



**PROPUESTA DE UN SISTEMA DE
CONTROL AUTOMATIZADO PARA EL
PROCESO DE SUMINISTRO DE AGUA
PARA LA EMPRESA CARLOS JIMÉNEZ
MAQUINARIAS, VALENCIA, EDO.
CARABOBO.**



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

**PROPUESTA DE UN SISTEMA DE CONTROL AUTOMATIZADO PARA EL
PROCESO DE SUMINISTRO DE AGUA PARA LA EMPRESA CARLOS
JIMÉNEZ MAQUINARIAS, VALENCIA,
EDO. CARABOBO**

EMPRESA: CARLOS JIMÉNEZ MAQUINARIAS C.A.

AUTOR: FRANKLIN TARAZONA
C.I. 24.915.518

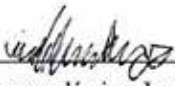
Urb. Yuma II, calle N° 3. Municipio San Diego
Teléfono: (0241) 8714240 (master) – Fax: (0241) 8712394

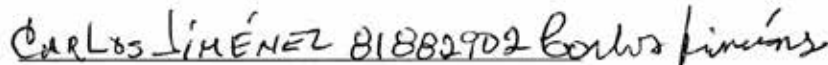


REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

PROPUESTA DE UN SISTEMA DE CONTROL AUTOMATIZADO PARA EL
PROCESO DE SUMINISTRO DE AGUA PARA LA EMPRESA CARLOS
JIMÉNEZ MAQUINARIAS, VALENCIA,
EDO. CARABOBO

CONSTANCIA DE ACEPTACIÓN


Tutor académico, Ing. Wilfredo Mendoza C.I.: 22.744.494


Tutor empresarial, Ing. Carlos Jimenez C.I.: 81.882.902

CARLOS JIMÉNEZ
MAQUINARIAS C.A.
RIF.: J-31143952-F

AUTOR: FRANKLIN TARAZONA
C.I. 24.915.518

Urb. Yuma II, calle N° 3. Municipio San Diego
Teléfono: (0241) 8714240 (master) – Fax: (0241) 8712394

DEDICATORIA

A Dios, por haberme dado la vida y permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional.

A mis padres, David y Luz, por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años, gracias a ustedes he logrado llegar hasta aquí

AGRADECIMIENTO

Le agradezco a **Dios**, por haberme acompañado y guiado a lo largo de mi carrera, por ser mi fortaleza en los momentos de debilidad y por brindarme una vida llena de aprendizajes, experiencias y sobre todo felicidad.

A mis padres, David y Luz, por apoyarme en todo momento, por los valores que me han inculcado, y por haberme dado la oportunidad de tener una excelente educación en el transcurso de mi vida.

A mis hermanas, Kimberly y Darlys, por ser parte importante en mi vida y llenarme de alegría día tras día, por estar siempre presente, acompañándome y por el apoyo moral que me brindaron a lo largo de esta etapa de mi vida.

A mi novia, Natalit, por el apoyo, dedicación de tiempo lo cual me ayudo a alcanzar y concluir de mejor manera esta metas, a través de sus consejos, de su amor y paciencia.

A mi tutor, Ing. Wilfredo Mendoza, por aceptarme como pasante, brindarme sus conocimientos y por ayudarme a alcanzar ese objetivo.

A mis compañeros de estudio y colegas como lo son **Iván Franco, Augusto Suarez** y todos los demás que me acompañaron en la trayectoria de esta carrera.

A los docentes, que con sabiduría, conocimiento y apoyo me han visto crecer como persona, y gracias a sus conocimientos hoy puedo sentirme dichoso y contento.

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	PP.
ÍNDICE DE CUADROS.....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
INTRODUCCIÓN.....	1
 CAPÍTULO	
I LA EMPRESA	
1.1. Descripción de la empresa.....	3
1.2. Reseña histórica.....	3
1.3. Misión de la empresa.....	4
1.4. Visión de la empresa.....	4
1.5. Políticas de calidad de la empresa.....	4
1.6. Valores de la empresa.....	5
1.7. Objetivos de la empresa.....	6
1.8. Estructura organizativa.....	6
 II EL PROBLEMA	
2.1. Planteamiento del problema.....	8
2.2. Formulación del Problema.....	10
2.3. Objetivos de la investigación.....	10
2.3.1. Objetivo general.....	10
2.3.2. Objetivos específicos.....	10
2.4. Justificación de la investigación.....	11

2.5.	Alcance.....	11
2.6.	Limitaciones.....	12
III	MARCO TEÓRICO	
3.1.	Antecedentes de la investigación.....	13
3.2.	Bases teóricas.....	14
3.2.1.	Sistemas de Bombeo.....	14
3.2.1.1.	Tipos de estaciones de bombeo.....	14
3.2.2.	Medición.....	14
3.2.2.1.	Instrumentos de medición.....	15
3.2.3	Controladores lógicos programable (PLC).....	15
3.2.4.	Controladores de nivel para tanques de almacenamiento de agua..	16
3.2.5.	Sensor de flujo.....	16
3.2.5.1.	Tipos de sensores de flujo.....	17
3.2.5.2.	Consideraciones.....	18
3.2.6.	Interfaz hombre maquina (HMI).....	19
IV	MARCO METODOLOGICO	
4.1.	Tipo de investigación.....	20
4.2.	Diseño de la investigación.....	21
4.3.	Nivel de la investigación.....	22
4.4.	Fases de la investigación.....	22
V	RECURSOS	
5.1.	Recopilación de la información necesaria.....	24-25
5.2.	Evaluación de los elementos de software y hardware	26
5.2.1.	PLC Siemens modelo S7-300.....	26

5.2.2. Pantalla HMI Siemens modelo TP177B.....	28
5.2.3. Transmisor de nivel Siemens SITRANS PROBE LU.....	29
5.2.4. Sensor de flujo KOBOLD tipo paleta PSR.....	30
5.2.5. TIA portal.....	31
5.3 Diseño de un modelo del sistema automatizado	
5.3.1. Configuración de Dispositivos.....	33
5.3.2. HMI.....	36
5.3.3. Programación.....	37
5.3.4. Tabla de variables.....	37-39
5.3.5. Bloques de organización principal o Main 0B1.....	40-53
5.3.6. Interfaz HMI.....	54
5. Determinación de factibilidad y viabilidad.....	58
CONCLUSION	59
RECOMENDACIONES	60
REFERENCIAS	
Impresas.....	61
Electrónicas.....	61

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO	CONTENIDO	PP.
1	Preguntas.....	24

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA	CONTENIDO	PP.
1	Organigrama general de la empresa Carlos Jiménez M. C.A....	7
2	Diagrama sensor de flujo tipo pistón.....	17
3	Diagrama sensor de flujo tipo paleta.....	18
4	Diagrama sensor de flujo tipo tapón.....	18
5	CPU 312C Siemens fuente.....	27
6	Módulo AI4 / 2 O 8 Bits.....	27
7	Módulo D I16.....	28
8	Pantalla HMI Siemens modelo TP177B.....	29
9	Transmisor de nivel SITRANS Probe LU.....	30
10	Sensor de flujo KOBOLD PSR.....	31
11	Pantalla de inicio TIA Portal.....	32
12	Configuración del controlador.....	33
13	Configuración de entradas y salidas	34
14	Configuración de entradas del Módulo DI 16 x 24V DC.....	34
15	Configuración de entradas y salidas del Módulo AI4/AO 2 8Bit	35
16	Dirección MPI del PLC.....	35
17	Configuración de dispositivos HMI.....	36
18	Dirección MPI de la HMI.....	36
19	Tabla de Variables estándar parte 1.....	37
20	Tabla de Variables estándar parte 2.....	38
21	Tabla de Variables estándar parte 3.....	39
22	Energizar el sistema.....	40
23	Activación de 2 marcas B1 y B2.....	40
24	Arranque modo automático B1.....	41

25	Sensor de nivel.....	41
26	Ausencia de flujo B1.....	42
27	Mantenimiento programado B1.....	42
28	Arranque y parada modo manual B.....	43
29	Encendido de B1 por medio de marcas	43
30	Arranque y parada modo automático B2.....	44
31	Ausencia de flujo B2.....	44
32	Mantenimiento programado B2.....	45
33	Función Scale.....	45
34	Condición de encendido B2.....	46
35	Condición de apagado B2.....	46
36	Activación marca sensor ultrasónico.....	47
37	Arranque y parada modo manual B2.....	47
38	Encendido de B2 por medio de marcas.....	48
39	Luz piloto relé térmico B1.....	48
40	Luz piloto ausencia de flujo B1.....	49
41	Luz piloto parada de emergencia.....	49
42	Luz piloto sensor de nivel alto.....	50
43	Luz piloto sensor de nivel bajo.....	50
44	Luz piloto mantenimiento programado.....	51
45	Luz piloto B1 activa.....	51
46	Luz piloto relé térmico B2 activa.....	52
47	Luz piloto ausencia de flujo B2.....	52
48	Luz piloto mantenimiento programado.....	53
49	Luz piloto B2 activa.....	53
50	Panel principal de la interfaz HMI.....	54
51	Alarmas del proceso modo manual.....	55

52	Graficas del proceso.....	56
53	Alarmas del proceso modo automático.....	57

INTRODUCCIÓN

El proceso de suministro de agua se lleva a cabo con la finalidad de proveer dicho líquido en toda el área que posee una empresa, garantizando el buen servicio de todos los elementos que hacen uso de este, tales como baños, lavaderos, sistemas de riego, así como los sistemas de higiene y seguridad laboral, como lo son las duchas de seguridad, todos estos pudiendo estar presentes tanto en la industria como en cualquier otro establecimiento. De cierto modo brinda a los trabajadores las condiciones necesarias y suficientes para el óptimo desempeño laboral permitiendo así que la falta de este producto líquido no le afecte de igual manera su rendimiento.

No obstante, en muchas ocasiones no se provee de un sistema de distribución eficaz que pueda garantizar dichas necesidades, ocasionando que los trabajadores pierdan tiempo en su horario laboral a causa de la falta o ineficiencia del suministro de agua, inclusive se pueden presentar accidentes laborales que lleguen afectar en parte la salud física del trabajador, y el buen desempeño de una empresa, o para el caso a estudiar posteriormente, la empresa Carlos Jiménez Maquinarias.

De tal forma, se deben conocer todas las características y procedimientos que conlleva el suministro de agua, de esta manera se garantiza la presencia del líquido en cualquier punto de la empresa.

