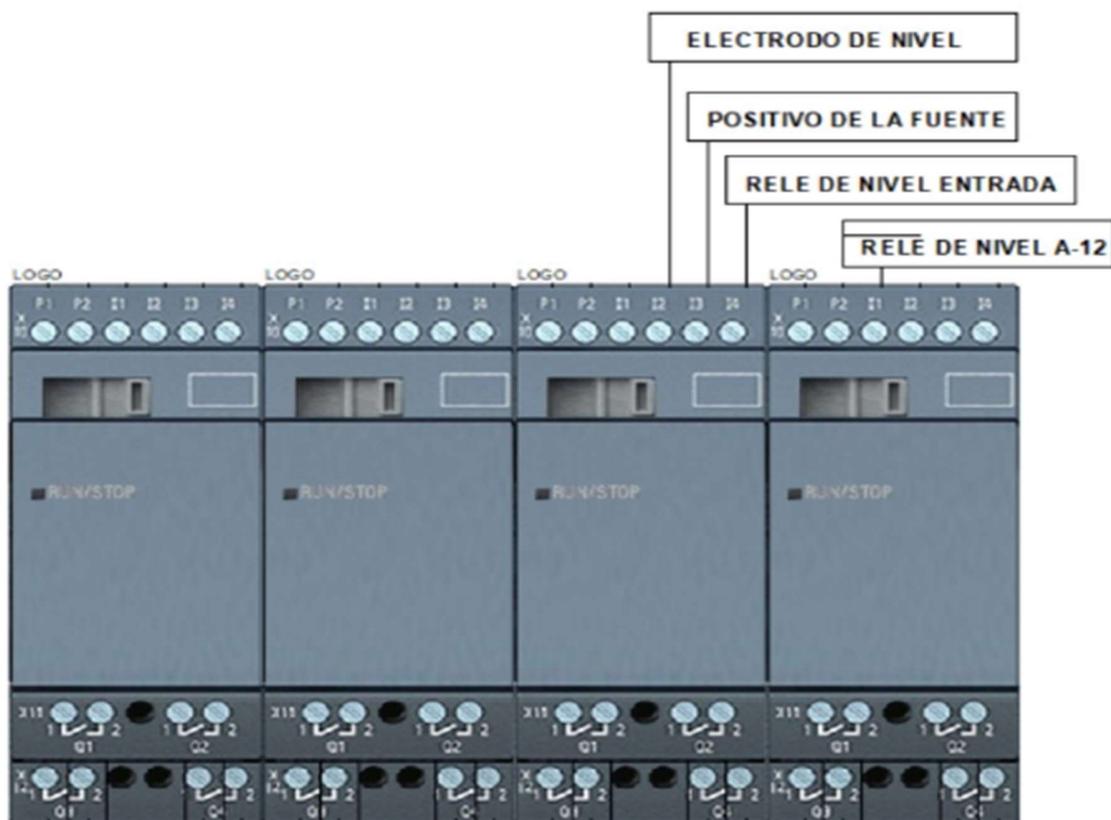
Nota. Salidas digitales del Módulo 1, DM1624R en CADE simu.

Módulo 2, DM1624R entradas digitales

De igual manera el módulo 2 está alimentado a 24V DC, del I2 sale hasta la bornera 2, además de conectarse a la entrada 8 y 7 para los electrodos del segundo tanque de agua tratada para el nivel del líquido. Cada uno de estos relés envía señales de voltaje para la activación y desactivación de las bombas de llenado ver Figura 27.

Figura 27

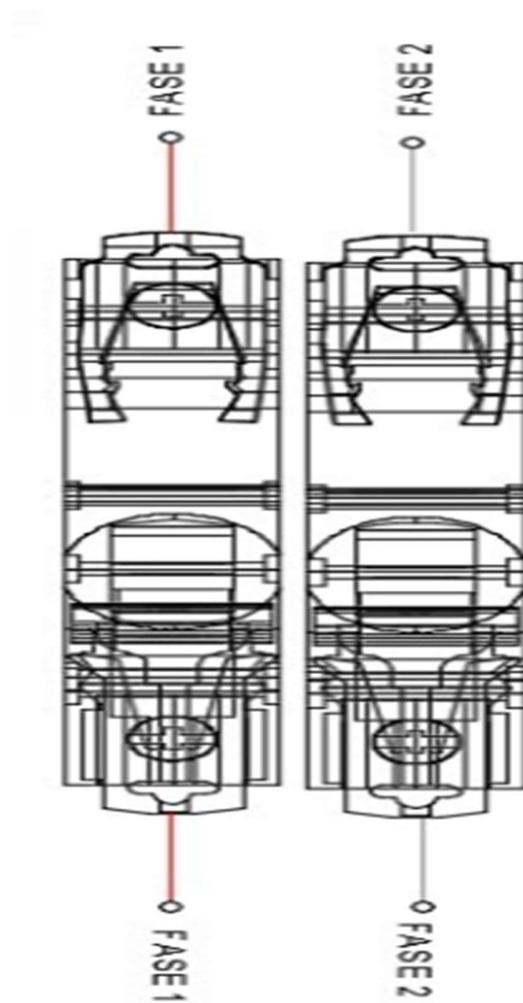
Entradas digitales del módulo 2, DM1624R



Nota. Entradas digitales del módulo 2, DM1624R, realizado en CADe simu.

Breaker 4 Amperios

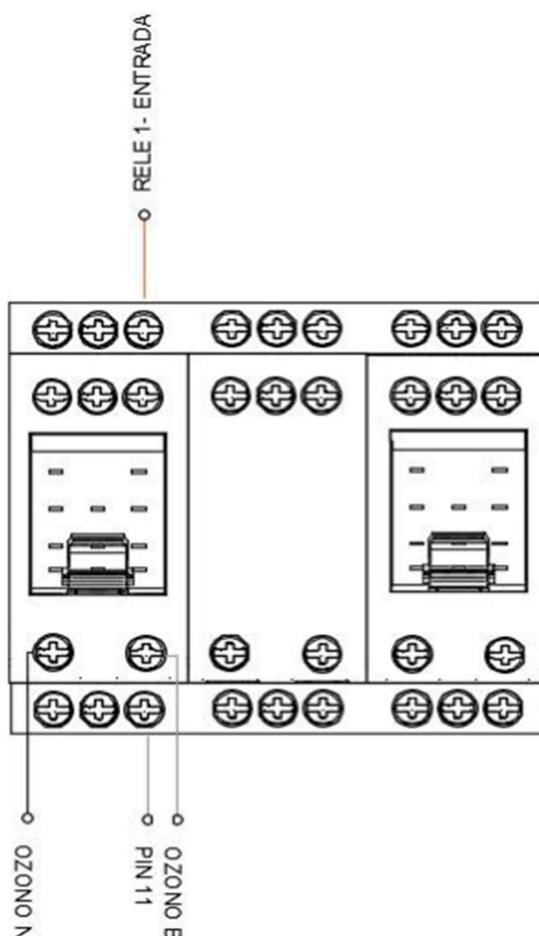
Este breaker se encarga de alimentar todo el circuito de control con un voltaje de 220V dentro del tablero para su puesto en marcha energizando cada uno de los componentes ver Figura 28.

Figura 28*Breaker 4 A*

Nota. Breaker de 4 A realizado en Autocad.

Relé LZXP370730 marca Siemens

Se encarga de proteger al área del ozonificador, opera con un voltaje de 230V, con amperaje de 10 A. Este dispositivo es electromagnético el cuál necesita de una corriente baja para funcionar con normalidad, para abrir o cerrar el circuito necesita sobrepasar el rango de potencia, ver Figura 29.

Figura 29*Relé LZXP370730*

Nota. Relé LZXP370730 realizado en Autocad.

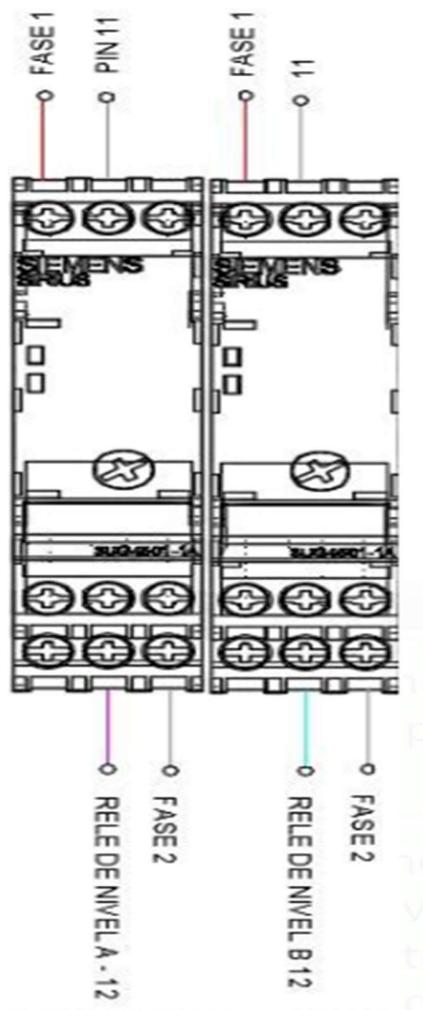
Relés de nivel 3UG06

El relé de nivel está alimentado a 220 V y envía señales de 20 a 30 V a cada uno de los electrodos que se encuentran en los tanques de 20.000 L y 15.000 L en el cual los electrodos son los encargados de censar el nivel de líquido mediante sus tres barras las cuales hacen contacto con el líquido cuando este está lleno y envía una señal de voltaje para que la bomba de llenado se desactive y viceversa al no hacer contacto con el líquido,

envían la señal de voltaje para que entren en funcionamiento las bombas ya que estas se encuentran en un nivel bajo ver Figura 30.

Figura 30

Relé de nivel 3UG06



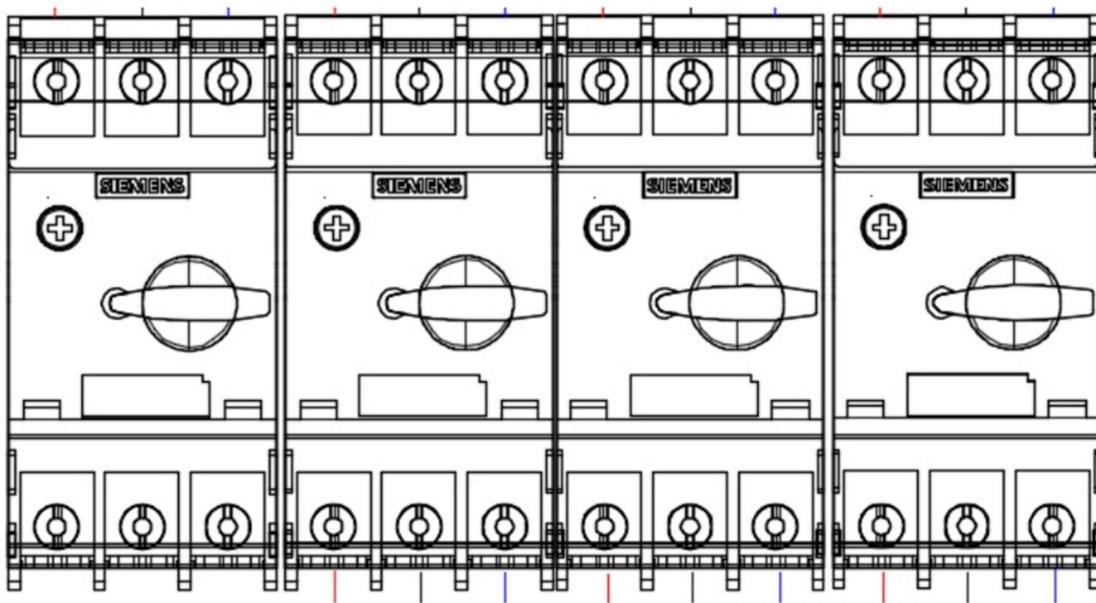
Nota. Relé de nivel 3UG06 realizado en Autocad.

Guardamotor Siemens Sirius, G/186421

Se encarga de proteger al motor, pero siempre hay que tener en cuenta la corriente de cada motor y bomba ya que al tener mayor corriente este no lo protege, ver Figura 31.

Figura 31

Guardamotor Siemens sirius



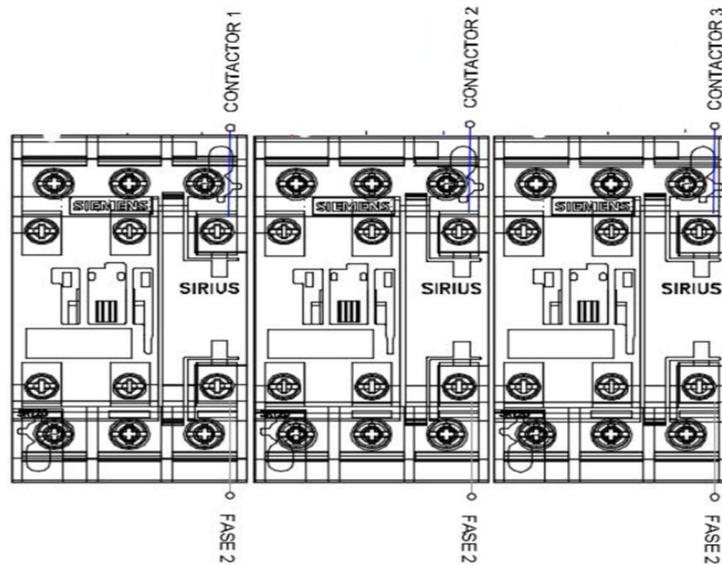
Nota. Guardamotor Siemens realizado en Autocad.