El objetivo de este proyecto está relacionado con el suministro, como se ha comentado anteriormente sobre este proceso, el cual presenta deficiencias en su sistema actual debido a la inadecuada operatividad de las bombas, provocando que estas fallen regularmente, y posteriormente se deterioren los elementos mecánicos de este.

Este trabajo está estructurado de la siguiente manera:

El capítulo I. En el cual se realiza una breve descripción sobre la empresa, su historia, su misión, visión, entre otros.

Seguidamente se presenta el capítulo II, en el cual se realiza el planteamiento del problema, los objetivos y se señala la justificación, alcance y limitaciones.

El capítulo III está comprendido por las bases teóricas en las cuales se sustenta la investigación, y reúne los elementos conceptuales que define el objeto de estudio.

En el capítulo IV se describe la metodología necesaria para desarrollar la investigación. Describe las fases metodológicas características de la investigación efectuada, especificando el tipo y diseño de investigación.

De igual forma, el capítulo V se presenta parcialmente los resultados de las fases. Y finalmente se incluyen referencias bibliográficas que dan soporte a la presente investigación.

CAPÍTULO I

LA EMPRESA

1.1. Descripción de la empresa

Carlos Jiménez Maquinaria, es una empresa fundada en Valencia Estado Carabobo. Está dedicada a la construcción de maquinarias para la industria agro-industria y químico. Esta empresa está especializada en la prestación de Servicio Técnico Industrial.

Tiene amplia experiencia en el área, lo que le ha permitido abarcar distintos mercados y a su vez, dar una respuesta oportuna a las solicitudes de sus clientes. Su equipo está conformado por ingenieros altamente capacitados para prestar servicio, tanto en sitio como en su taller especializado certificado, detectar fallas, desarrollar proyectos para la construcción de maquinarias, prestar servicio de mantenimiento preventivo y correctivo, instalación y puesta en marcha, entre otros.

Su campo de acción abarca el territorio nacional. Su prioridad es garantizarles a los clientes la mejor solución, un excelente servicio pre y post venta y la confianza de trabajar con profesionales. Actualmente Carlos Jiménez Maquinaria C.A, se encuentra ubicada en la Av. 8, Sector Ruiz Pineda, a 50 metros del módulo de servicios Ruiz Pineda. Valencia Edo. Carabobo. Venezuela.

1.2. Reseña histórica

Carlos Jiménez Maquinarias C.A, fue fundada en Valencia estado Carabobo en el año 2000, por el Ingeniero de origen Cubano Carlos Jiménez y un grupo de socios. En Cuba Carlos Jiménez se desempeñaba realizando labores a menor escala de los que hoy en día se realizan en la empresa, luego de emigrar a Venezuela se propuso crear una empresa en la que pudiera seguir desempeñándose en el área que domina. La organización cuenta con una experiencia laboral de más de 30 años en el mercado.

Carlos Jiménez Maquinarias C.A, establece relación con diversas compañías reconocidas del país para la distribución de sus creaciones a nivel nacional, entrenando a su personal de trabajo y brindando un soporte técnico especializado. El abanico de productos que ofrece al mercado es bastante variado desde: dispersores de pintura, mezcladores, homogeneizadores, cestas sumergibles, molinos, entre otros.

Todo diseñado para el sector industrial, recibiendo un gran respaldo a nivel nacional. Las demandas de producción siempre han sido variadas y el objetivo de la empresa es lograr cumplir con los requerimientos de los clientes, brindando productos de calidad.

En el 2015, para seguir ampliando su oferta de productos a los clientes finales, decide incorporar la creación y recuperación de piezas automotrices con la finalidad de conseguir alternativas económicas que se adapten al mercado venezolano, manteniendo de igual forma los estándares de calidad que los caracterizan

1.3. Misión de la empresa

La misión de la empresa está dirigida a ser “una organización con recurso humano capacitado, productos y servicios, especializada en la importación y comercialización de material para la construcción de maquinaria industrial, brindando asesoría y servicio técnico de alta calidad y confiabilidad a nuestros clientes”.

1.4. Visión de la empresa

La visión de Carlos Jiménez Maquinaria C.A. está orientada a: Ser líderes en comercialización en el área de fabricación de maquinarias e ingeniería para Venezuela. Distinguirnos por ofrecer una excelente calidad de servicio a nuestros clientes, con equipos de alta tecnología que minimicen los daños al medio ambiente, garantizando a nuestros trabajadores la oportunidad de desarrollarse profesionalmente.

1.5. Políticas de calidad de la empresa

Las principales políticas de calidad de la empresa se listan a continuación:

- Satisfacer los requerimientos y expectativas de los Clientes.

- Implementar y mejorar continuamente la eficacia del Sistema de Gestión de la Calidad.
- Promover una cultura organizacional que priorice la participación, la integración, la capacitación, la motivación, la calidad de vida y la seguridad de sus trabajadores y el bienestar de las comunidades.
- Generar relaciones confiables de largo plazo con nuestros proveedores, evaluando la Calidad de sus productos y servicios.
- Desarrollar nuevos productos y mejorar los existentes previendo las necesidades de los Clientes.
- Cumplir la legislación y otros requisitos que suscriba la empresa, en materia laboral, social, de calidad, seguridad y ambiente.

1.6. Valores de la empresa

Los valores que caracterizan a la empresa son los siguientes:

Bendición de cuentas: Reconocer y asumir la responsabilidad por las acciones, productos, decisiones y políticas. Se puede aplicar tanto a la responsabilidad individual por parte de los empleados y la responsabilidad de la empresa en su conjunto.

Balance: Adoptar una postura proactiva para crear y mantener un equilibrio entre vida y trabajo para los trabajadores.

Compromiso: Comprometerse con la empresa en su servicio, y otras iniciativas que tienen un impacto vivo dentro y fuera de la organización.

Integridad: Actuar con honestidad y el honor, sin comprometer la verdad.

Propiedad: Cuidar de la empresa y los clientes.

Entusiasmo: Animar a los empleados a tomar la iniciativa y dar lo mejor. La adopción de un entorno de error abarca a capacitar a los empleados para dirigir y tomar decisiones.

Seguridad: Garantizar la salud y seguridad de los empleados y de ir más allá de los requisitos legales para proporcionar un lugar de trabajo libre de accidentes.

1.7. Objetivos de la empresa

Los objetivos establecidos por la empresa son siete, estos se presentan a continuación:

- Posicionar el nombre de la compañía.
- Ampliar nuestro campo de comercialización a nivel nacional e internacional.
- Hacer de nuestras marcas comercializadas de gran demanda y que sean reconocidas por su calidad de productos.
- Ser reconocidos por nuestra responsabilidad y garantía en cuanto a prestación de servicio técnico.
- Formar Ingenieros especialistas en nuestras marcas.
- Incrementar la productividad.
- Aumentar las ventas.

1.8. Estructura organizativa

La estructura de la empresa Carlos Jiménez Maquinaria C.A., está compuesta por un gerente general, que ejercen la dirección de la empresa, y se encarga de dictar lineamientos para mejorar los departamentos de administración y técnicos. Posee una estructura organizativa vertical, lineal y funcional, donde se muestra como están relacionados los departamentos, incrementando la coordinación de sus esfuerzos para el logro de los objetivos en las diversas actividades que se ejecuten en ella. Uno de los aspectos de la empresa Carlos Jiménez Maquinarias C.A., es el establecimiento de departamentos, que designen las áreas o cargos que se encuentran operativas en la organización; de esta manera, se define la responsabilidad respecto al desempeño de cada una de las actividades específicas.

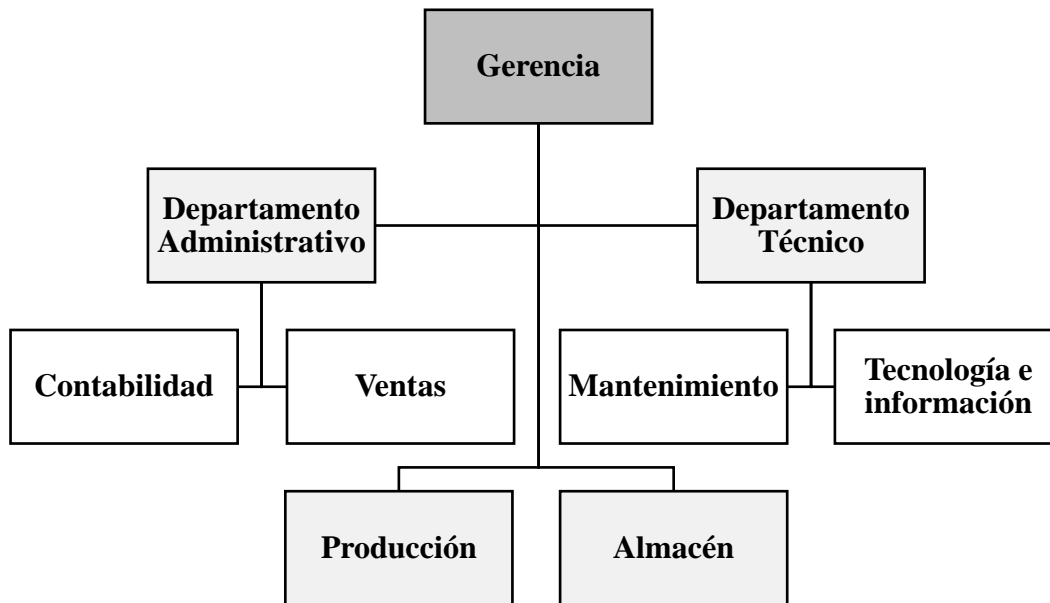


Figura 1: Organigrama estructural de la empresa Carlos Jiménez Maquinarias C.A.

CAPÍTULO II

EL PROBLEMA

2.1. Planteamiento del problema

A nivel internacional las industrias se guían por diversas normas establecidas previamente, éstas se basan en los requerimientos necesarios para el mejor desempeño, desenvolvimiento, funcionamiento del personal, instalaciones, etc. En las industrias, el ente encargado de estas normas y/o convenios es la Organización Internacional de Trabajo (OIT), el cual tiene entre sus objetivos la promoción de la justicia social, el reconocimiento de las normas fundamentales del trabajo, la creación de oportunidades de empleo y la mejora de las condiciones laborales en el mundo.

En Venezuela convergen las normas COVENIN, los cuales son responsables de fijar los requisitos mínimos para realizar distintas actividades a nivel industrial y residencial, entre estas se presenta la correcta instalación de tuberías para diferentes tipos de fluidos e instalaciones eléctricas. A su vez, se encarga de la elaboración de productos, materiales, mantenimiento de estándar de medidas, sistemas de protección, señalización, la correcta metodología de ensayos y pruebas.

Así pues, como se tienen las normas COVENIN, se localiza el Instituto Nacional de Prevención, Salud y Seguridades Laborales (INPSASEL) que avala a los trabajadores la correcta prestación de sistemas de salud y seguridad idóneas a las demandas del mundo laboral con el que se cuenta actualmente para el control y prevención de accidentes y/o enfermedades, sustentando las condiciones de higiene y seguridad adecuadas para el buen desempeño laboral. Asimismo, el INPSASEL se encarga de dictar las normas, ejecutar la política nacional en materia de prevención, y aplicar las sanciones pertinentes contra aquellos que violen dichas leyes y lleguen a afectar al trabajador.

En este sentido, las empresas e industrias deben mantener higiene y sistema de seguridad laboral, aún más aquellas donde hay manipulación y transporte de elementos químicos, tóxicos, o radioactivos puesto que todo lo que afecte a los trabajadores en las áreas antes mencionadas, pueden llegar a perjudicar de gran manera en su desempeño diario y salud física, ocasionando lesiones en el cuerpo, en la mucosa ocular (conjuntivitis actínica, irritación en la mucosa, entre otros.), quemaduras e incluso causar la muerte.

De igual forma, se considera que cada empresa cuente con su sistema de distribución de agua potable para ser utilizada en sanitarios, áreas de lavado, producción, enfriamiento, y sistemas de seguridad en el trabajo principalmente en el ámbito industrial, entre estos sistemas de seguridad se encuentran los lava ojos, duchas industriales y dispositivos que ayudan o previenen grandes riesgos para la salud de los trabajadores.

No obstante, se espera mantener surtidos los sistemas de agua en las áreas de mantenimiento y limpieza para el buen estado y funcionamiento de los equipos. Igualmente para cumplir con la limpieza de las vías peatonales, vías de montacargas y elevadores a modo de prevenir cualquier accidente ocasionado por fluidos o productos en polvo desechados o derramados sobre una superficie o el trabajador.

Actualmente, la Coordinación de Mantenimiento es un departamento que hace parte de la empresa Carlos Jiménez Maquinarias la cual está ubicada en Valencia estado Carabobo, éste tiene como finalidad brindar seguridad y funcionalidad de los equipos, instalaciones y sistemas que lleguen afectar directa o indirectamente el desempeño de los trabajadores.

La planta solo cuenta con un operario para realizar múltiples funciones manuales, como abrir y cerrar válvulas, encender y apagar la bomba centrífuga que se encarga de llenar el tanque de agua limpia, supervisar los diferentes niveles del tanque, provocando un aumento en los errores de cálculo y en el consumo de energía. Esto trae como consecuencia que en algunas oportunidades se desborde el agua contenida en el mismo, o quede vacío.

Como consecuencia de lo expresado anteriormente, se tiende a disminuir la vida útil de los equipos, pudiendo ocasionar daños irreversibles y con ellos gastos no planificados para la empresa; además el personal está expuesto permanentemente a un ambiente laboral extenuante y peligroso.

Todo lo anterior puede incidir en que la empresa no puede cumplir con sus estándares de producción y calidad, ya que no se trata solo del desperdicio del agua sino además su incidencia negativa en la inversión de horas hombres, disminuyendo así la efectividad y la eficiencia de la empresa.

2.2. Formulación del Problema

La Información anteriormente expuesta, llevó al investigador a formularse la siguiente interrogante:

¿De qué manera la automatización del sistema de suministro de agua podrá influir positivamente en la producción de la empresa Carlos Jiménez Maquinarias, Valencia, edo. Carabobo?

2.3. Objetivos de la investigación

2.3.1. Objetivo general

Proponer el diseño de un sistema de control automatizado para el proceso de suministro de agua utilizando un PLC en la empresa Carlos Jiménez Maquinarias C.A., ubicada en Valencia, Edo. Carabobo.

2.3.2. Objetivos específicos

- Diagnosticar el funcionamiento del sistema de suministro agua para la empresa Carlos Jiménez Maquinaria.
- Determinar la instrumentación necesaria para una propuesta de sistema de control automatizado para la empresa Carlos Jiménez Maquinaria.
- Diseñar un modelo del sistema automatizado en base a los requerimientos de la empresa.
- Determinar la factibilidad y viabilidad del proyecto propuesto sobre el sistema automatizado.

2.4. Justificación de la investigación

De acuerdo a los objetivos planteados en el presente proyecto, se diseñará un modelo automatizado para la empresa Carlos Jiménez Maquinaria, haciendo uso de técnicas y herramientas de análisis y diseño de sistemas automatizados que permitirán a los trabajadores de la Coordinación de Mantenimiento, al igual tener un sistema más confiable al momento del encendido y apagado automático de la bomba sin necesidad del personal correspondiente para dicho cambio.

Igualmente, este proyecto brinda la oportunidad de encarar problemas que se presentan en la empresa Carlos Jiménez Maquinaria, facilitando el trabajo de este departamento ofreciendo mayor tiempo disponible para así poder solucionar otros problemas de menor alcance.

Por otro lado, se puede decir que se torna relevante dicha investigación puesto que se tiene la oportunidad de profundizar respecto al tema y así tener un amplio conocimiento para futuros estudios. Como consecuencia de esta investigación de campo, la Universidad José Antonio Páez, podrá disponer en su biblioteca de la documentación generada durante el desarrollo de la misma, sirviendo como antecedente para futuras investigaciones en el área de electrónica en el sector de automatización.

2.5. Alcance

El proyecto de pasantía abarca el diseño de un sistema automatizado que permite el control y supervisión del proceso de suministro de agua limpia necesaria para las instalaciones de la empresa Carlos Jiménez y maquinarias. La investigación de dicho proyecto se comprende en dos módulos.

Módulo de control: consiste en permitir la visualización y el control del proceso mediante un PLC para garantizar bombeo continuo en el suministro de agua cruda, necesaria para el consumo de la planta.

Módulo de supervisión: en este se percibe toda la información arrojada por el sistema como datos relevantes del manejo de variables a través de una pantalla.

La culminación del proyecto se va a evidenciar a través de la entrega del diseño de la propuesta a la empresa Carlos Jiménez Maquinaria C.A, que se encuentra ubicada en Valencia, Edo. Carabobo.

2.6. Limitaciones

Esta investigación, presenta ciertas limitaciones que aparecen al momento de implementar un proyecto de automatización, entre ellas se encuentra la falta de acceso a los materiales y equipos más avanzados que se observan en el campo de la automatización. También, debido a la falta de instrumentos y componentes electrónicos a nivel nacional, se hace difícil la adquisición, sobre todo de los importados.

CAPÍTULO III

MARCO TEÓRICO

3.1. Antecedentes de la investigación

En todo proceso investigativo se hace una recolección de material bibliográfico en relación con el problema planteado, este permite ser fuente de apoyo para el desarrollo de dicho estudio. A continuación, se muestra algunos trabajos que tienen relación con el tema de estudio de este proyecto, los cuales servirán como base para la elaboración del informe.

Rodríguez, E. (2017), en su trabajo de grado “**Propuesta de mejoras del control para el sistema del suministro de agua cruda de la planta termoeléctrica el palito**” de la Universidad José Antonio Páez realizó su investigación orientada a las mejoras del control para el sistema de suministro de agua cruda, utilizando como técnica principal la automatización por medio de la programación de PLC Allen Bradley y dispositivos de adquisición y transmisión de datos. Este estudio constituye un aporte debido a que comparten ciertos objetivos el cual me puede ayudar a realizar un buen diagnóstico para el sistema de suministro de agua.

Fernández, W. (2016), en su trabajo de grado “**Diseño automatizado para el control del sistema de bombeo de agua potable del hotel mediante Telemetría y detección de fugas en tuberías**” del tecnológico de Costa Rica realizó su investigación orientada al completo desarrollo de la automatización del sistema de bombeo de agua potable usando un controlador lógico programable (PLC) Siemens. Este estudio contribuye en dicho aporte para relacionar el estudio de las variables y el desarrollo del programa utilizado en el PLC Siemens.

Cruz, M. (2015), en su trabajo de grado “**Automatización de un proceso industrial mediante autómatas**” de la Universidad Politécnica de Valencia realizó su investigación orientada al completo desarrollo de la automatización de toda planta.

Usando controladores lógicos programables PLC Siemens como herramienta principal, además de la interfaz MPI de Siemens incluyendo a su vez un sistema supervisorio basado en Intouch Wonderware Inc.

Este estudio constituye un aporte debido a la similitud en lo que se refiere al diseño de una interfaz Hombre-Máquina (HMI) ya que el autor debió hacer la programación y diseño por paso lo cual facilita la comprensión de la misma que se desarrolló con el software Intouch.

3.2. Bases teóricas

Para la realización de este trabajo es indispensable conocer todas las etapas que conforman el proceso de suministro de agua limpia, las consideraciones para la incorporación de equipos y el manejo de variables necesarias para poder desarrollar un sistema eficiente.

3.2.1. Sistemas de Bombeo

Es un sistema de elevación mecánica del agua desde la fuente de abastecimiento al sistema de almacenamiento. En el caso de un sistema de almacenamiento, se trata de una planta de bombeo constituida por bombas centrifugas de eje horizontal cuando se eleva agua de la fuente principal. Se emplean los equipos de bombeo para captar el agua y conducirlos por tuberías a presión.

3.2.1.1. Tipo de estaciones de bombeos

Se acostumbra a clasificar las estaciones de bombeos para agua cruda en primarias y secundaria, las estaciones primarias toman el agua de alguna fuente de abastecimiento y la elevan a otros almacenamiento, al tratamiento, a la red directamente o a una combinación de ellas. Y las estaciones secundarias mejoran las condiciones de una primaria incrementando la presión, pero con la alimentación de una estación primaria.

3.2.2. Medición

La medición es un proceso por el cual se obtiene una característica propia de un elemento, la cual es comparada con una referencia o patrón con el fin de determinar la

cantidad de veces que el patrón esta contenido dentro del objeto a medir. Según Fenton y Pflieger (1997) la medición es " (...) el proceso por el cual se asignan números o símbolos a atributos de entidades del mundo real de tal forma que los describa de acuerdo con reglas claramente definidas".