Contactor Siemens sirius, 38T2023-1AN20

Estos se encuentran alimentados con un voltaje de 220V y su principal función es activar o desactivar el circuito de fuerza siempre y cuando cumpla con las funciones programadas con el logo ver Figura 32.

Figura 32

Contactor Siemens sirius, 38T2023-1AN20



Nota. Contactor Siemens sirius, 38T2023-1AN20 realizado en Autocad.

Diseño de esquemas

El diseño de un dibujo técnico 2D, es demostrar mediante la forma, la estructura, las dimensiones, la tolerancia, la precisión.

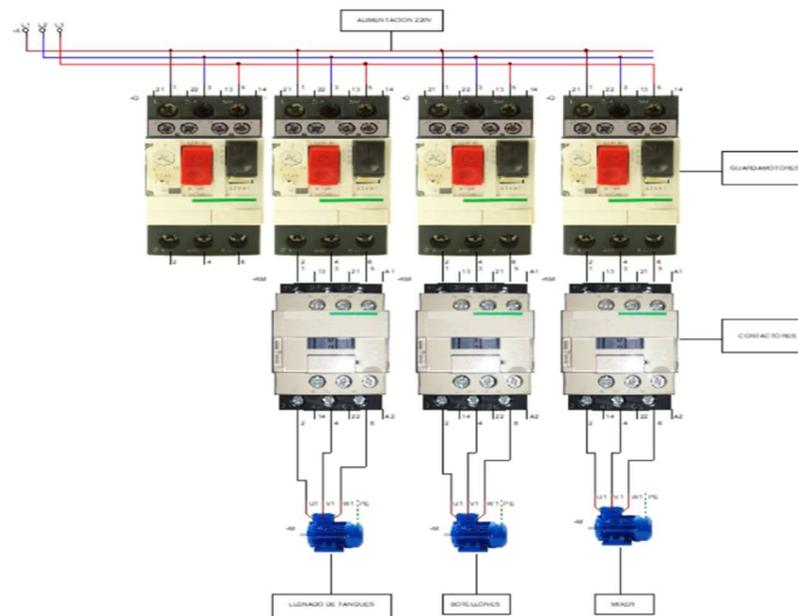
Circuito de potencia

El circuito de potencia es el encargado de controlar el consumo de energía que se va a utilizar en el proceso, como motores, baterías de condensadores, lámparas, los aparatos eléctricos instalados en el tablero están alimentados por baja tensión (BT), 120 V además el tablero donde se va a realizar la instalación tiene una derivación de 220 V para otros dispositivos, los cuales necesitan más consumo de corriente para ejecutar tareas de más carga.

En este circuito las bombas son controladas por el guarda motor manualmente ya que realizan la activación y desactivación de estas, siendo la función principal de proteger más no controlar, ver Figura 33.

Figura 33

Circuito de potencia en el software CADE simu



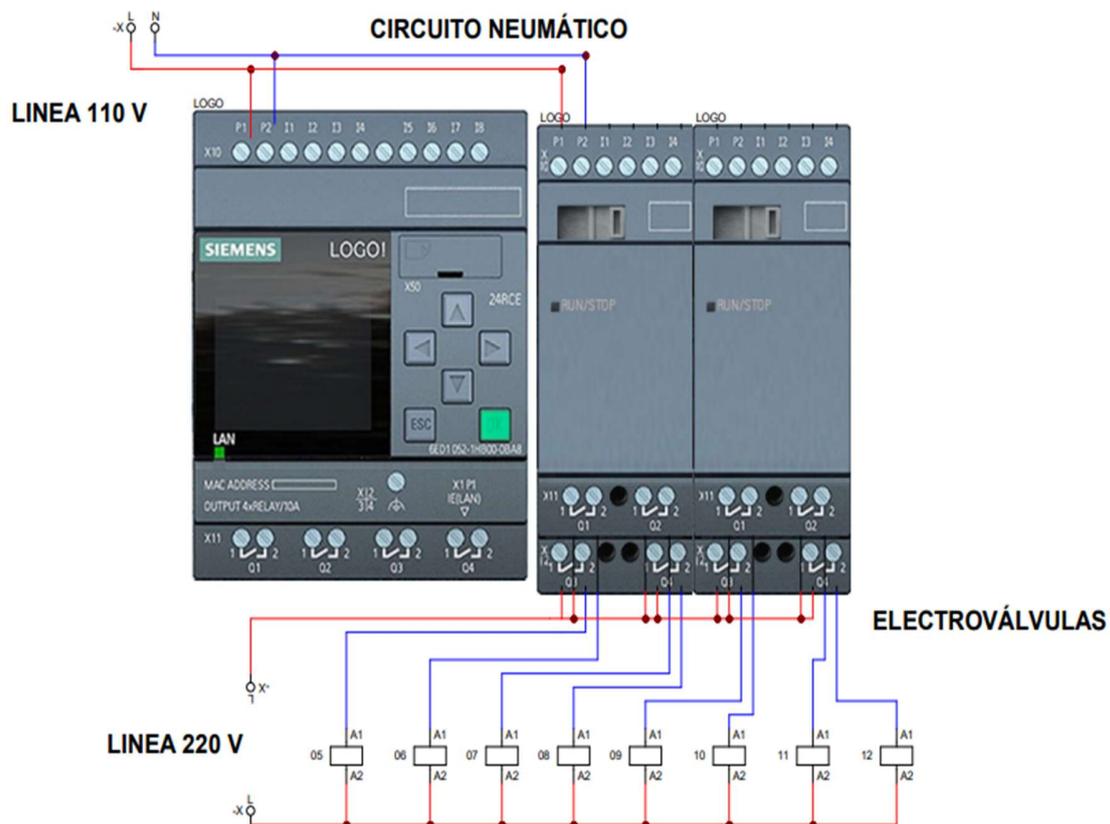
Nota. Contactor Siemens realizado en Autocad.

Circuito neumático

El sistema de control está alimentado por una fuente de 24V, un relé lógico programable el cuál activa las electroválvulas éstas electroválvulas controlan los actuadores neumáticos que se encuentran en los cilindros de grava arena y carbón activo, que es la parte de filtración de grava, arena y carbón activo una vez por día a las 12:00 hasta las 12.20 de lunes a sábado se realiza la purgación, y para el ablandador de agua interviene otro actuador neumático el cual permanece desconectado, ver Figura 34.

Figura 34

Esquema Neumático software CADE simu



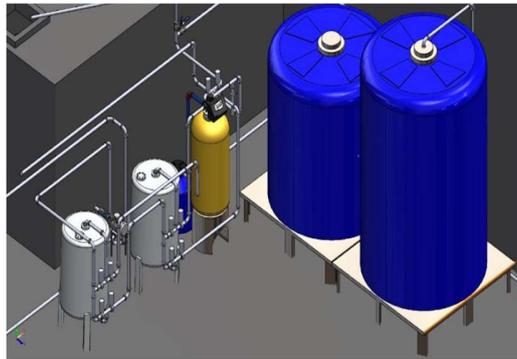
Nota. Esquema Neumático realizado en el software CADE simu.

Circuito de protección

Protege al sistema eléctrico, pueden ser circuitos básicos de un hogar o los circuitos de una máquina industrial, Figura 35.

Figura 36

Diseño 3D del área de agua tratada



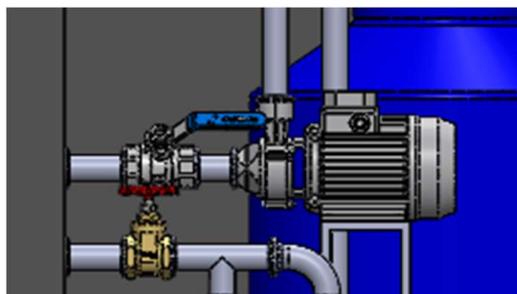
Nota. Diseño 3D del área de agua tratada realizado en Autocad.

Proceso de filtración de agua en el cuarto de agua tratada

En el levantamiento de información en la planta, el agua para el llenado del tanque sale de una cisterna 3.15m de altura, en la parte inferior tiene dos salidas las cuales están con su respectiva bomba para enviar el líquido a los distintos puntos de producción. A una de las salidas está conectada una bomba de 3hp, la cual mediante succión envía agua por tubos de acero inoxidable de 2" pasando así a un circuito de filtración de agua, ver en la Figura 37.

Figura 37

Bomba modelo P63FZP4412 a la salida de la cisterna



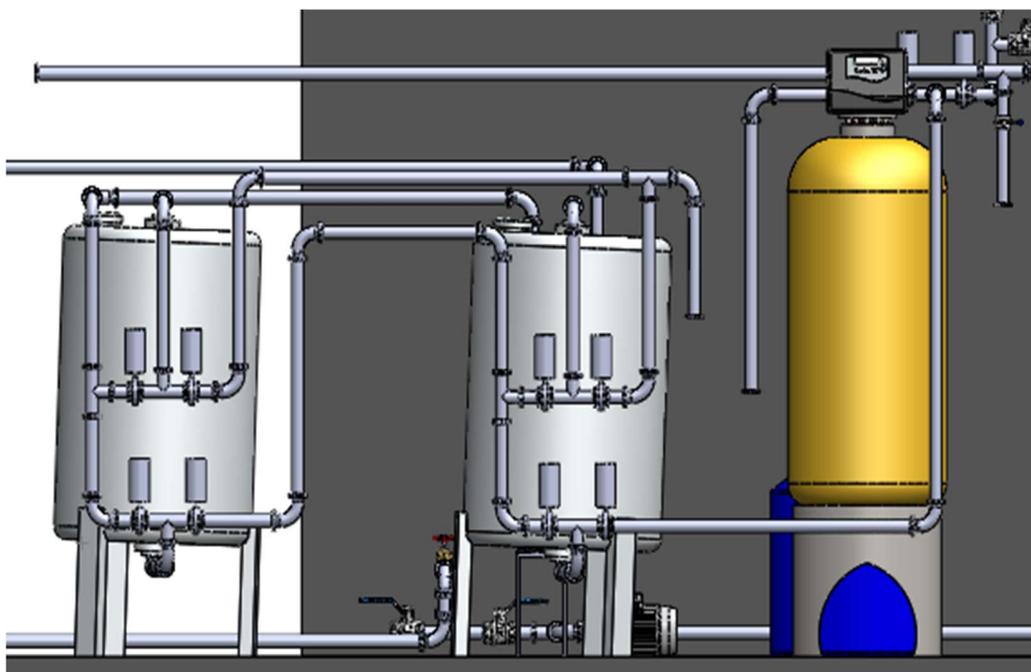
Nota. Bomba a la salida de la cisterna realizado en Autocad.

Filtración del agua

En esta etapa el agua es filtrada y pasa por distintos compartimentos de tratamiento como son el cilindro de filtración de grava y arena, así como también el filtro de carbón activado y por último al ablandador de agua hasta llegar al punto que requiere cada área de producción de este líquido vital, Figura 38.

Figura 38

Proceso de filtración del agua



Nota. Proceso de filtración del agua realizado en Autocad 3D.

P&ID

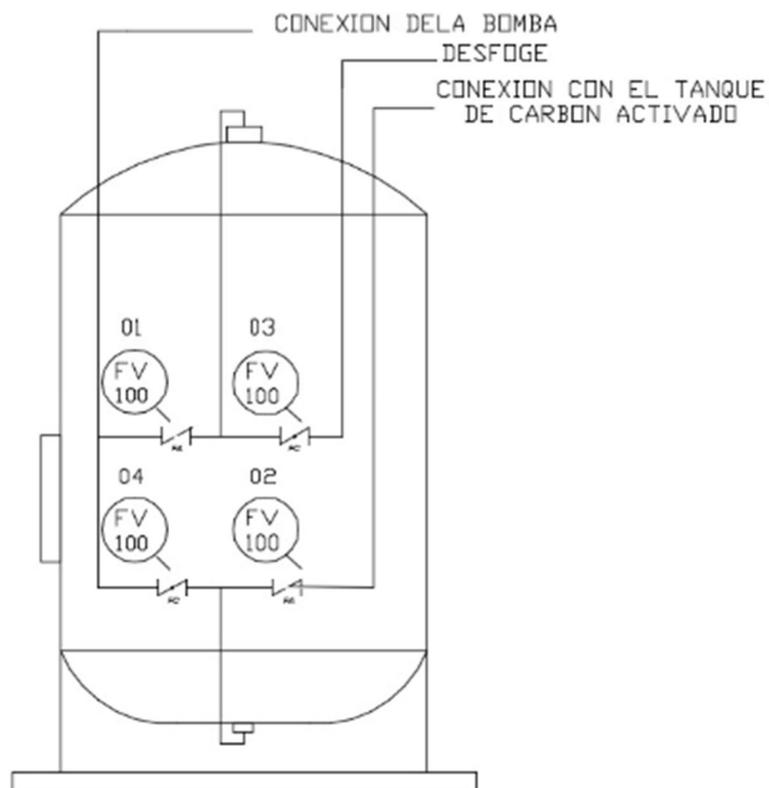
Un P&ID es un Diagrama de Tuberías e Instrumentos es el esquema que muestra el flujo del proceso a través de las tuberías y los equipos e instrumentos instalados.