3.2.2.1. Instrumento de medición

Un instrumento de medición es un aparato que se usa para comparar magnitudes físicas mediante un proceso de medición. Como unidades de medida se utilizan objetos y sucesos previamente establecidos como estándares o patrones, y de la medición resulta un número que es la relación entre el objeto de estudio y la unidad de referencia. Los instrumentos de medición son el medio por el que se hace esta lógica conversión. Las características principales de todo instrumento de medición son:

Precisión: es la capacidad de un instrumento de dar el mismo resultado en mediciones diferentes realizadas en las mismas condiciones.

Exactitud: es la capacidad de un instrumento de medir un valor cercano al valor de la magnitud real.

Apreciación: es la medida más pequeña perceptible en un instrumento de medida.

Sensibilidad: es la relación de desplazamiento entre el indicador de la medida y la medida real.

3.2.3. Controladores de lógica programable (PLC).

Por lógica programable se entiende a los mecanismos con capacidad de realizar las principales funciones lógicas necesarias para la conducción de una maquina o un proceso, de acuerdo a un determinado programa memorizado y con un grado de flexibilidad extremadamente elevado.

El avance de la tecnología y el descenso de los costos permitieron el desarrollo de controladores capaces de suplantar en los sistemas de automatización de contactos, la lógica cableada por la lógica programada (Programable Logic Control). Existen PLC's que ofrecen

las más variables prestaciones, en principio solo podían manejar módulos de entrada/salida digital, y reemplazaban los mandos a contactores, a medida que fueron popularizándose, comenzaron a manejar otro tipo de información, por medio de módulos de entrada/salida analógicos, contactores, controladores de periféricos, redes, módulos de visión, controladores de servomecanismo, entre otros.

3.2.4. Controladores de nivel para tanques de almacenamiento de agua

Los controles del nivel máximo del agua en un tanque de almacenamiento tienen la doble función de garantizar la seguridad de las estructuras y de evitar el desperdicio de agua. El control del nivel máximo se hace mediante un sensor de nivel conectado en alguna forma, ya sea mecánica o electrónica con la operación de una válvula a la entrada del tanque. Como todo mecanismo siempre puede fallar en el momento de su operación, es importante que el tanque disponga de un sistema de seguridad de funcionamiento totalmente automático como por ejemplo un vertedero libre, eventualmente conectado con una alarma.

El control del nivel mínimo del agua tiene la función de garantizar el buen funcionamiento del sistema evitando la entrada de aire en la tubería que se encuentra aguas abajo del tanque, como por ejemplo en la red de distribución de agua, o en la succión de la o las bombas. En este caso también el sistema está compuesto por un sensor de nivel conectado a una alarma, para que el operador intervenga, o en sistemas más sofisticados, el sensor actúa directamente, para aumentar la entrada de agua al tanque.

3.2.5 Sensor de flujo

El sensor de flujo también conocido como detector de flujo o interruptor de caudal es un equipo para monitoreo de fluidos que son instalado en línea con una tubería y permite determinar cuándo está circulando un líquido o un gas. Estos son del tipo apagado/encendido; determinan cuándo está o no circulando un fluido, pero no miden el caudal. Ahora bien el funcionamiento del sensor de flujo se basa en el desplazamiento de un pistón magnético que indica el aumento o disminución del flujo de líquido, accionando el contacto de un interruptor

de láminas. El pistón es controlado por un resorte y regresa a la posición inicial cuando no hay fluido, incluso si hay presión en la tubería.

3.2.5.1 Tipos de sensor de flujo

De pistón: Es el más común de los sensores de flujo. Este tipo de sensor de flujo se recomienda cuando se requiere detectar caudales entre 0,5 LPM y 20 LPM. Consiste en un pistón que cambia de posición, empujado por el flujo circulante. El pistón puede regresar a su posición inicial por gravedad o por medio de un resorte. El pistón contiene en su interior un imán permanente. Cuando el pistón se mueve el imán se acerca y activa un reed switch, que cierra o abre (según sea la configuración) el circuito eléctrico. El área entre el pistón y la pared del sensor determina su sensibilidad, y por ende a qué caudal se activará el sensor.

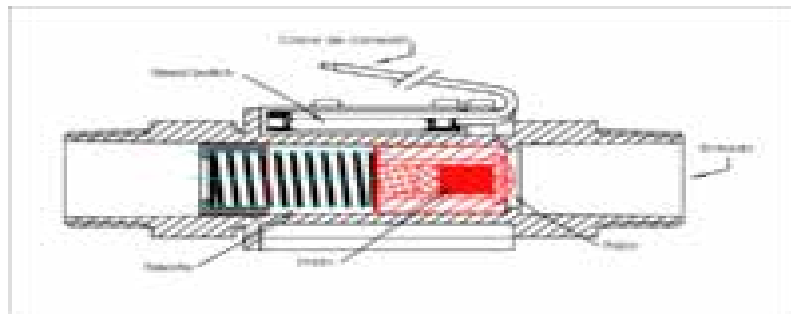


Figura 2. Diagrama sensor de flujo tipo pistón

Fuente. <http://www.aie.cl/files/file/comites/ca/abc/sensores-de-flujo.pdf>

De paleta: Este modelo es recomendado para medir grandes caudales, de más de 20 LPM. Su mecanismo consiste en una paleta que se ubica transversalmente al flujo que se pretende detectar. Dependiendo de la velocidad de caudal o paso de caudal, la placa de deflexión se desvía y mueve, a través del brazo de balance, al imán permanente dentro del rango de operación del contacto reed montado fuera del fluido. El resorte plano, que también sirve como soporte para el brazo de balance, fuerza la paleta de deflexión hacia su posición de reposo cuando no hay caudal y apaga o enciende un

interruptor en el exterior del sensor. Para ajustar la sensibilidad del sensor se recorta el largo de la paleta.

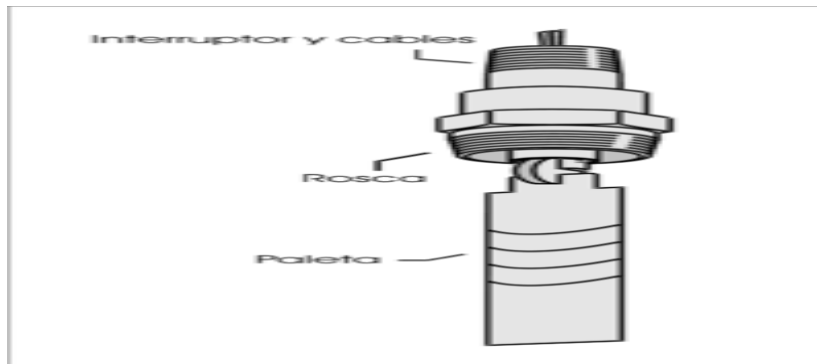


Figura 3. Diagrama sensor de flujo tipo paleta

Fuente: <http://www.aie.cl/files/file/comites/ca/abc/sensores-de-flujo.pdf>

De elevación: Este modelo es de uso general. Es muy confiable y se puede ajustar para casi cualquier caudal. Su mecanismo consiste en un tapón que corta el flujo. Del centro del tapón surge un eje que atraviesa herméticamente la pared del sensor. Ese eje empuja un interruptor ubicado en el exterior del sensor. Para ajustar la sensibilidad del sensor se perforan orificios en el tapón.

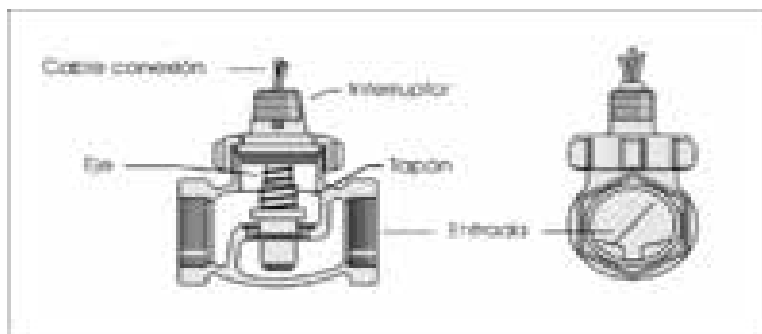


Figura 4. Diagrama sensor de flujo tipo tapón

Fuente: <http://www.aie.cl/files/file/comites/ca/abc/sensores-de-flujo.pdf>

3.2.5.2 Consideraciones

Para determinar el tipo de sensor de flujo se deben tomar en cuenta los siguientes factores:

Caudal de disparo: se debe seleccionar un sensor más sensible si se requiere detectar flujos muy bajos.

Pérdida de presión: al colocar cualquier objeto en el paso de un fluido se está reduciendo en alguna medida su presión. La presión de salida siempre va a ser menor a la de entrada, siendo el sensor de tapón el que más reduce la presión y el sensor de paleta el menos intrusivo.

Impurezas en los fluidos: los sólidos en los fluidos pueden obstruir el sensor de pistón. En cambio, el sensor de paleta es el que menos se ve afectado por los sólidos.

Tipo de fluido: se debe seleccionar un sensor que esté fabricado con materiales que soporten el tipo de fluido que vamos a detectar. La temperatura, presión, acidez y densidad son factores que se deben tomar en cuenta para seleccionar los materiales.

3.2.6 Interfaz Hombre Maquina (HMI)

HMI es el interfaz entre el proceso y los operarios; se trata básicamente de un panel de instrumentos del operario. Es la principal herramienta utilizada por operarios y supervisores de línea para coordinar y controlar procesos industriales y de fabricación. El HMI traduce variables de procesos complejos en información útil y procesable.

La función de los HMI consiste en mostrar información operativa en tiempo real y casi en tiempo real. Proporcionan gráficos de procesos visuales que aportan significado y contexto al estado del motor y de la válvula, niveles de depósitos y otros parámetros del proceso. Suministran información operativa al proceso, y permiten el control y la optimización al regular los objetivos de producción y de proceso.

CAPÍTULO IV

MARCO METODOLOGICO

En este capítulo se describen los métodos, técnicas y procedimientos que fueron empleados para el logro de los objetivos propuesto en el estudio que se desarrolla. Según Finol y Camacho (2008, p.60) el marco metodológico está referido al “como se realizara la investigación, muestra tipo y diseño de la investigación, población, muestra, técnicas e instrumentos para la recolección de datos, validez y confiabilidad y las técnicas para el análisis de los datos”.

4.1. Tipo de investigación

Este informe cumple con la estructura de proyecto factible, que según la definición del manual de tesis de grado, especialización, maestría y tesis doctorales de la universidad Pedagógica Libertador, (2003), plantea que:

Consiste en la investigación, elaboración y desarrollo de un modelo operativo viable para solucionar problemas, requerimientos necesidades de organizaciones o grupos sociales que pueden referirse a la formulación de políticas, programas, tecnologías, métodos o procesos. El proyecto debe tener el apoyo de una investigación de tipo documental y de campo, o un diseño que incluya ambas modalidades (p.16)

Del mismo modo, Arias, (2006), señala: “Que se trata de una propuesta de acción para resolver un problema practico o satisfacer un necesidad. Es indispensable que dicha propuesta se acompañe de una investigación, que demuestre su factibilidad o posibilidad de realización”. (p. 134).