Cilindro 1 de filtración (Grava y arena)

Para que el agua llegue al cilindro de filtración (Grava y Arena), sale de la bomba de 3 HP hasta llegar a un circuito de válvulas neumáticas de simple efecto, Tipo Mariposa 2018.11. Llega a la válvula neumática 1, Figura 39, es normalmente abierta (NA) pasa el agua por el tubo de 2" de acero inoxidable de la mitad, sube hasta la parte superior del cilindro aquí hace la primera etapa de filtración adicional el actuador neumático 3 esta normalmente cerrado (NC). Por lo tanto, esta no deja pasar el agua ya que aún no está filtrada.

Figura 39

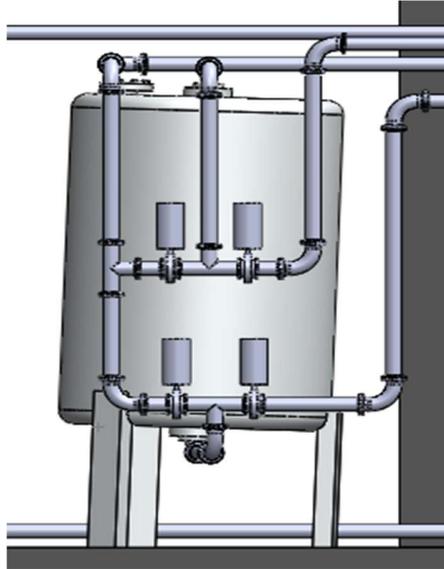
P&ID del cilindro de Grava y Arena



Nota. P&ID del cilindro de Grava y Arena en Autocad.

Figura 40

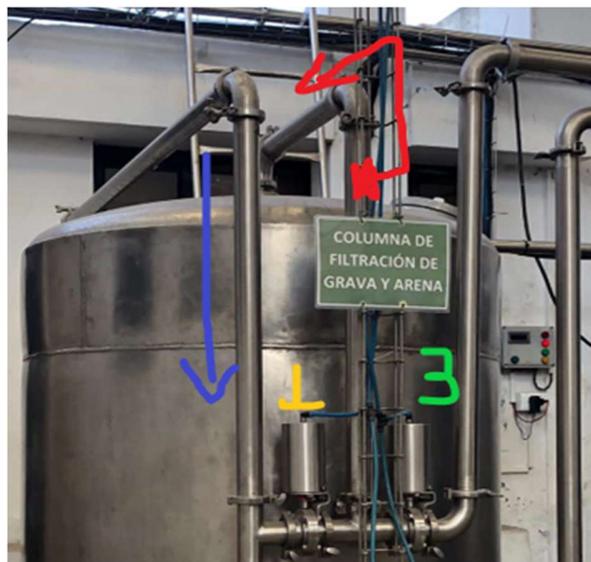
Modelado 3D del cilindro de Grava y Arena



Nota. Cilindro de Grava y Arena realizado en 3D.

Figura 41

Etapa de filtración del cilindro de Grava y Arena

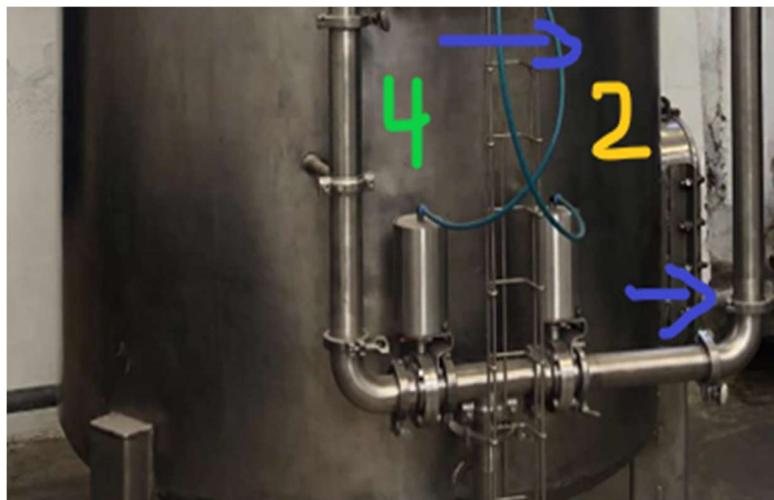


Nota. Etapa de la filtración del cilindro de grava y arena.

Para la salida del agua ya filtrada sale por la parte inferior del cilindro la válvula 4 está normalmente cerrada (NC) y evita el paso de agua. La válvula neumática 2 está normalmente abierta (NA) y deja pasar el fluido a la siguiente etapa de filtración, ver Figura 42.

Figura 42

Salida del agua filtrada, primera etapa (Grava y Arena)



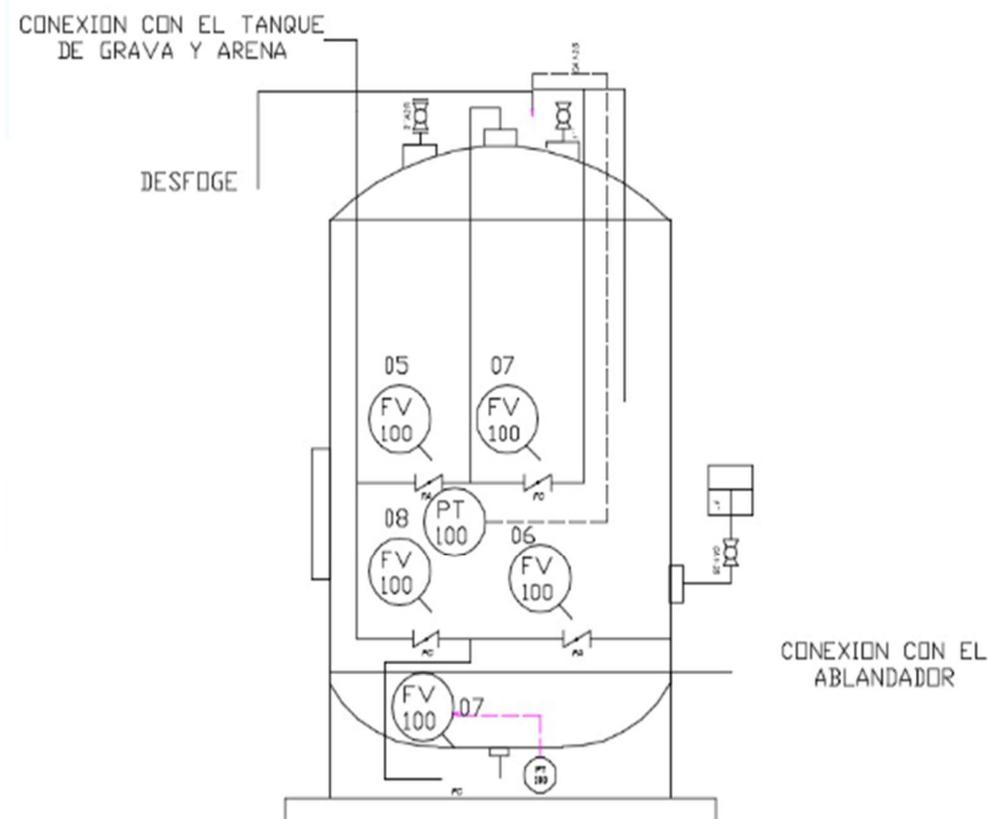
Nota. Salida del agua filtrada de la primera etapa de grava y arena.

Cilindro 2 de filtración (Carbón Activado)

En este cilindro de filtración, ver en la Figura 43 y Figura 45, es similar al anterior, la válvula neumática 5, normalmente abierta (NA), deja pasar el agua por un tubo de 2" de acero inoxidable de la mitad, sube hasta la parte superior del cilindro aquí hace la primera etapa de filtración adicional. El actuador neumático 7 esta normalmente cerrado (NC). Por lo tanto, esta no deja pasar el agua ya que aún no está filtrada además el tubo marcado de color verde es un desfogue es decir una purgación que tiene a las 12.20 pm los días que está encendida la bomba 3HP y que necesita realizar algún producto la empresa Fuentes San Felipe S.A.

Figura 43

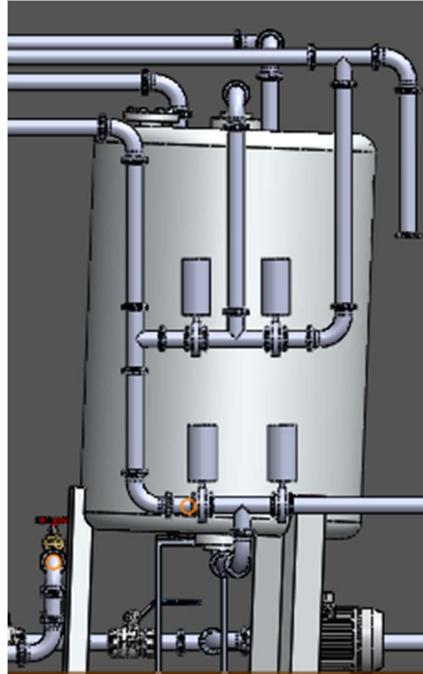
P&ID del cilindro de Carbón Activo



Nota. P&ID del cilindro de Carbón Activo realizado en Autocad.

Figura 44

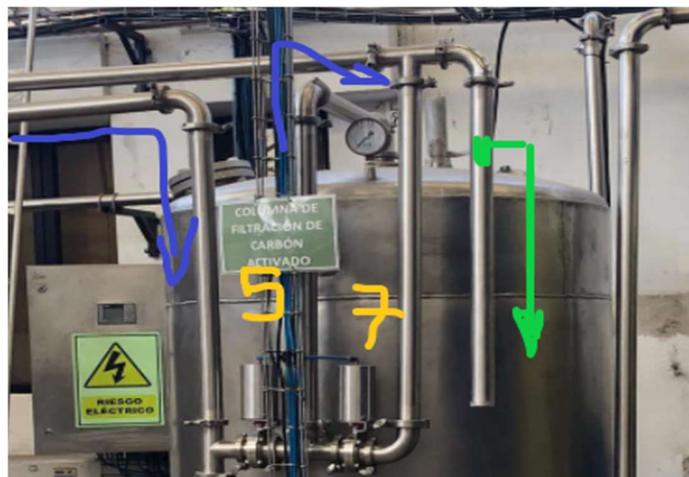
Modelado 3D del cilindro de Carbón Activado



Nota. Cilindro de Carbón Activado realizado en Autocad 3D.

Figura 45

Etapa 2 de filtración cilindro de Carbón Activado



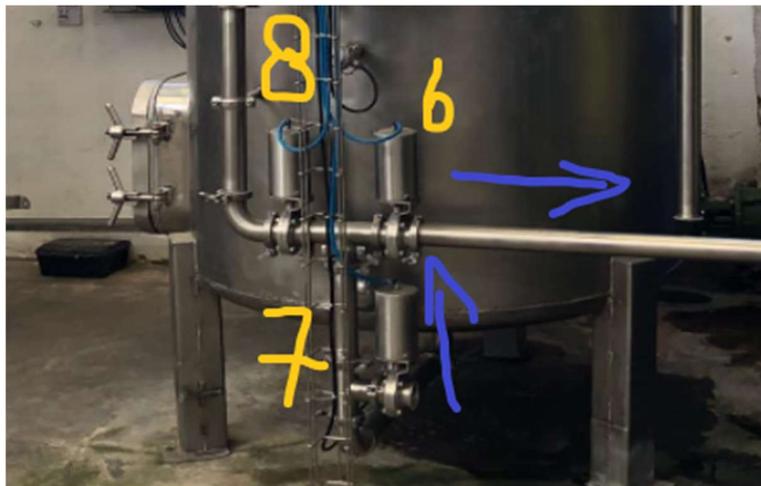
Nota. Filtración cilindro de Carbón Activado.

Salida del agua tratada, etapa dos de filtración Carbón Activado

En esta parte de igual manera el agua ya filtrada, sale por la parte inferior del cilindro por tubos de 2", pasa por una válvula 7 de simple efecto tipo mariposa que está normalmente abierta (NA). La siguiente válvula número 8 esta normalmente cerrada (NC), para evitar el paso del agua ya que debe dirigirse para el otro lado como las flechas de color azul lo indica, hasta el ablandador de agua, Figura 36.

Figura 46

Salida del agua tratada de la segunda etapa de filtración cilindro de Carbón Activado



Nota. Salida del agua tratada de la segunda etapa de filtración al cilindro de carbón activado.

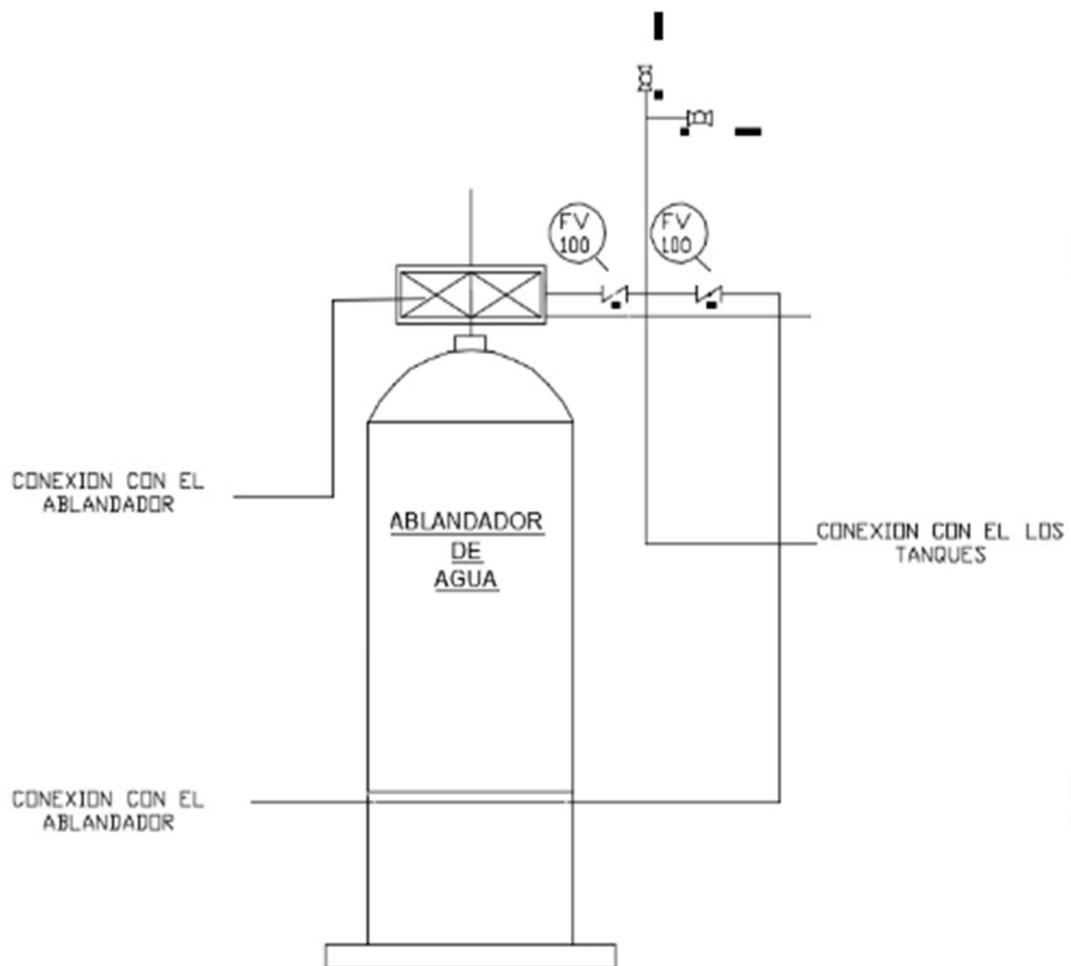
Ablandador de agua

El ablandador de agua es utilizado cuando existe agua dura, esto sucede cuando tiene más minerales de lo normal como calcio y magnesio. Consta de un tablero con alimentación de 110 V CA, este tablero muestra cuantos litros de agua está en el ablandador también es para activa el lavado o más conocida como purga del cilindro, desde el tablero con la ayuda de válvulas de bola se controla el paso y además existen

dos actuadores neumáticos que se activan cuando se lava los botellones y botellas de vidrio Figura 47.

Figura 47

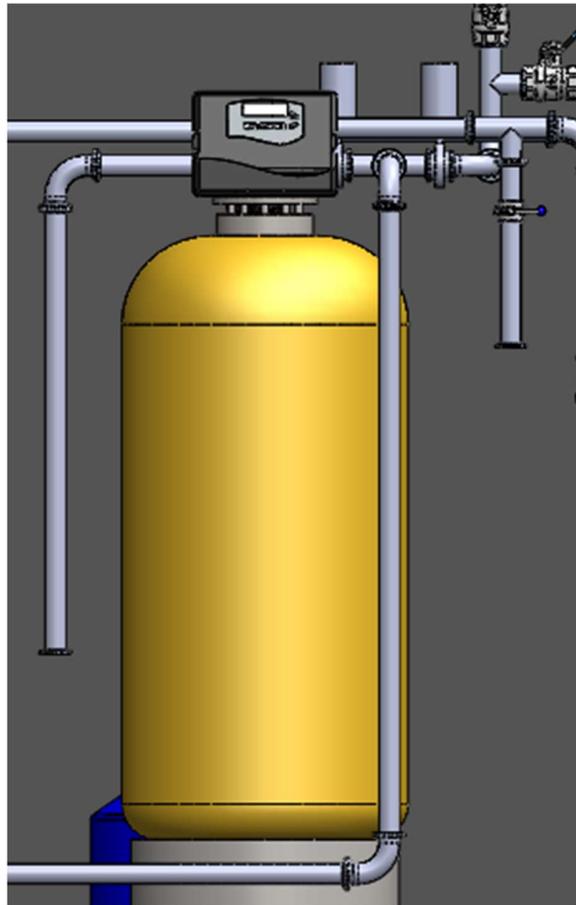
P&ID del ablandador de agua



Nota. P&ID del ablandador de agua realizado en Autocad.

Figura 48

Modelado 3D del ablandador de agua



Nota. Ablandador de agua realizado en Autocad 3D.

Llenado del tanque grande de agua tratada

Después del ablandador de agua se dirige al tanque de 4.80m de altura. El cuál contiene un monitoreo de nivel por electrodos. Ingresa por la parte superior y empieza a llenar el tanque. pero por derrames del líquido el sistema de control ya no vale, con el control de la bomba y un transmisor de nivel se puede corregir el problema de pérdida de líquido, Figura 49.

Figura 49

Tanque grande de agua tratada, 4.80m



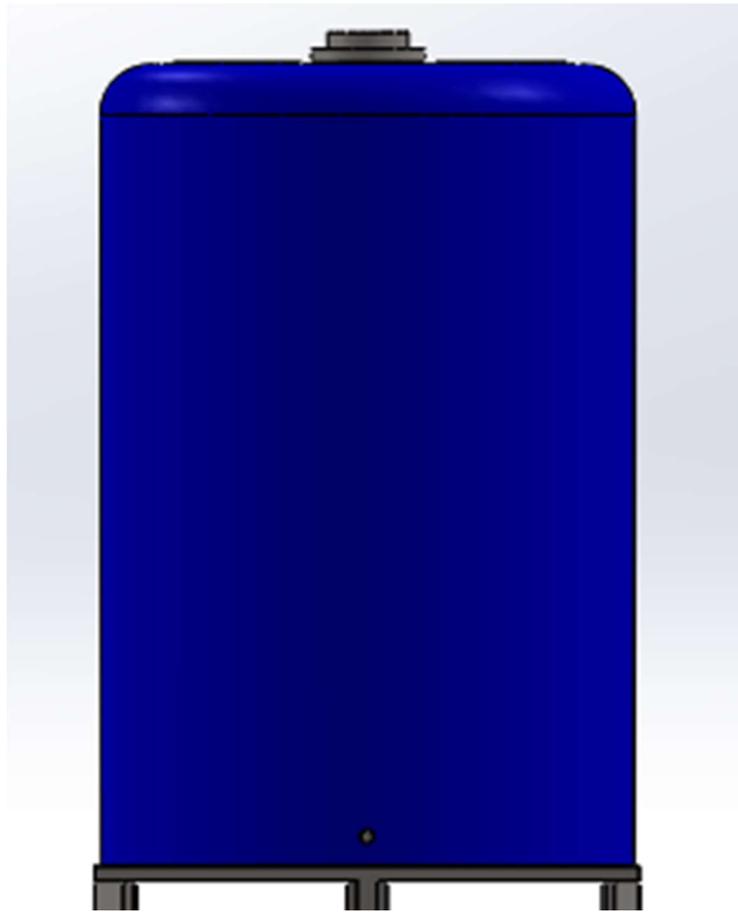
Nota. Tanque de agua tratada de 4.80 metros de alto realizado en Autocad 3D.

Llenado del tanque mediano de agua tratada

El tanque mediano de 3.20m de altura, se llena mediante presión es decir cuando el tanque de mayor capacidad de 4.80m de altura, está en su máxima capacidad el líquido desciende por un conducto que está ubicado en la parte inferior del tanque, de igual manera consta de un control de nivel por electrodos estos funcionan con normalidad por lo cual no se requiere de una sustitución del equipo. En este tanque no se han provocado derrames porque no llega a la capacidad máxima ya que se mantiene en un 75%, ver Figura 50.

Figura 50

Tanque mediano 3.20m, llenado bajo presión



Nota. Tanque mediano de 3,20 m de alto del llenado bajo presión, realizado en Autocad 3D.

De estos tanques que contienen agua tratada, parte el agua hacia otra zona de filtración con químicos para utilizar en otro tipo de productos.

Selección de Materiales

Tabla 3

Selección de materiales

ITEM	DESCRIPCIÓN	ILUSTRACIÓN
1	Módulo central CPU (PLC) MARCA SIEMENS	 A Siemens CPU module, a grey industrial component with a green Siemens logo on the top left and various ports and indicators on the front panel.
2	Fuente de poder 24V CARCA SIEMENS	 A Siemens power supply unit, a grey industrial component with a green Siemens logo on the top left and various ports and indicators on the front panel.
3	Pantalla Táctil	 A Siemens SIMATIC HMI (Human-Machine Interface) screen, a grey industrial component with a large black display area and a green Siemens logo on the top left.
4	Cable Ethernet	 A blue Ethernet cable with RJ45 connectors on both ends, coiled.
5	Cable Flexible AWG# 14	 A blue flexible cable, coiled.

ITEM	DESCRIPCIÓN	ILUSTRACIÓN
6	Sanplom Flotador eléctrico	

Nota. La tabla muestra la selección de materiales.

Reconocimiento de la información del relé lógico programable (Logo)

Con la ayuda del software Logo soft V8.3 se realizó la búsqueda y la descarga de la programación que está en el relé lógico programable, son líneas de programación de un proceso anterior, con el pasar de los años han cambiado las conexiones y lo que funciona es la parte de purgación de los cilindros de grava, arena y carbón activado, otras líneas de programación que encienden bombas para la parte de ozono y otras que no cumplen con el proceso, todo esto se encuentra en el tablero de control de la empresa FUENTES SAN FELIPE S.A, área de agua tratada, la variable a medir es el nivel máximo de líquido que llega el tanque, Figura 51.

Figura 51

Descarga de la programación



Nota. Descarga de la programación del logo.

Reconocimiento de datos de la computadora y el relé logo

Una vez conectado con el cable Ethernet la computadora con el logo, se identificó la red Ethernet y en propiedades se designa una dirección IP, aquí se designa para enlazar los dispositivos, Figura 52.

Figura 52

Designación de la dirección IP y la subred



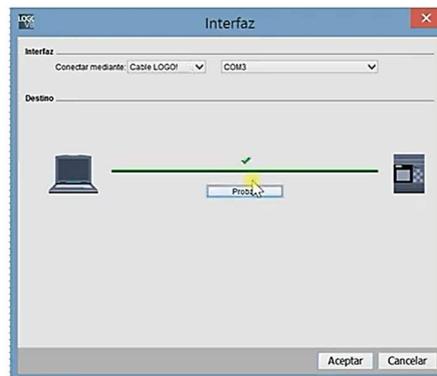
Nota. Designación de la dirección IP y la subred del TIA PORTAL.

Enlace de la computadora con el relé logo

Una vez que los datos sean los mismo en la computadora como en el Logo con el software buscamos la opción herramienta y aparece la siguiente pantalla en la cual se establece la comunicación o el enlace para poder descargar o cargar programación en el relé logo, Figura 53.

Figura 53

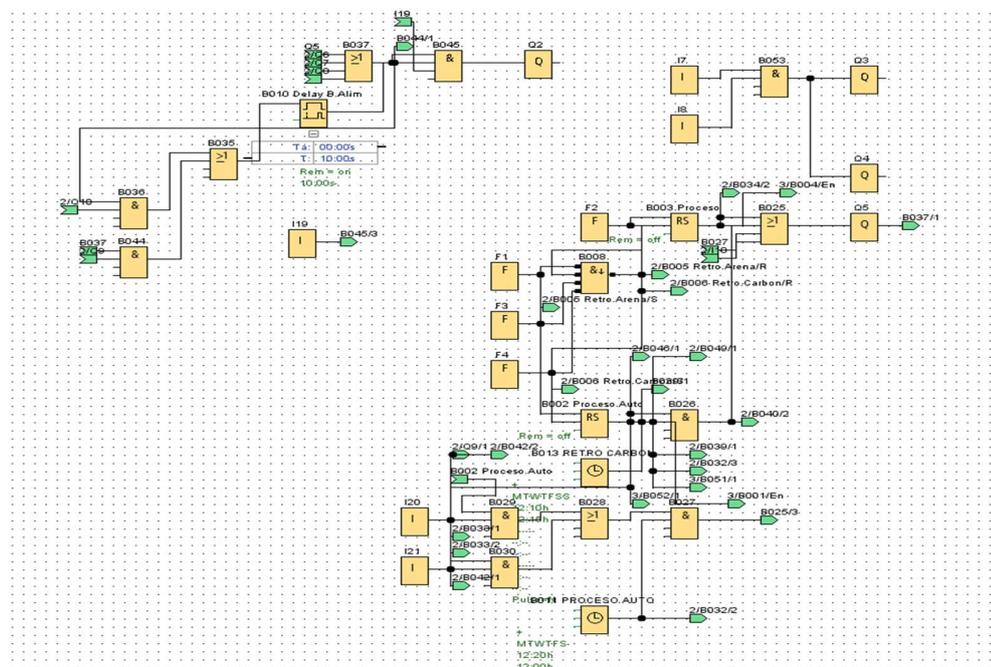
Enlace de la computadora con el relé logo



Nota. Enlace de la computadora con el relé logo desde el TIA PORTAL.