De lo antes planteado, para llevar a cabo el proyecto factible, lo primero que debe realizarse es un diagnóstico de la situación planteada; en segundo lugar es plantear y además,

fundamentar con basamentos teóricos la propuesta a elaborar y establecer, tanto los procedimientos metodológicos, así como las actividades y los recursos necesarios para llevar a cabo la ejecución. Aunado a esto, se realizara el estudio de factibilidad del proyecto y por último, la ejecución de la propuesta con su respectiva evaluación.

Este proyecto se apoya en la necesidad detectada en el campo para luego realizar una ratificación mediante la investigación documental y bibliográfica que permitirá finalizar con una propuesta, por tanto, consiste en la investigación, elaboración, desarrollo de una propuesta de un sistema de control de agua cruda.

4.2. Diseño de la investigación

El diseño de la investigación que se realizara es de tipo experimental. Según el autor Palella y Martins (2010), define que:

El diseño experimental es aquel según el cual el investigador manipula una variable experimental no comprobada, bajo condiciones estrictamente controlada. Su objetivo es describir de qué modo y porque causa se produce o puede producirse un fenómeno. Busca predecir el futuro, elaborar pronósticos que una vez confirmados, se convierten en leyes y generalizaciones tendentes a incrementar el cumulo de conocimientos pedagógicos y el mejoramiento de la acción educativa. (p. 86)

Por otra parte, según el autor Arias (2006), define que: “la investigación de campo es aquella que consiste en la recolección de todos, directamente de los sujetos investigados, o de la realidad donde ocurren los hechos (datos primarios), sin manipular o controlar variable alguna”. (p.31). Es decir, el investigador obtiene la información, pero no altera las condiciones existentes. De allí sus características de investigación experimental.

Claro está, en una investigación de campo también se emplean datos secundarios, sobre todo los provenientes de fuentes bibliográficas, a partir de los cuales se elabora el marco teórico. No obstante, son los datos primarios obtenidos a través del diseño de campo. Lo esencial para el logro de los objetivos y la solución del problema plantea.

4.3. Nivel de la investigación

Así mismo, de acuerdo a su nivel, este trabajo de grado es descriptivo, según Arias (2006) la investigación de tipo descriptiva “consiste en la caracterización de un hecho. Fenómeno, individuo o grupo, con el fin de establecer su estructura o comportamiento” (p.24). Basado en lo anterior, este estudio se considera descriptivo ya que en este trabajo se detallan los requerimientos y elementos del proceso para caracterizar el sistema de control de suministro de agua cruda, para la búsqueda de la solución de la problemática planteada.

4.4. Fases de la investigación

Las fases metodológicas constituyen un seguimiento detallado y minucioso de los objetivos específicos planteados anteriormente, que servirán de guía en el cumplimiento del objetivo general, el cual es la meta principal de esta investigación:

4.4.1. Fase I. Diagnóstico del proceso y su sistema de control actual empleado en el suministro de agua cruda de la empresa Carlos Jiménez Maquinaria.

En esta fase se analizó cuidadosamente el sistema de control actual para obtener las variables usadas en el suministro de agua cruda a la empresa Carlos Jiménez Maquinaria para así poder detectar las fallas que presenta el sistema. De igual modo se estudió el funcionamiento de cada uno de los equipos del área para obtener información sobre sus características de trabajo.

4.4.2. Fase II. Determinación de la Instrumentación necesaria para la mejora de control de la empresa Carlos Jiménez y Maquinaria.

Habiendo reconocido las fallas se determinó los instrumentos necesarios para poder realizar la mejora del sistema, se determinó los requerimientos necesarios para el hardware del PLC y HMI, se estudió los programas necesarios para el desarrollo del proyecto.

4.4.3. Fase III. Diseño del control automatizado para el sistema de suministro de agua cruda con las mejoras requerida por la empresa Carlos Jiménez Maquinaria.

Se procedió al desarrollo de la programación y diseño de la interfaz gráfica para realizar el control automatizado del sistema, Simulación del funcionamiento de todo el sistema para garantizar una futura implementación sin ningún inconveniente.

4.4.4. Fase IV. Determinación de la factibilidad y viabilidad del proyecto propuesto sobre el sistema automatizado.

En esta fase de la investigación, se determinará el análisis detallado para comprobar si es viable el proyecto, tomando en cuenta el enfoque técnico, operativo y económico.

CAPITULO V

LOS RESULTADOS

5.1. Fase I. Diagnóstico del proceso y su sistema de control actual empleado en el suministro de agua cruda de la empresa Carlos Jiménez Maquinaria.

Para llevar a cabo la investigación, se estableció como primera fase, el diagnóstico del proceso y su sistema de control para concretar la solución del problema planteado en el presente informe.

5.1.1. Entrevista con los expertos

En primera instancia, se realizó una entrevista abierta al Ingeniero Carlos Jiménez, gerente del departamento de mantenimiento con la finalidad de tener mayor conocimiento sobre este proceso, al cual se le realizaron las siguientes preguntas (ver cuadro 1).

Nro.	Pregunta
1	¿Cómo funciona el proceso de distribución de agua?
2	¿Qué tipo de elementos emplea?
3	¿Qué cantidad de elementos anteriormente dichos se dispone en las instalaciones?
4	¿Cuáles son las fallas principales?
5	¿Cómo influye este proceso a Carlos Jiménez Maquinarias C.A.?

Cuadro 1. Preguntas

Fuente. Franklin Tarazona (2018).

Con la información recopilada de la entrevista realizada al Ingeniero Carlos Jiménez del departamento anteriormente mencionado, se llegó a la siguiente conclusión:

El control de los motores de las bombas se tiene que realizar de manera manual puesto que no se cuenta con los componentes necesarios para que dicho control se realice de forma automática. Asimismo, se cuenta con el personal disponible para verificar el nivel de cada uno de los tanques, y verificar si se dispone de agua suficiente, en caso contrario se debe encender la bomba que corresponda al tanque que desee llenar.

Por otro lado, las fallas principales son debido al trabajo forzado de los motores de las bombas puesto que el personal tienen un tiempo específico para apagarlas y en muchas ocasiones los motores trabajan más de lo establecido, además, se tiene que en algunas oportunidades dichas motobombas trabajan en vacío lo cual trae como consecuencia que se recalienten. No obstante, el proceso que se lleva a cabo es de gran importancia para las instalaciones puesto que de él depende el buen desempeño de los trabajadores y a su vez poder cumplir con sus estándares de producción y calidad.

5.1.2. Observación directa

Se cuenta con dos tanques uno de 3000L, localizado a 1 m del cuarto de bombas, el mismo es un tanque subterráneo, el otro es un tanque de 5000 L, localizado a 4 m del cuarto de bombas el mismo es un tanque aéreo. Sin embargo, El cuarto de bombas es un espacio que es reservado y encerrado para la instalación.

Al mismo tiempo, el proceso de distribución está compuesto de dos motobombas que se identifican como: B-100 (bomba utilizada para el llenado del tanque subterráneo) y B-200 (bomba utilizada para el llenado del tanque aéreo), las mismas trabajan de forma independiente. Adicional se evidenció que no se cuenta con ninguna alarma o aviso visual que notifique al operador en caso de fallas, tampoco se cuenta con luces piloto que indiquen de las condiciones del proceso en todo momento.

Aunado a ello, no se está cumpliendo con el correcto estado de los elementos de seguridad laboral ya que el personal está expuesto permanentemente a un ambiente de trabajo extenuante y peligroso. Lo mencionado, se da debido a que el personal disponible es quien debe destapar cada uno de los tanques y dar un aproximado del nivel del líquido, sin saber con exactitud si dicho personal se encuentra en condiciones físicas y emocionales para

realizar dicha labor, lo cual puede traer como consecuencia un posible accidente, ocasionar daños irreversibles y con ellos gastos no planificados para la empresa.

5.2. Fase II. Determinación de la Instrumentación necesaria para la mejora de control de la empresa Carlos Jiménez y Maquinaria.

Bajo el criterio de observación directa se llevó a cabo una recopilación de datos acerca del hardware y software disponibles en la empresa, a fin de evaluar lo que mejor se adapte tanto en rendimiento, economía, entre otros, para que sirva de apoyo al sistema automatizado propuesto.

5.2.1. PLC Siemens modelo S7-300

De acuerdo a lo investigado, se eligió un PLC marca Siemens modelo S7-300 debido a que se disponía del hardware en el almacén, adicionalmente, se eligieron los siguientes elementos: una fuente de poder PS 307 5 A que se alimenta con 120/230V AC con voltaje de salida de 24V DC a 5 A, lo cual es de mucha utilidad en el desarrollo del proyecto ya que el CPU que se utilizó trabaja con una tensión de alimentación de 24 V DC y un consumo de corriente de 570 mA, a su vez, se utilizó una CPU 312C (ver figura 5), ya que es un controlador estándar, tiene interfaz integrada MPI, que se puede usar para conectar una pantalla HMI. Posee una memoria de trabajo de 64Kb, además, viene un módulo integrado de 10 entradas y 6 salidas digitales que fueron utilizadas en la programación. Por último, se eligió un módulo Analógico I4/AO 2 8 Bits (ver figura 6), con la finalidad de adquirir las señales analógicas, este se escogió para recibir las lecturas del transmisor de nivel, también se eligió un módulo de entradas digitales D I 16 (ver figura 7), ya que las 10 entradas digitales que traía integrado el CPU 312C no eran suficiente, por lo tanto se necesitaban más entradas para poder llevar a cabo la programación.



Figura 5. CPU 312C Siemens

Fuente. Siemens (2018)

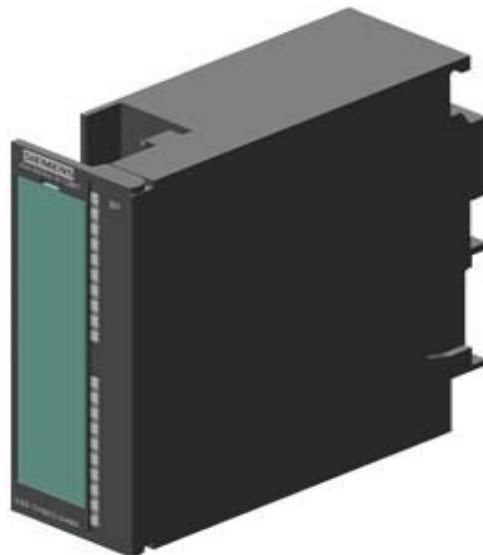


Figura 6. Módulo AI4/2O 8 BIT

Fuente. Siemens (2018).