Figura 54

Resultado del enlace de los dispositivos, programa descargado



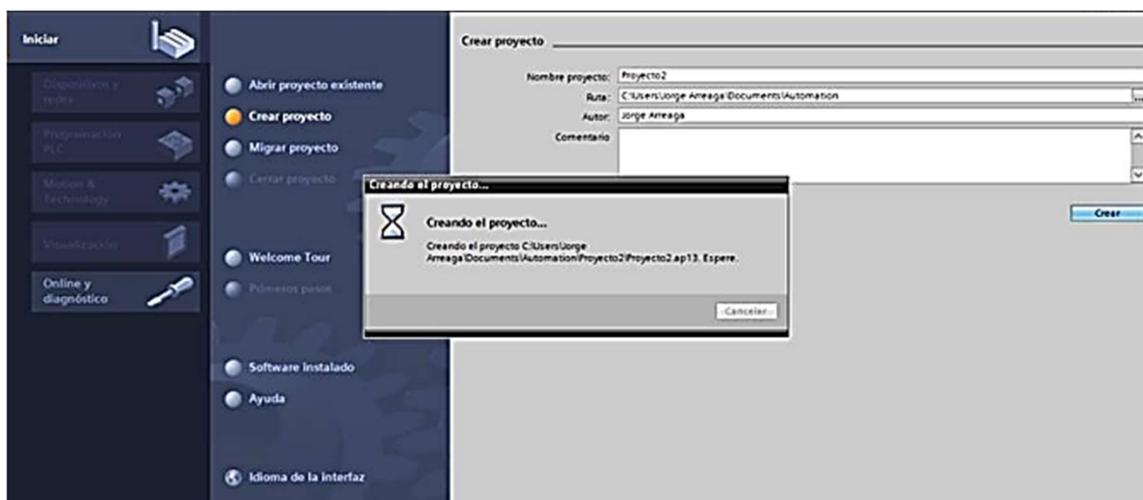
Nota. Resultado del enlace de los dispositivos, programa descargado, en Logosoft.

Configuración del TIA PORTAL

Para la programación del PLC es necesario abrir la aplicación TIA Portal V17 y se crea un nuevo archivo, se asigna un nombre y la ubicación echo esto, clic en crear como se muestra en la Figura 55.

Figura 55

Creación de un nuevo Proyecto

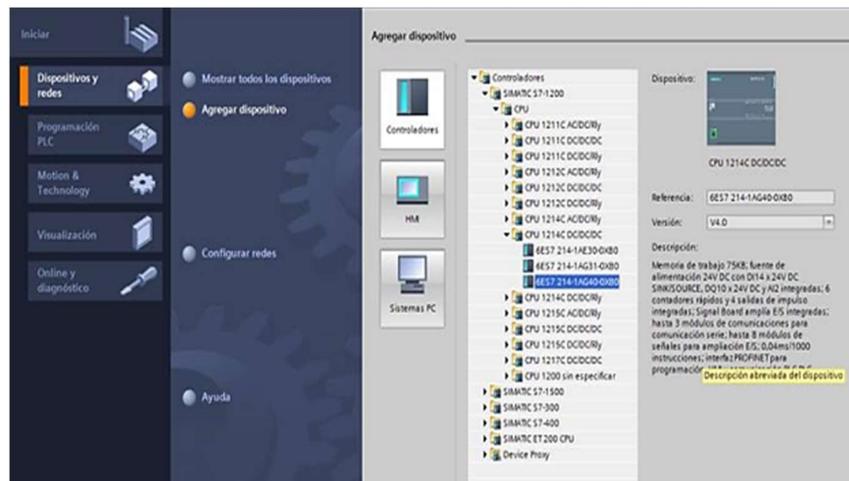


Nota. Creación de un nuevo proyecto en TIA PORTAL.

Luego se da clic en configurar un dispositivo, clic en agregar un dispositivo y seleccionamos el modelo del CPU con el cual se va a trabajar, en este caso es el PLC S7 1200 – 6ES7 214-1BE30-0XB0 número de versión 2.2, ver Figura 56.

Figura 56

Configuración del dispositivo PLC en TIA Portal V17

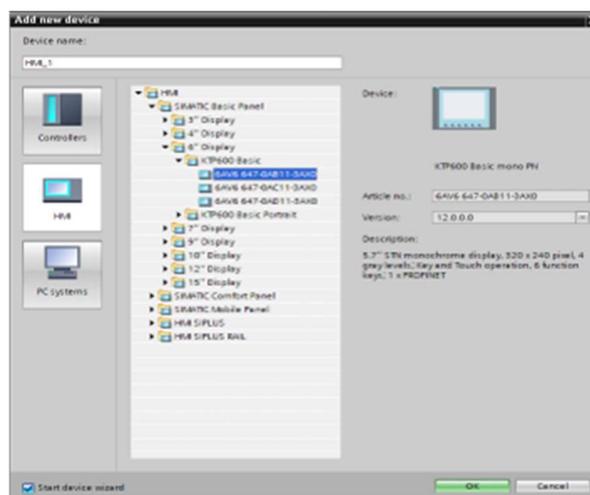


Nota. Configuración del equipo PLC en TIA Portal V17.

En este paso se agrega la HMI en el TIA Portal colocando el número de fábrica, para lo cual es dado por el fabricante 6AV6 647-0AB11-3AX0, Figura 57.

Figura 57

HMI con TIA Portal V17

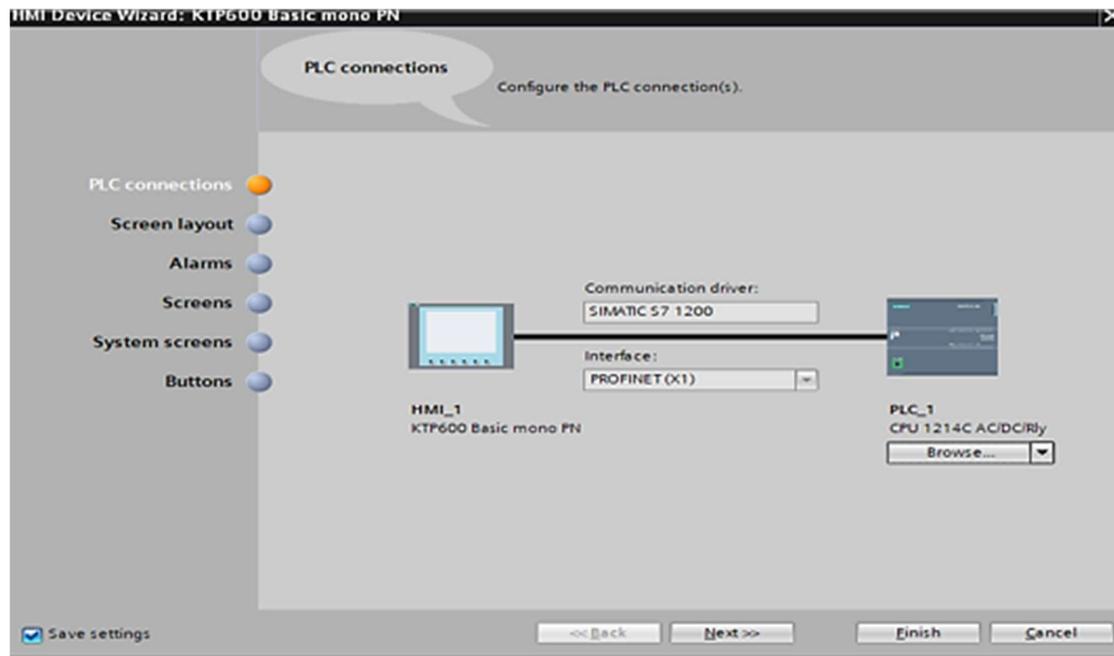


Nota. Configuración del HMI con TIA Portal V17.

A continuación, se realiza la conexión profinet con el PLC S7-1200 (CPU 1214 AC/DC/Rly) y el HMI KTP600 Basic, ver Figura 58.

Figura 58

Mecanismos de comunicación

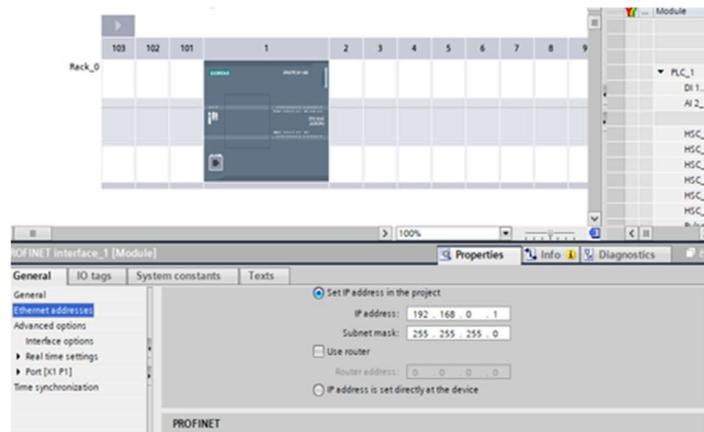


Nota. Mecanismos de comunicación en TIA PORTAL.

En este paso se asigna la IP al PLC S7-1200, clic en el apartado Profinet y se selecciona configuraciones generales, se selecciona la opción de “Ethernet address” y en la “IP address”. Aquí se inserta la IP que corresponde con el dispositivo, Figura 59.

Figura 59

Asignación de la IP al PLC

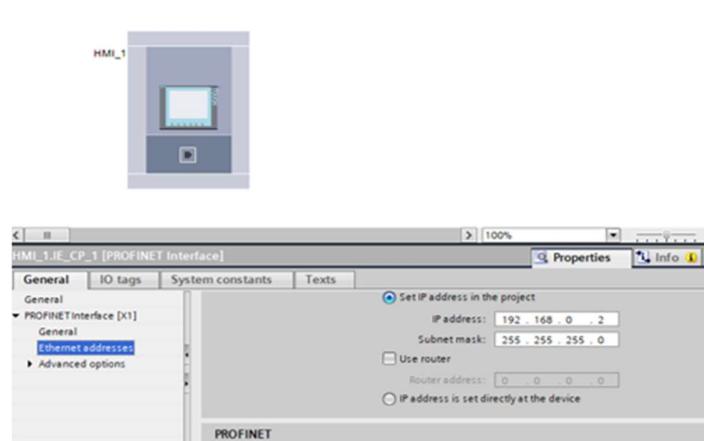


Nota. Asignación de la IP al PLC realizado en TIA PORTAL.

Para asignar la dirección IP del HMI KTP600 Basic, dar clic en la ranura profinet después en “Ethernet address” y seleccionar configuración general. Una vez más clic en “Ethernet address” y en la “IP address” aquí se ingresa la asignación de la IP que le corresponde a la KTP600 Basic Figura 60.

Figura 60

Asignación de la dirección IP del HMI



Nota. Asignación de la dirección IP del HMI en TIA PORTAL.

Para crear los tags como constancia de las entradas del PLC S7-1200, Figura 61, se hace la relación a las direcciones y tipos de entradas que se designen en el tag.

Figura 61

Tags de las entradas del PLC S7-1200

8	MARCHA	Bool	%I0.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
9	PARO	Bool	%I0.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
10	PARO DE EMERGENCIA	Bool	%I0.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
11	LTI-100	Word	%IW64	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	TRANSMISOR DE NIVEL

Nota. Tags de las entradas del PLC S7-1200 en TIA PORTAL.

Como siguiente paso se crean las variables de las salidas del PLC S7-1200, esta se relaciona con las direcciones y con el tipo de entrada al que se designa el tag, Figura 62.

Figura 62

Declaración de las variables de las salidas del PLC

5	BOMBA1	Bool	%Q0.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	BOMBA LLENADO DE TANQUE
6	BOMBA2	Bool	%Q0.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	BOMBA DE LLENADO DE BOTELLONES
7	BOMBA3	Bool	%Q0.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	BOMBA DEL MIXER

Nota. Declaración de las variables de las salidas del PLC en TIA PORTAL.

Como siguiente paso se crean las variables o los tags para el control por medio del HMI. El cuál están asociadas a las direcciones y al tipo de entradas de la memoria que tiene el PLC S7-1200, Figura 63.

Figura 63

Variables para el control por medio del HMI

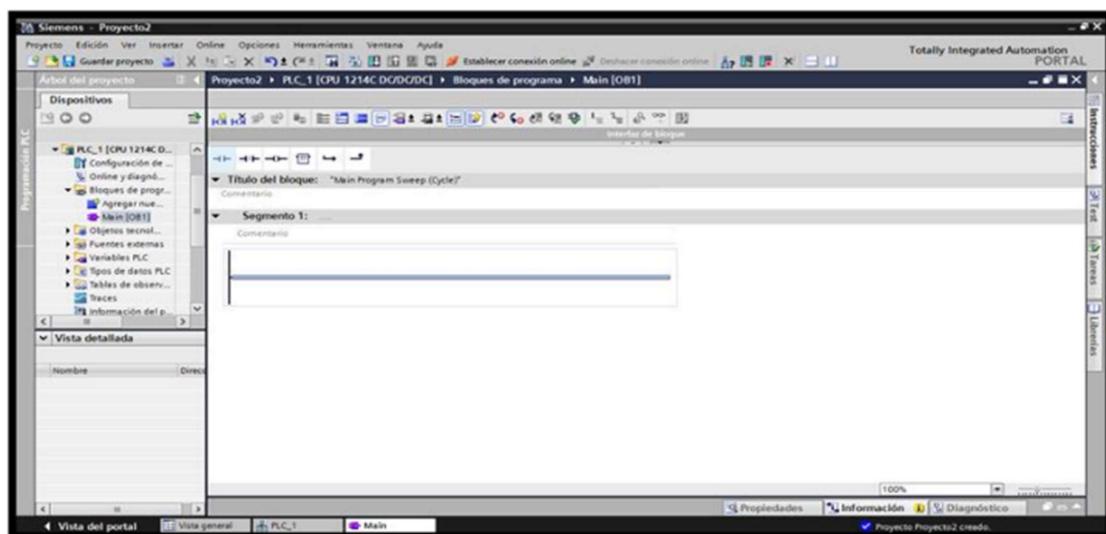
	APAGADO DE BOMBA 2 MANU...	Bool	%M0.6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
	BOMBA 2 MANUAL	Bool	%M0.7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
	APAGADO DE BOMBA 3 MANU...	Bool	%M1.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
	BOMBA 3 MANUAL	Bool	%M1.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
	ENCENDIDO BOMBA 2 MANUAL	Bool	%M1.4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
	CONTROL DE ENCENDIDO BOM...	Bool	%M1.5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
	CONTROL DE ENCENDIDO BOM...	Bool	%M1.7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
	ENCENDIDO DE BOMBA 1	Bool	%M2.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
	ENCENDIDO DE BOMBA 3 MAN...	Bool	%M2.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Nota. Variables para el control por medio del HMI en TIA PORTAL.