Figura 7. Módulo DI 16

Fuente. Siemens (2018).

5.2.2. Pantalla HMI Siemens modelo TP177B

La pantalla utilizada para graficar la interfaz HMI se seleccionó en base a los requerimientos y peticiones de la empresa, la misma debía tener fluidez en gráficos y adaptabilidad, con el objetivo de ser lo más versátil posible. Además de lo anteriormente expuesto se tuvo en cuenta la disponibilidad de hardware presente en la empresa o en el mercado, con la finalidad de reducir costos o tratar de que estos fueran lo menor posible.

Por tal motivo se realizó inicialmente un chequeo específico en el almacén de dispositivos de la empresa a fin de verificar si los dispositivos que poseía ésta cumplían con lo requerido, y se evidenció que se disponía del hardware solicitado, de tal forma que se seleccionó la pantalla HMI marca Siemens modelo TP177B (ver figura 8), la cual posee una pantalla táctil de 6 pulgadas, esta se alimenta 24 V DC consume 0,24 A, dispone de interfaces RS232, RS422, RS485, Ethernet que son esenciales para la comunicación con el PLC, Por lo tanto cumple en su totalidad con los requerimientos.



Figura 8. Pantalla HMI modelo TP177B

Fuente. Siemens (2018)

5.2.3. Transmisor de Nivel Siemens SITRANS Probe LU

De acuerdo a lo investigado se eligió un transmisor de nivel por ultrasonido (ver figura 9), analógico de 4-20mA, especial para líquidos, este dispositivo se eligió ya que la empresa decidió que no se iba a realizar modificaciones a los tanques, el mismo consta de 2 hilos alimentados por bucles de 4 a 20 mA, de fácil instalación y configuración. Adicional, este transmisor incorpora tecnología de procesamiento de señal Sonic Inteligencie para garantizar mediciones de nivel muy fiables, a su vez, tiene comunicación HART o PROFIBUS PA lo cual es esencial para el proyecto ya que se puede tener una visión clara del nivel del líquido en el tanque. Su funcionamiento consta en emitir ondas de sonido, la misma al chocar con el líquido retornan al transmisor, luego de recibirla se manda una señal al módulo de 4 a 20 mA las cuales serán procesadas para ser interpretada por el PLC.



Figura 9. Transmisor de nivel SITRANS Probe LU

Fuente. https://www.automation.siemens.com/sc-static/catalogs/catalog/pi/FI01/es/FI01_es_kap04.pdf

5.2.4. Sensor de Flujo KOBOLD tipo paleta PSR

El sensor de flujo Kobold (ver figura 10), se eligió debido a su bajo costo dentro del mercado, a diferencia de otros como Siemens que es un sensor de flujo con las mismas características pero con un costo dentro del mercado de 150 \$ adicional. Ahora bien, el sensor elegido es un interruptor de caudal simple especialmente para líquidos, y a su vez soportan una presión máxima de 250 bar.

Posee un rango de conmutación amplio, el mismo será utilizado en el proyecto como medio de protección ya que de esta manera se garantiza que los motores de las bombas no vayan a trabajar en vacío. Su funcionamiento es muy sencillo, al fluir el líquido por el mismo accionara una paleta, la cual enviara una señal al PLC.



Figura 10. Sensor de Flujo KOBOLD PSR

Fuente. <https://kobold.com/Interruptor-de-caudal-Tipo-Paleta-PSR>

2.2.5. Selección del Software

En el punto 5.2.1 se seleccionó el tipo de PLC a utilizar en la presente propuesta, dando como resultado un PLC S7-300 marca siemens, haciendo un análisis de sus características, sencillez de uso, funcionalidad, y compatibilidad con diferentes sistemas operativos y versiones de Windows, se llegó a la conclusión que el software a utilizar para la propuesta en cuestión es TIA portal versión 13 (ver figura 11), puesto que es una de las ultimas versión, también tiene mayor compatibilidad de dispositivos controladores, visualizadores y accionadores.

Por otro lado, este incorpora en una misma interfaz los programas necesarios a utilizar sin necesidad de tener otros adicionales para su buen funcionamiento y desempeño, además de su interfaz de usuario intuitiva que facilita la programación, diseño, configuración de dispositivos y conexión entre ellos, tales conexiones se pueden dar gracias a los diferentes protocolos de comunicación de siemens, además, cuenta con una gran variedad de funciones aritméticas, lógicas, transferencia y conversión de datos, entre otros.

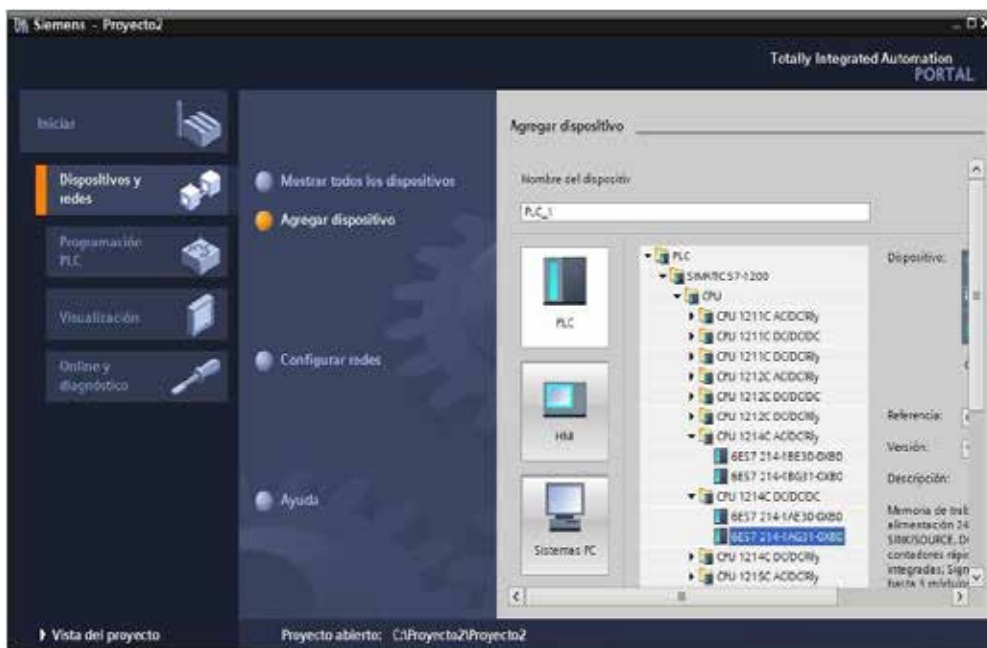


Figura 11. Pantalla de inicio TIA Portal

Fuente. Franklin Tarazona (2018).

5.3. Fase III. Diseño del control automatizado para el sistema de suministro de agua cruda con las mejoras requerida por la empresa Carlos Jiménez Maquinaria.

Dentro del proceso, los elementos y características del hardware y software más convenientes a utilizar, se encuentra disponibilidad al uso de distintos lenguajes como lo son: FUD que se emplea para los cuadros del álgebra booleana para representar la lógica. Asimismo, permite representar funciones complejas mediante cuadros lógicos, este además, tiene la ventaja de ver agrupados por bloques las diferentes lógicas y tener bloques complejos. Otro lenguaje disponible es el KOP, este es un esquema de contactos, escalera o ladder y por último, se encuentra el AWL que es un lenguaje de programación textual orientado a la máquina, en este lenguaje, las instrucciones equivalen en gran medida a los pasos con los que la CPU ejecuta el programa, para facilitar dicha programación, se ha ampliado con estructuras de lenguajes de alto nivel tales como accesos estructurados a datos y parámetros de bloques.

Así pues, se diseñó un modelo base de la programación del diagrama KOP para el controlador y la interfaz HMI respectiva debido a que es el lenguaje más ocupado y extendido en la programación de PLC's, adicionalmente, es el más fácil de entender por personal proveniente de la industria eléctrica y técnicos eléctricos, dicho lenguaje fue el permitió cumplir con las exigencias de la empresa a fin de mejorar el proceso para el cual se hizo la propuesta en el presente trabajo de investigación.

5.3.1. Configuración de dispositivos

5.3.1.1 PLC

En primer lugar se inicia el software TIA Portal, para así crear el proyecto correspondiente al trabajo presente, y luego añadir manualmente cada uno de los dispositivos, en ello se agrega principalmente el soporte que va a permitir situar el controlador anteriormente mencionado, agregando cada uno de los elementos de este (ver figura 12).

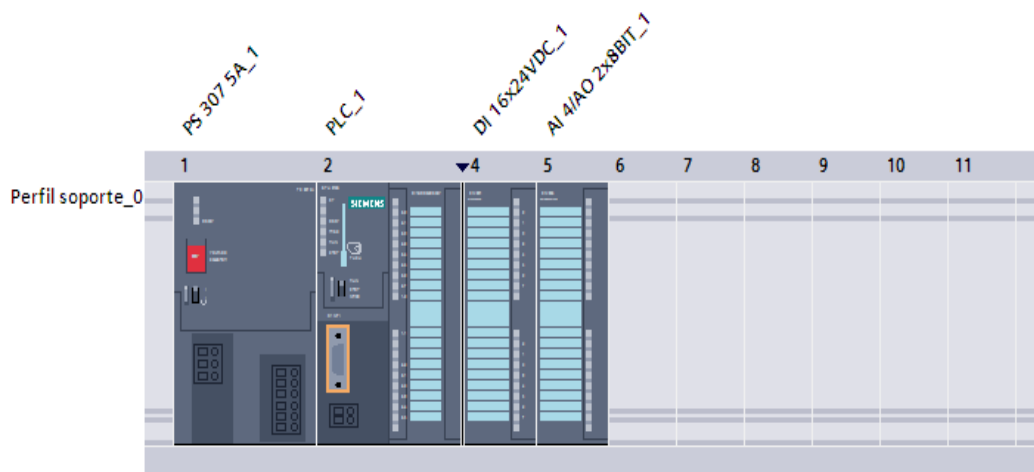
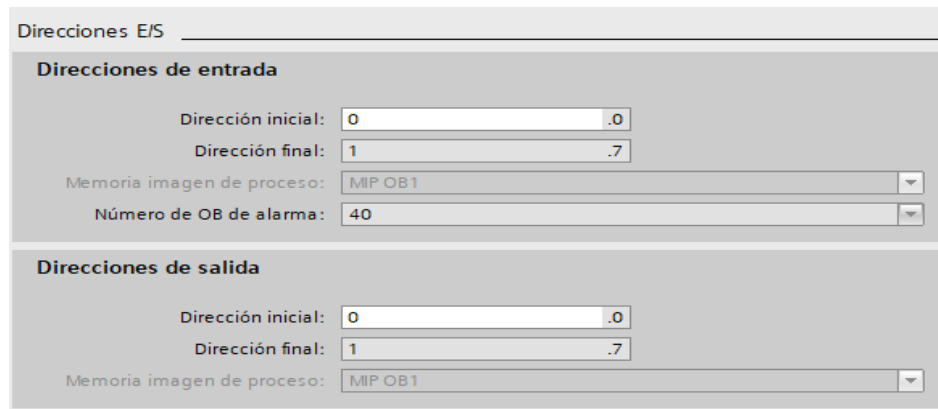


Figura 12. Configuración del controlador

Fuente. Franklin Tarazona (2018)

Aquí se observa la configuración de las direcciones de entradas y salidas del CPU 312C (ver figura 13), en donde se le asignó a la dirección de entrada que su valor inicial era 0.0 y final era 1.7 y la dirección de salida su valor inicial era 0.0 y final era 1.7.