Entorno para desarrollar la programación del control de la bomba para el tratado de agua y llenado del tanque. Después de realizar toda la configuración en la opción “Main” del ítem “Program blocks”, Figura 64.

Figura 64

Desarrollo de la programación del control

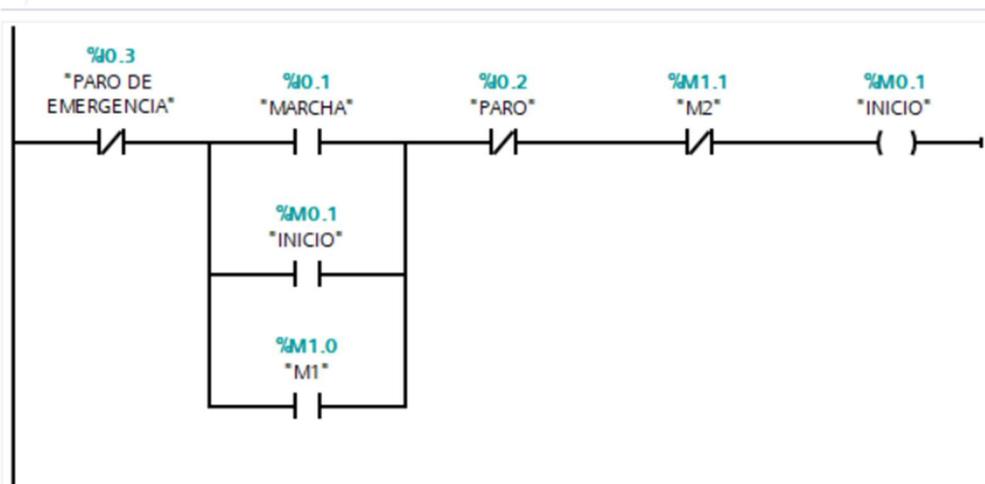


Nota. Desarrollo de la programación del control en TIA PORTAL.

A continuación, la programación realizada en TIA Portal la cual consta de un botón de paro (I0.2) de emergencia, un pulsador de marcha (I0.1), el botón de marcha con el que se da inicio al proceso, para obtener esto se necesita de un contactor en paralelo con la marcha para realizar el enclavamiento adicional si se quiere realizar desde la HMI el control se necesita colocar un contactor adicional de igual manera en paralelo involucrado con el botón especificado (M1.0), Figura 65.

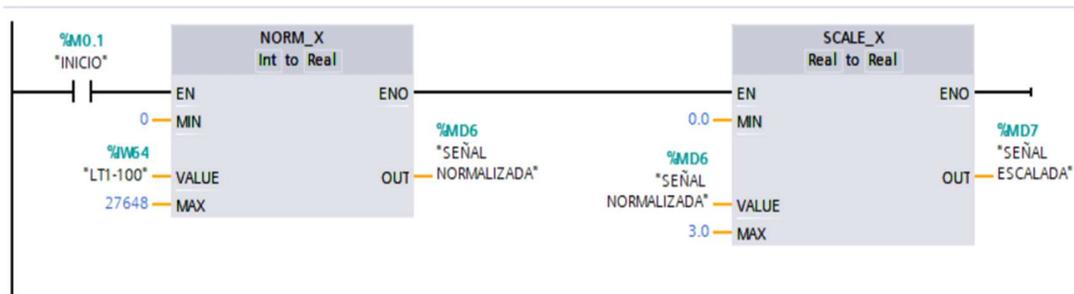
Figura 65

Inicio del proceso



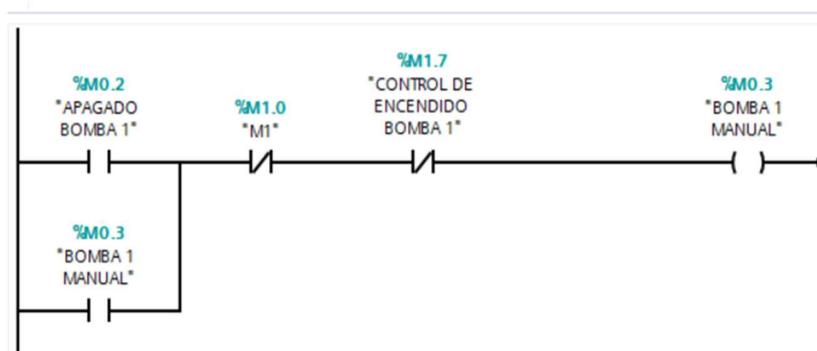
Nota. Inicio del proceso en programación Ladder en TIA PORTAL.

En este segmento de programación se realizó el acondicionamiento de señales como es el valor medio del transmisor donde se tiene un rango mínimo, máximo y la entrada analógica (IW64) el cual ingresa y se transforma en un valor de entrada (INT) a un valor real. Una vez obtenida la salida se envía a un bloque “Scale” que permite visualizar el valor de nivel del agua del tanque, Figura 66.

Figura 66*Transmisor de nivel*

Nota. Transmisor de nivel en TIA PORTAL.

En la quinta línea de programación dice que con la marca de M1 la bomba uno se apaga mediante la indicación del PLC, ver Figura 67.

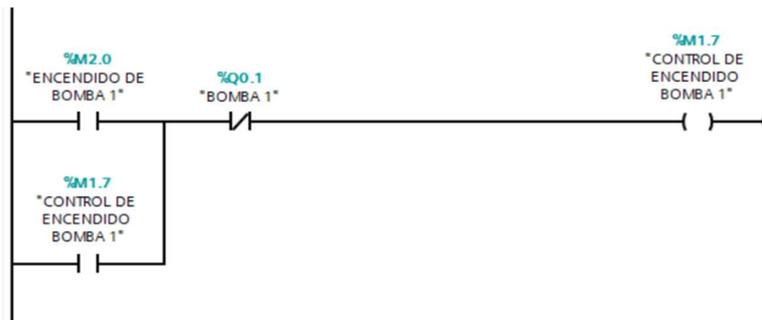
Figura 67*Apagado de la bomba 1*

Nota. Apagado de la bomba 1 en TIA PORTAL.

En este paso se activa la bomba 1 cada que sea necesario para empezar a fluir agua a las distintas estaciones en las que necesitan de líquido ya sea para el lavado de botellones o para realizar productos de primer consumo, ver Figura 68.

Figura 68

Encendido de la bomba 1

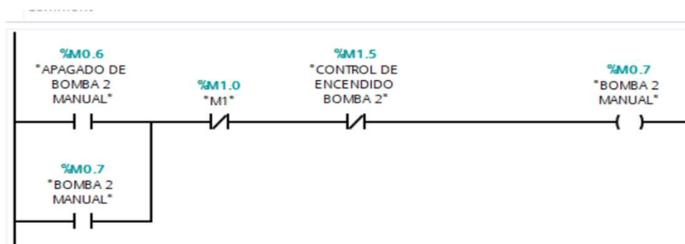


Nota. Encendido de la bomba 1 en TIA PORTAL.

Como sexta línea de programación de igual manera se declara el apagado de la bomba dos con la marca respectiva para la activación y otra que indique que mientras este la una bomba encendida la otra debe estar apagada a menos que se necesite que trabajen las dos al mismo tiempo para los difieres procesos que existen en la planta, Figura 69.

Figura 69

Encendido y apagado de la bomba 2

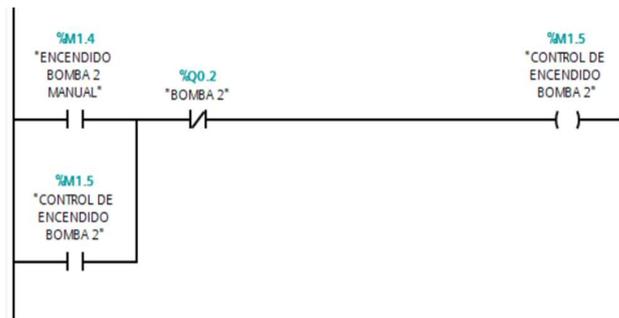


Nota. Encendido y apagado de la bomba 2 en TIA PORTAL.

En esta parte se da la orden que se encienda la bomba con el respectivo control que es el guarda motor para proteger en cado de a ver problemas en el proceso, Figura 70.

Figura 70

Encendido de la bomba 2

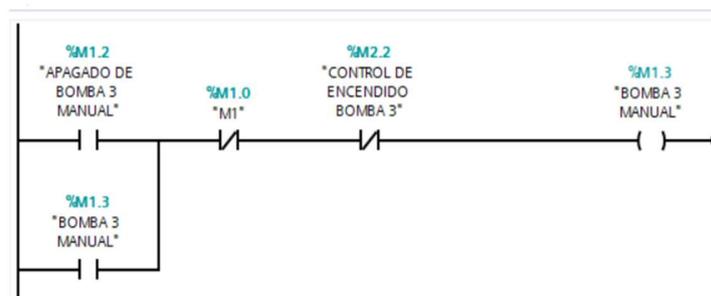


Nota. Encendido de la bomba 2 en TIA PORTAL.

Para finalizar con la programación en la séptima línea la marca M1 sigue enviando la orden que se debe mantener apagada la bomba 1 y bomba 2 a menos que se requiera del encendido de una de las bombas adicionales, ver Figura 71.

Figura 71

Apagado de la bomba 3

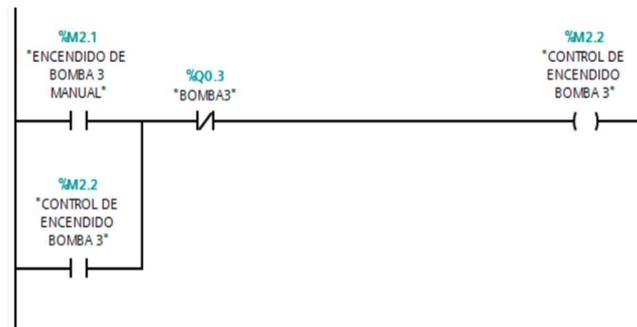


Nota. Apagado de la bomba 3 en TIA PORTAL.

Para finalizar la bomba 3 se enciende para el proceso de ozonificación de agua esta etapa es un proceso químico como puede ser para el lavado de botellones o botellas de vidrio, Figura 72.

Figura 72

Encendido de la bomba 3



Nota. Encendido de la bomba 3 en TIA PORTAL.

Sistema de emergencia para el monitoreo de control de nivel

En este apartado se crean las variables para la activación de la alarma y la entrada de la señal de la boya para cortar o dejar el paso del fluido hasta los tanques de agua Figura 73.

Figura 73

Tags de la alarma y la entrada de la boya

36		alarma	Bool	%Q0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
37		ENTRADA BOYA	Bool	%I0.4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Nota. Tags de la alarma y la entrada de la boya en TIA PORTAL.

El sistema de emergencia consta de una alarma sonora en caso de que el nivel del líquido llegue a tope del tanque y se produzcan desbordes, en este caso será una forma de llamado de atención para cortar el paso del fluido este proceso es controlado por una boya que al subir el nivel se activa el contacto y activa la entrada del PLC, activando la alarma para el control del llenado Figura 74.

Figura 74

Programación de la entrada de la boya y la alarma de emergencia

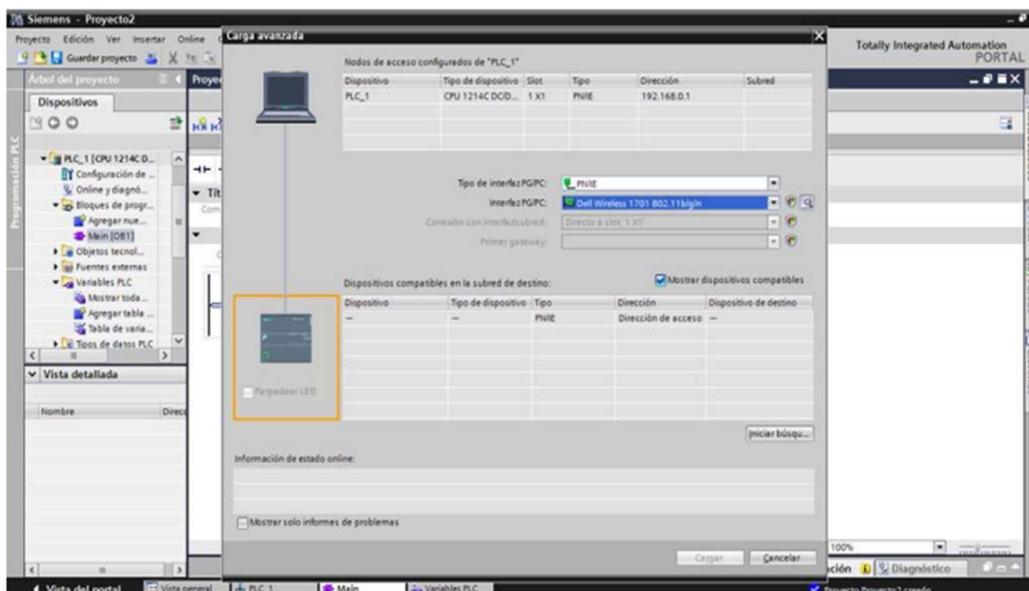


Nota. Programación de la entrada de la boya y la alarma de emergencia en TIA PORTAL.

Una vez culminada toda la programación le damos clic en el icono de cargar en dispositivo, seleccionamos el tipo de interfaz que se va a usar dependiendo del tipo de controlador de red Ethernet que tenga el computador y finalmente le damos clic en cargar, Figura 75.

Figura 75

Cargar en el dispositivo la programación



Nota. Cargar en el dispositivo la programación en el software TIA PORTAL.

Colocación de la pantalla táctil en el tablero de control

Por otro lado, también se realizó la colocación de la KTP en el tablero de control y realizar pruebas de la programación.

Con la ayuda de una moladora una cierra un metro y nivel se tomaron las medidas y se procedió a realizar el corte, Figura 76.

Figura 76

Colocación de la pantalla táctil en el tablero de control



Nota. Colocación de la pantalla táctil en el tablero de control en la zona de ozonificación.

Figura 77

Instalación de la pantalla KTP



Nota. Instalación de la pantalla KTP en el tablero de la zona de ozonificación.

Pruebas del funcionamiento de la pantalla táctil, para verificar que esté en funcionamiento correcto los dispositivos, Figura 78.

Figura 78

Pruebas del funcionamiento de la pantalla táctil

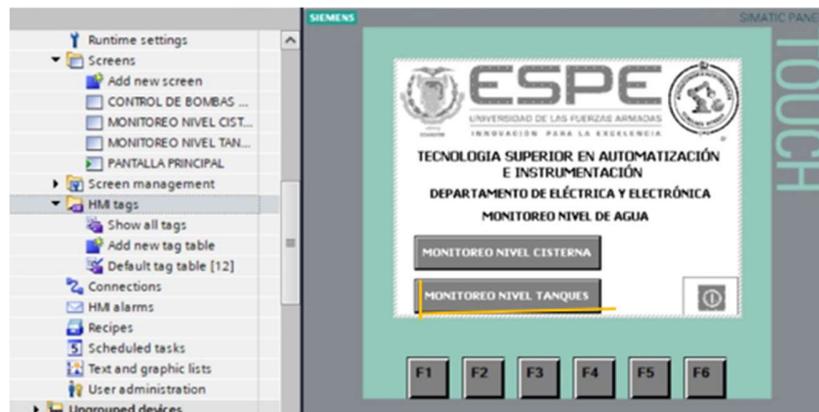


Nota. Pruebas del funcionamiento de la pantalla táctil para verificar el funcionamiento de los dispositivos.

En la Figura 79, se muestra la KTP donde se incluyen datos como el nombre de la institución, el tema del proyecto de tesis y la carrera que está participando para el desarrollo de la tesis.

Figura 79

Opciones del control, de nivel

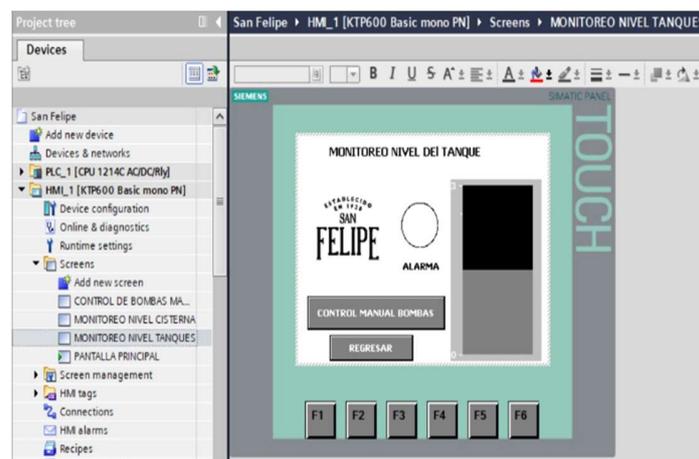


Nota. Opciones del control, de nivel en la pantalla, TIA PORTAL.

Muestra el nombre de la empresa en la que se desarrolló el proyecto también de forma visual el nivel del tanque además de visualizar la alarma para el aviso de posibles derrames también está el control de uso manual de las bombas y un botón de retorno a la pantalla principal, ver Figura 80.

Figura 80

Monitoreo de nivel

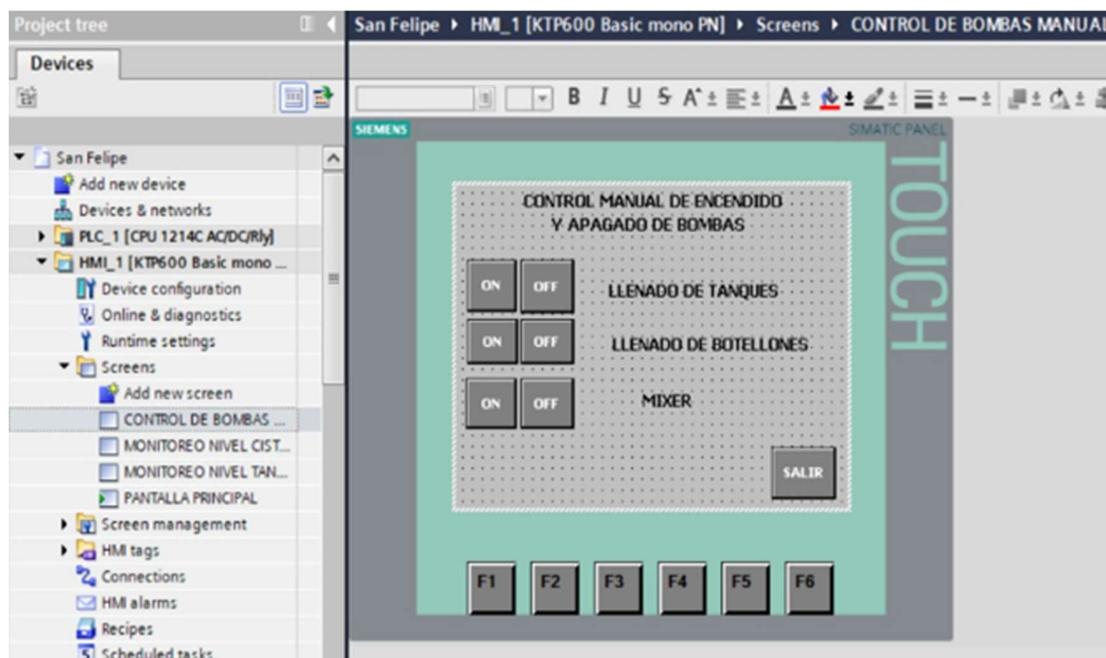


Nota. Monitoreo de nivel en la pantalla táctil, TIA PORTAL.

Aquí en la Figura 81, está el control manual de las bombas en caso de no querer el funcionamiento de las mismas mediante el controlador lógico programable, consta el encendido y apagado del llenado de los tanques, el llenado de los botellones por último el cuarto de lavado de botellones “mixer”.

Figura 81

Control manual de las bombas



Nota. Control manual de las bombas a través de la pantalla táctil.

Sensor de nivel ultrasónico

Se implementó el transmisor de nivel en el tanque superior de agua tratada para la medición del nivel seguido de esto conectar el PLC con la táctil y obtener los niveles del líquido evitando que el operador encargado tenga que apagar manualmente o derramándose líquido, ver Figura 82.

Figura 82*Transmisor de nivel*

Nota. Transmisor de nivel para el tanque superior de agua tratada.

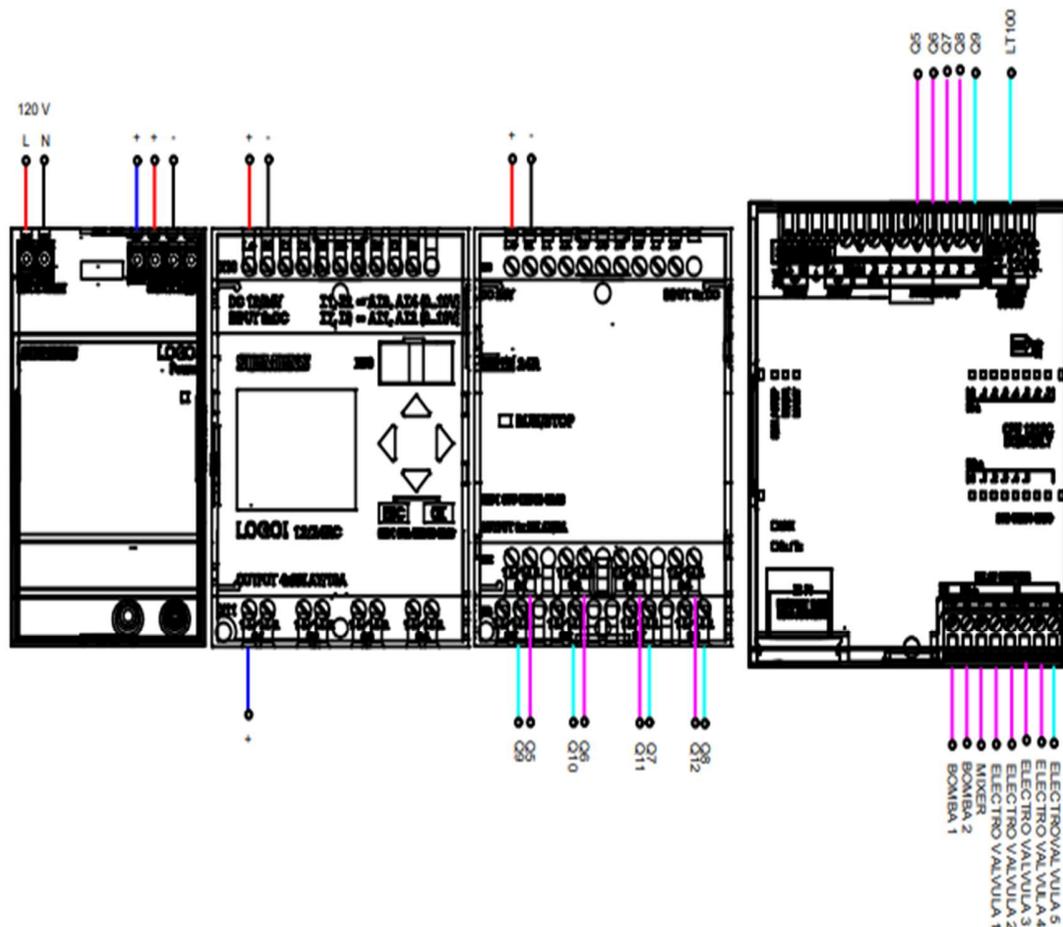
Propuesta

Como propuesta de monitoreo de nivel de agua tratada se desea mejorar las condiciones en las que se encuentra el tablero eléctrico retirando dispositivos que no estén conectados como también se realizara el peinado, etiquetado de las conexiones del tablero de control adicional el control de las bombas para el llenado de tanques y botellones.

Para realizar la implementación se requiere conocer la programación del logo y realizar una nueva programación que se implementara en el PLC S7-1200 con una KTP para el control de encendido y apagado de las bombas donde se podrá monitorear el nivel de líquido en el que se encuentra el tanque en caso de que exista un desborde, se implementó un sistema de alarma que indique cuando el tanque este en su capacidad máxima, la señal de la bomba es la que activa la sirena para el corte de paso de agua, también en el diseño del HMI consta de opciones de encendido y paro para el monitoreo de nivel y de las bombas Figura 83.

Figura 83

Colocación del controlador lógico programable PLC

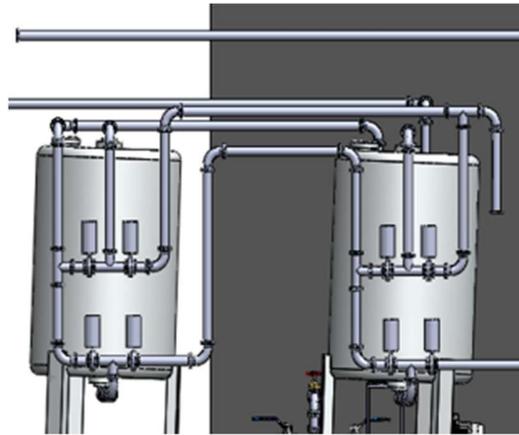


Nota. Colocación del controlador lógico programable PLC realizado en Autocad.

Mediante la salida del logo se pueda la activar a una entrada del S7-1200 para dar inicio al proceso, pero ahora controlado desde el S7-1200, sin modificar o cambiar los tiempos de operación de lavado de los filtros sin cambios en el horario de funcionamiento de la purgación Figura 84.

Figura 84

Control de bombas para los filtros de grava, arena y carbón activado



Nota. Control de bombas para los filtros de grava, arena y carbón activado, realizado en SolidWORK.