Direcciones E/S

Direcciones de entrada

Dirección inicial: 0.0

Dirección final: 1.7

Memoria imagen de proceso: MP OB1

Número de OB de alarma: 40

Direcciones de salida

Dirección inicial: 0.0

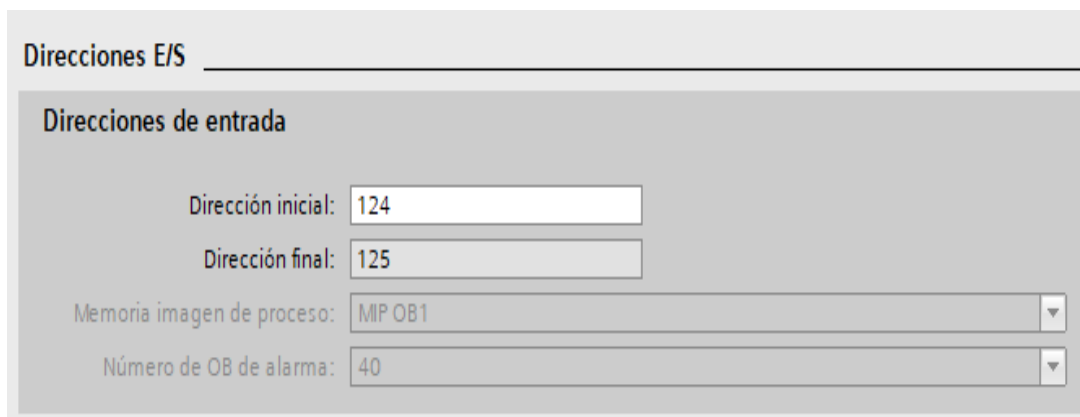
Dirección final: 1.7

Memoria imagen de proceso: MP OB1

Figura 13. Configuración de entradas y salidas del CPU 312C

Fuente. Franklin Tarazona (2018)

Del mismo modo, se configuró las dirección de entrada y salida del módulo digital (ver figura 14), en donde se le asignó la dirección de entrada el valor inicial de 124 y final de 125.



Direcciones E/S

Direcciones de entrada

Dirección inicial: 124

Dirección final: 125

Memoria imagen de proceso: MP OB1

Número de OB de alarma: 40

Figura 14. Configuración de entradas del Módulo DI 16 x 24V DC

Fuente. Franklin Tarazona (2018)

La configuración de las direcciones de entradas y salidas del módulo analógicos (ver figura 15), son las siguientes entradas: valor inicial 100, final 107. Salidas: valor inicial 100, final: 103. Debemos tener presente esta configuración ya que esta dirección es la que se utilizara para conectar el transmisor de nivel con el PLC.

Direcciones E/S

Direcciones de entrada

Dirección inicial: 100

Dirección final: 107

Memoria imagen de proceso: MPI OB1

Número de OB de alarma: 40

Direcciones de salida

Dirección inicial: 100

Dirección final: 103

Memoria imagen de proceso: MPI OB1

Figura 15. Configuración de entradas y salidas del Módulo AI4/AO 2x8BIT

Fuente. Franklin Tarazona (2018)

Aquí se configuro la dirección MPI que es para conectar la HMI al PLC (ver figura 16).

Dirección MPI

Interfaz conectada en red con

Subred: MPI_1

Agregar subred

Parámetros

Dirección: 2

Dirección más alta: 31

Velocidad de transferencia: 187.5 kbits/s

Figura 16. Dirección MPI del PLC

Fuente. Franklin Tarazona (2018).

5.3.2. Interfaz Hombre Maquina (HMI)

Pantalla HMI Siemens modelo TP177B (ver figura 17), en la cual se visualizan los puertos para su respectiva conexión con el PLC.

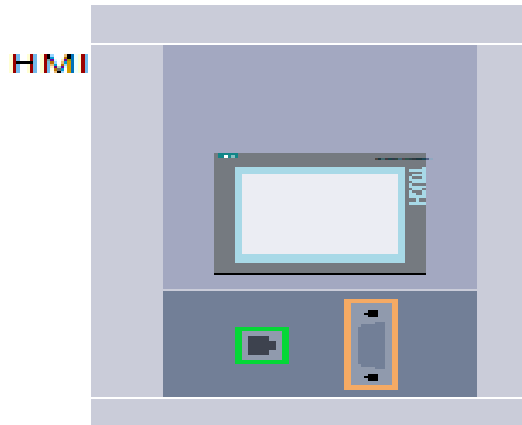


Figura 17. Configuración de dispositivos HMI

Fuente. Franklin Tarazona (2018).

Configuración de la dirección MPI de la interfaz HMI (ver figura 18), en donde se observa que la subred es MPI_1, la dirección es 1 y la dirección más alta es 31.



Figura 18. Dirección MPI de la HMI

Fuente. Franklin Tarazona (2018).

5.3.3. Programación

5.3.2.1. Tabla de variables del PLC

Tabla de variables estándar							
	Nombre	Tipo de datos	Dirección	Rema...	Visibl...	Acces...	Comentario
1	Energizar	Bool	%I0.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	contacto NA para energizar sistema
2	Desenergizar	Bool	%I0.1		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	contacto NC para desenergizar sistema
3	Parada de emergencia	Bool	%I0.2		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	contacto NA parada de emergencia
4	Rele termico B1	Bool	%I0.3		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	rele termico bomba 1 tanque subteraneo
5	Sensor nivel bajo	Bool	%I0.4		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	sensor de nivel bajo
6	Sensor nivel alto	Bool	%I0.5		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	sensor de nivel alto
7	Sensor de flujo B1	Bool	%I0.6		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	sensor de flujo bomba 1
8	Encender B1 manual	Bool	%I0.7		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	encender bomba 1 manual tanque subterr
9	Apagar B1 manual	Bool	%I1.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	apagar bomba 1 manual tanque subterr
10	Rele termico B2	Bool	%I1.1		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	rele termico bomba 2
11	Sensor de flujo B2	Bool	%I1.2		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	sensor de flujo bomba 2
12	M_energizar sistema	Bool	%M0.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	energizar el sistema
13	M_desenergizar sistema	Bool	%M0.1		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	desenergizar el sistema
14	M_salida	Bool	%M0.2		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	marca esta a la salida
15	M_encender B1 manual	Bool	%M0.3		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	marca para encender bomba 1 de manera
16	M_encender B2 manual	Bool	%M0.4		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	marca para encender bomba 2 de manera
17	M_energizar B1 automatico	Bool	%M0.5		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	marca energizar bomba 2 de manera auto.
18	M_energizar B2 automatico	Bool	%M0.6		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	marca energizar bomba 2 de manera auto.
19	M_parada de emergencia	Bool	%M0.7		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	marca para la parada de emergencia
20	M_sensor de nivel bajo	Bool	%M1.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	marca para el sensor de nivel bajo
21	M_ausencia de flujo B1	Bool	%M1.1		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	marca para la ausencia de flujo de la bom.
22	M_energizar KM1 modo automatico	Bool	%M1.2		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	marca para energizar KM1 en modo auto...
23	M_energizar KM1 modo manual	Bool	%M1.3		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	marca para energizar KM1 en modo manua
24	M_mantenimiento programado B1	Bool	%M1.4		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	marca para el mantenimiento programad..
25	M_sensor ultrasonico	Bool	%M1.5		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	marca sensor ultrasonico

Figura 19. Tabla de Variables estándar parte 1

Fuente. Franklin Tarazona (2018).




















Tabla de variables estándar							
	Nombre	Tipo de datos	Dirección	Rema...	Visibl...	Acces...	Comentario
25	 M_sensor ultrasonico	Bool	%M1.5		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	marca sensor ultrasonico
26	 M_ausencia de flujo B2	Bool	%M1.6		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	marca ausencia de flujo de la bomba 2
27	 M_energizar KM2 modo automatico	Bool	%M1.7		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	marca para energizar KM2 de modo auto...
28	 M_energizar KM2 modo manual	Bool	%M2.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	marca para energizar KM2 de modo manua
29	 M_mantenimiento programado B2	Bool	%M2.1		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	marca mantenimiento programdo de la b..
30	 M_encender B2 sensor ultrasonica	Bool	%M2.2		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	marca para encender la bomba 2 que pos.
31	 M_apagar B2 sensor ultrasonica	Bool	%M2.3		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	marca para apagar la bomba 2 que posee
32	 M_apagar B1 manual	Bool	%M2.4		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	marca para apagar la bomba 1 de manera
33	 M_apagar B2 manual	Bool	%M2.5		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	marca para apagar la bomba 2 de manera
34	 M_LPRT B1	Bool	%M2.6		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	marca LPRT B1
35	 M_LPAF B1	Bool	%M2.7		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	marca LPAF B1
36	 M_LPPE B1	Bool	%M3.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	marca LPPE B1 Y B2
37	 M_LPSNA B1	Bool	%M3.1		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	marca LPSNA B1
38	 M_LPSNB B1	Bool	%M3.2		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	marca LPSNB B1
39	 M_LPMP B1	Bool	%M3.3		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	marca LPMP B1
40	 M_LPB1A	Bool	%M3.4		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	marca LPB1A
41	 M_LPRT B2	Bool	%M3.5		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	marca LPRT B2
42	 M_LPAF B2	Bool	%M3.6		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	marca LPAF B2
43	 M_LPMP B2	Bool	%M3.7		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	marca LPMP B2

Figura 20. Tabla de Variables estándar parte 2

Fuente. Franklin Tarazona (2018).