Para el tanque mediano de 3.20m de altura, se colocará un flotador eléctrico el cual cuenta con un interruptor interno ya que por un sistema de contrapeso permitirá encender la bomba en caso de que el tanque este vacío o apagar en el caso de no haber H₂O para no succionar. Trabaja con un voltaje de 110 V y una corriente de 10 A.

Figura 85

Flotador eléctrico



Nota. Interruptor de nivel para el accionamiento e interrupción de la bomba en nivel bajo y nivel alto de agua.

Capítulo IV

Conclusiones y Recomendaciones

Conclusiones

- Al realizar la revisión del cableado del tablero de control ubicado en el cuarto de agua tratada de la empresa FUENTES SAN FELIPE S.A., se encontró que todos los dispositivos están conectados de forma directa por lo que el tablero tiene deficiencias en las instalaciones, entonces se determinó que las instalaciones no rigen a las normas de seguridad.
- Al verificar el control de las bombas, éstas no están automatizadas por lo que son controladas por el guarda motor manualmente cumpliendo así la acción de la activación y desactivación. Esto se ha dado con el pasar de los años ya que se han realizado modificaciones en el tablero, siendo la función principal de proteger más no controlar al motor.
- Al no contar con un sistema de monitoreo adecuado, en algunas ocasiones, el nivel de líquido alcanza la capacidad máxima del tanque, generando desbordes y pérdidas de líquido por lo que un operario acude a cerrar la válvula e interrumpir el proceso por lo tanto se implementó un transmisor de nivel para evitar desbordes también se implementó un flotador eléctrico como sistema de alarma que indique cuando el tanque este en su capacidad máxima, la señal de la bomba es la que activa la sirena para el corte de paso de agua.
- Al investigar las características técnicas de los instrumentos y dispositivos a implementar, se identificó las entradas y salidas de cada uno al igual que la conexión y alimentación, con esto se logró facilitar la implementación para el monitoreo de nivel.

- Con la implementación del monitoreo del llenado y vaciado del tanque se logró evitar que un operario se mantenga pendiente y tenga que acudir a apagar manualmente desde el guardamotor.
- Tras el levantamiento de información se realizó el esquema de fuerza, el esquema de control, el esquema neumático y el esquema eléctrico.

Recomendaciones

- Ubicar el sensor para que los valores sean los correctos por que al estar mal ubicados la lectura del nivel no es exacta, mostrando valores erróneos.
- Aplicar la normativa de instalación eléctrica del monitoreo de nivel para conocer el tipo de calibre de cable que se van a conectar todos los instrumentos eléctricos.
- Desarrollar planos de diseño en el software Solid Work para conocer en tiempo real de cómo será la implementación esto ayudará en la colocación de cada uno de los sensores en el tanque.
- Analizar el diagrama respectivo de conexiones en caso de querer realizar un cambio en el tablero de control.

Bibliografía

JARAMILLO SANÍN, J. (2017). *repository.javeriana*. Obtenido de

<https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/7360/tesis396.pdf;sequence=1>

AUTYCOM. (2023). Obtenido de [https://www.autycom.com/piramide-de-automatizacion-5-niveles-](https://www.autycom.com/piramide-de-automatizacion-5-niveles-tecnologicos/#:~:text=La%20pir%C3%A1mide%20de%20automatizaci%C3%B3n%20es,comunicaciones%20entre%20las%20diferentes%20tecnolog%C3%ADas)

[tecnologicos/#:~:text=La%20pir%C3%A1mide%20de%20automatizaci%C3%B3n%20es,comunicaciones%20entre%20las%20diferentes%20tecnolog%C3%ADas](https://www.autycom.com/piramide-de-automatizacion-5-niveles-tecnologicos/#:~:text=La%20pir%C3%A1mide%20de%20automatizaci%C3%B3n%20es,comunicaciones%20entre%20las%20diferentes%20tecnolog%C3%ADas).

[tecnologicos/#:~:text=La%20pir%C3%A1mide%20de%20automatizaci%C3%B3n%20es,comunicaciones%20entre%20las%20diferentes%20tecnolog%C3%ADas](https://www.autycom.com/piramide-de-automatizacion-5-niveles-tecnologicos/#:~:text=La%20pir%C3%A1mide%20de%20automatizaci%C3%B3n%20es,comunicaciones%20entre%20las%20diferentes%20tecnolog%C3%ADas).

Barrientos, A. a. (2014). *Sistemas de Producción Automatizados, Universidad Politécnica de Madrid, 2014*. Obtenido de *Sistemas de Producción Automatizados, Universidad Politécnica de Madrid, 2014*.

Sistemas de Producción Automatizados, Universidad Politécnica de Madrid, 2014.

https://bookdown.org/alberto_brunete/intro_automatica/automatizacionindustrial.html

BRR. (11 de enero de 2023). *BRR*. Obtenido de <https://brr.mx/electroneumatica-que-es-y-como-funciona/>

Brunete, A. (enero de 2023). *Bookdown*. Obtenido de

https://bookdown.org/alberto_brunete/intro_automatica/sensoractuador.html

Cabrera, J. (2022). *TELCOM STUDY*. Obtenido de <https://telcom.jaol.net/automatizacion-industrial/>

Camino, J. (24 de diciembre de 2021). *JCPMIRPACK*. Obtenido de

<https://mirpack.es/como-es-el-proceso-de-ensado-industrial/>

Cietsa_web. (2023). *CIETSA Instrumentación*. Obtenido de

<https://cietsa.com.mx/principales-variables-de-los-procesos-industriales/>

CITY, P. (s.f.). *PLC CITY*. Recuperado el 23 de enero de 2023, de https://www.plc-city.com/shop/en/siemens-simatic-s7-1200-cpu-1214c/6es7214-1ag40-0xb0.html?SubmitCurrency=1&id_currency=3&gclid=Cj0KCQiA_bieBhDSARIsADU4zLewJaVz-JSnm4kXb0YxQghYaMKALk5P1bzUB3ArBahdYwri9ZA-CywaApxzEALw_wcB

Clayton, R. F. (2022). *VSIP*. Obtenido de <https://vsip.info/medicion-variables-fisicas-pdf-free.html>

Comunidad de madrid . (2020). Obtenido de Comunidad de madrid : <https://www.comunidad.madrid/servicios/salud/agua-consumo>

CONSULTING, I. I. (2023). Obtenido de <https://www.infinitiaresearch.com/noticias/diseño-planos-piezas/#:~:text=En%20definitiva%2C%20el%20dise%C3%B1o%20de,transmite%20el%20concepto%20de%20dise%C3%B1o>.

DRUG, U. F. (22 de 04 de 2022). Obtenido de <https://www.fda.gov/consumers/articulos-para-el-consumidor-en-espanol/agua-embotellada-por-todas-partes-como-mantener-su-inocuidad>

Electrotec. (10 de agosto de 2022). *Electricidad industrial*. Obtenido de <https://z-upload.facebook.com/Electrotecpe/photos/a.730285583737485/5333185846780746/?type=3&theater>

EMERSON. (2023). *RADWELL*. Obtenido de RADWELL: <https://www.radwell.com/en-US/Buy/EMERSON/EMERSON/P63FZP-4412/>

española, R. a. (20 de 12 de 2022). *Diccionario panhispánico del español* . Obtenido de Diccionario panhispánico del español : <https://dpej.rae.es/>

EUROINNOVA. (2018). Obtenido de <https://www.euroinnova.ec/blog/como-funcionan-las-bombas-de-agua>

F. Zarza, L. (7 de 12 de 2023). *iAgua*. Obtenido de <https://www.iagua.es/respuestas/cuantos-tipos-agua-hay>

Fdez Roldán, L. (06 de mayo de 2020). *Ecología Verde*. Obtenido de Ecología Verde: <https://www.ecologiaverde.com/tipos-de-agua-2679.html>

Gálvez, I. P. (2022). *Gentileza*. Obtenido de Gentileza: <http://sistemasdcontrol.blogspot.com/p/sistemas-de-control-lazo-abierto.html>

GSL Industrial. (1 de junio de 2021). Obtenido de <https://industriasgsl.com/blogs/automatizacion/que-es-un-plc-y-como-funciona>

IDOCPUB. (noviembre de 2019). Obtenido de IDOCPUB: <https://idoc.pub/documents/instrumentacion-sensores-transmisor-y-transductor-k5466gpm7848>

Industrial, G. (01 de junio de 2021). *Industriasgsl*. Obtenido de <https://industriasgsl.com/blogs/automatizacion/que-es-un-plc-y-como-funciona>

Inoxmim. (2020). *INOXMIM*. Obtenido de INOXMIM: <https://www.inoxmim.com/blog-c/tipos-de-bombas-industriales>

INOXMIM. (2020). *INOXMIM*. Obtenido de <https://www.inoxmim.com/blog-c/tipos-de-bombas-industriales>

Jácome Lourdes, L. W. (2015). *AUTOMATIZACIÓN DEL BOMBEO DE AGUA A TRAVÉS DEL CONTROL*. AMBATO.

Latam Vews, n. c. (2022). Obtenido de <https://www.foodnewslatam.com/sectores/17-procesos-envases/11795-sidel-contribuye-a-la-visi%C3%B3n-de-sostenibilidad-y->

flexibilidad-de-lesieur-con-tres-soluciones-combi-para-botellas-aligeradas-de-aceite-comestible-en-r-pet.html

MAQUINARIAS, A. (2018). *MAQUINARIA PARA LA INDUSTRIA DE ENVASADO*.

Obtenido de <https://andyor.com/wp-content/uploads/2020/04/ES-2.-ANDOR-MAQUINARIA-DE-ENVASADO-Y-EMBALAJE.pdf>

Marino, I. (2022). Obtenido de <https://ingenieromarino.com/electricidad-elementos-de-control-y-maniobra/>

Marino, I. (2022). *Ingeniero Marino*. Obtenido de Ingeniero Marino:

<https://ingenieromarino.com/electricidad-elementos-de-control-y-maniobra/>

MECAFENIX. (25 de febrero de 2019). *INGENIERÍA MECAFENIX*. Obtenido de

INGENIERÍA MECAFENIX:

<https://www.ingmecafenix.com/automatizacion/sistema-de-control/#:~:text=Un%20sistema%20de%20control%20de%20lazo%20abierto%20se,de%20repetir%20el%20ciclo%20para%20completar%20el%20proceso.>

Mercado libre. (s.f.). Obtenido de <https://listado.mercadolibre.com.co/pantalla-hmi-siemens#!messageGeolocation>

siemens#!messageGeolocation

Módulos relé. (mayo de 2019). Obtenido de <https://es.sogears.com/Blog/modelos-de-rel%C3%A9-omron>

rel%C3%A9-omron

PROCETRA DI. (12 de mayo de 2021). *Automatización*. Obtenido de Automatización.

Robayo, Silva, Mosquera, I. (2018). *Sistema de control automatizado en planta de cargue*.

Neiva-Colombia.

Rodríguez Santos, J. (19 de julio de 2018). *Revista lasallista de investigación*. Obtenido

de Revista lasallista de investigación:

<https://www.redalyc.org/journal/695/69559233010/html/>

- S.A., N. (Mayo de 2022). *Distribuidor Oficial SIEMENS*. Obtenido de <https://motores-electricos.com.ar/que-es-un-guardamotor/>
- S.A., R. (2019). *Tecnología al servicio de la industria*. Obtenido de <https://ripipsacobots.com/sistemas-de-automatizacion/>
- S.A., R. (2019). *Tecnología al servicio de la industria*. Obtenido de Tecnología al servicio de la industria: <https://ripipsacobots.com/sistemas-de-automatizacion/>
- SEAS. (22 de agosto de 2019). *SEAS Blog*. Obtenido de <https://www.seas.es/blog/automatizacion/el-rele-para-que-es-para-que-sirve-y-que-tipos-existen/>
- Siemens. (2020). *Direct Industry*. Obtenido de <https://www.directindustry.es/prod/siemens-safety-integrated/product-14423-905567.html>
- Siemens. (s.f.). WinCC Basic mit KTP700 _ S7-1200. En Siemens.
- SIMATIC. (2014). S7 controlador programable S7-1200. En *SIEMENS S7-1200* (págs. 26, 27,28).
- Sites.Goo. (2016). *Tecnología de control*. Obtenido de <https://sites.google.com/site/tecnologiadecontrol2016/control-manual>
- Subir.cc. (2017). Obtenido de Subir.cc: <https://subir.cc/guardamotor/>
- Tecnología. (s.f.). 2020. Obtenido de 2020: <http://ieshuelin.com/huelinwp/download/Tecnologia/Tecnologia%20industrial/3-SISTEMAS-AUTOMaTICOS-DE-CONTROL-ampliacion.pdf>
- Torres, M. B. (30 de abril de 2014). *XUNTA DE GALICIA*. Obtenido de XUNTA DE GALICIA: https://www.edu.xunta.gal/centros/espazoAbalar/aulavirtual/pluginfile.php/346/mod_resource/content/1/10_paquetes/Paquetes_web/6_enectricidad/crditos.html

Torres, M. B. (29 de abril de 2016). Obtenido de

https://www.edu.xunta.gal/centros/espazoAbalar/aulavirtual/pluginfile.php/346/mod_resource/content/1/10_paquetes/Paquetes_web/6_enectricidad/crditos.html

Ventageneradores. (abril de 2016). *Ventageneradores*. Obtenido de

<https://www.ventageneradores.net/blog/funcionamiento-como-funciona-una-bomba-agua-motobomba-electrobomba/>

Anexos