	Nombre	Tabla de variables	Tipo de datos	Dirección	Rema...	Visibl...	Acces...	Comentario
43	 M_LPMP B2	Tabla de variables e..	Bool	%M3.7		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	marca LPMP B2
44	 M_LPB2A	Tabla de variables e..	Bool	%M4.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	marca LPB2A
45	 M_Bipolar	Tabla de variables e..	Bool	%M4.1		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	marca BIPOLAR
46	 Encender B2 manual	Tabla de variables e..	Bool	%I1.3		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	encender bomba 2 manual
47	 Apagar B2 manual	Tabla de variables e..	Bool	%I1.4		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	apagar bomba 2 manual
48	 KM1 contacto B1	Tabla de variables e..	Bool	%Q0.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
49	 KM2 contacto B2	Tabla de variables e..	Bool	%Q0.1		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
50	 M_reset	Tabla de variables e..	Bool	%M4.2		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	marca para resetear el contador del mante
51	 Valor leído	Tabla de variables e..	Int	%MWO		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	valor leído por el transmisor de nivel
52	 Ret_val	Tabla de variables e..	Word	%MW1		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
53	 Valor convertio	Tabla de variables e..	Real	%MDO		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	valor convertido por la funcion scale
54	 marca prueba	Tabla de variables e..	Bool	%M4.3		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
55	<Agregar>					<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	

Figura 21. Tabla de Variables estándar parte 3

Fuente. Franklin Tarazona (2018).

5.3.2.2. Bloque de organización principal o Main (0B1)

En el segmento 1, Energizar sistema (ver figura 22), se debe energizar el sistema al accionar el contacto energizar (I0.0), el cual cambiara de estado y activara la marca (M0.2), la cual quedara activa hasta que se presione el contacto des-energizar (I0.1). Adicional, también se encuentran la marca energizar (M0.0) y des-energizar (M0.1) las cuales serán utilizadas en la pantalla HMI.

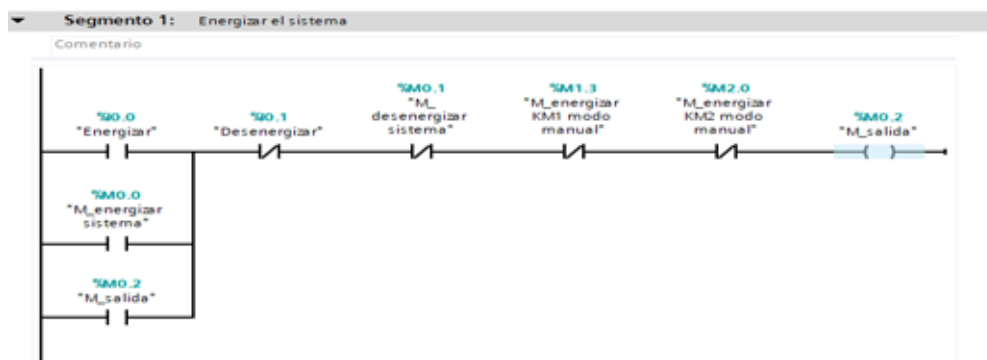


Figura 22. Energizar el sistema

Fuente. Franklin Tarazona (2018).

En el segmento 2, marca salida (ver figura 23), se observa que al estar activa la marca (M0.2), dará paso a que también se activen las marcas (M0.5) y (M0.6), las cuales activaran el sistema en modo automático.

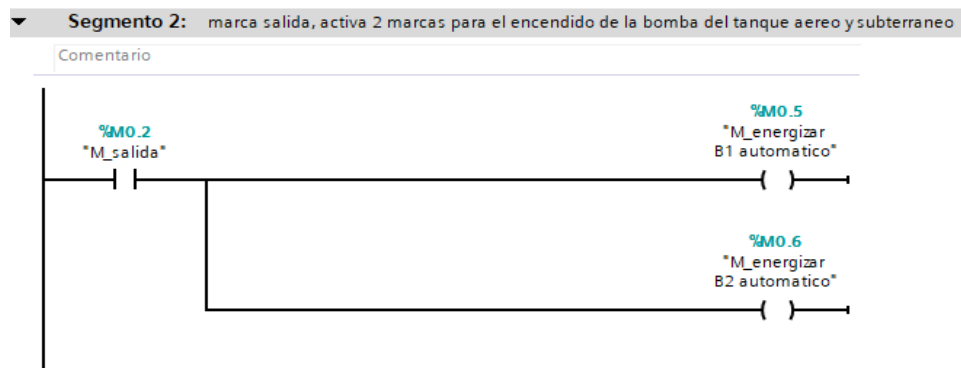


Figura 23. Activación de 2 marcas B1 y B2

Fuente. Franklin Tarazona (2018).

En el segmento 3, arranque y parada en modo automático tanque subterráneo (ver figura 24), se observa el arranque y parada de la bomba B-100 (tanque subterráneo) en modo automático una vez activada la marca energizar (M0.5), al igual que los contactos de: parada de emergencia (I0.2), sensor de nivel bajo (M1.0), ausencia de flujo (M1.1), relé térmico (I0.3) y energizar KM1 (M1.2).

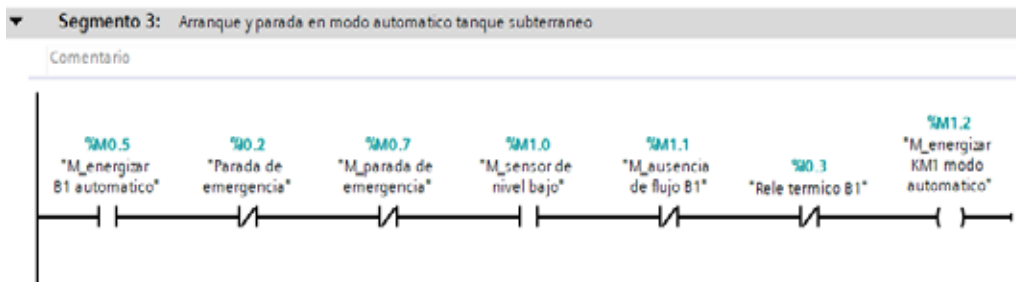


Figura 24. Arranque modo automático B1

Fuente. Franklin Tarazona (2018).

En el segmento 4, sensor de nivel (ver figura 25), se encuentra los sensores de nivel alto (I0.5) o bajo (I0.4), los cuales se encuentran situados en el tanque subterráneo. Los mismo se encargaran de activar o desactivar una marca llamada sensor de nivel bajo (M1.0).

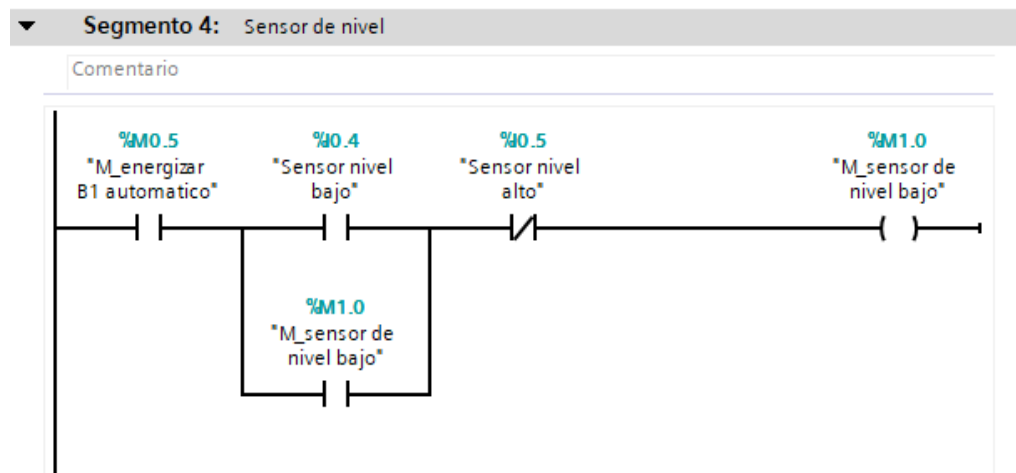


Figura 25. Sensor de nivel

Fuente. Franklin Tarazona (2018).

En el segmento 5, ausencia de flujo (ver figura 26), se encuentra el sensor de flujo (I0.6), el mismo trabajara en conjunto con un temporizador (DB1). Con esto garantizamos de que luego de encender la bomba (B-100 tanque subterráneo) y transcurrido un tiempo determinado en caso de que haya ausencia de flujo, activara una marca llamada ausencia de flujo (M1.1) que será utilizada para apagar la bomba (B-100 tanque subterráneo).

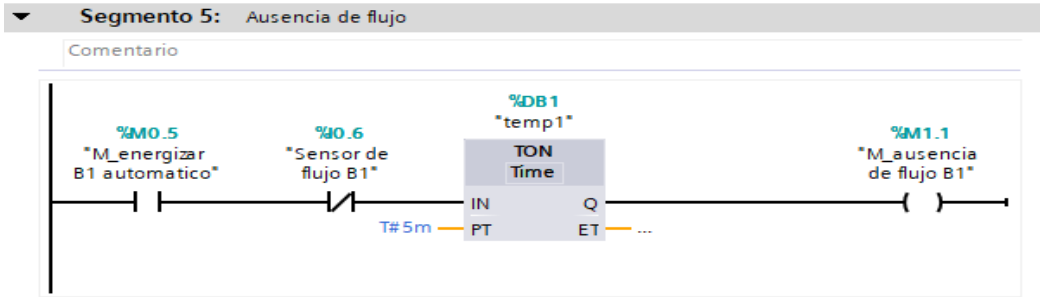


Figura 26. Ausencia de flujo

Fuente. Franklin Tarazona (2018).

En el segmento 6, mantenimiento programado (ver figura 27), se encuentra el mantenimiento programado, cada vez que se active el motor de la bomba (B-100 tanque subterráneo) tanto en manual (M1.3) como en automático (M1.2), el mismo será acumulado con la función CTU (DB2), al realizar la comparación y cumplirse la condición de que el número de encendidos del motor de la bomba es igual al valor preestablecido, la misma activara una marca llamada mantenimiento programado (M1.4).

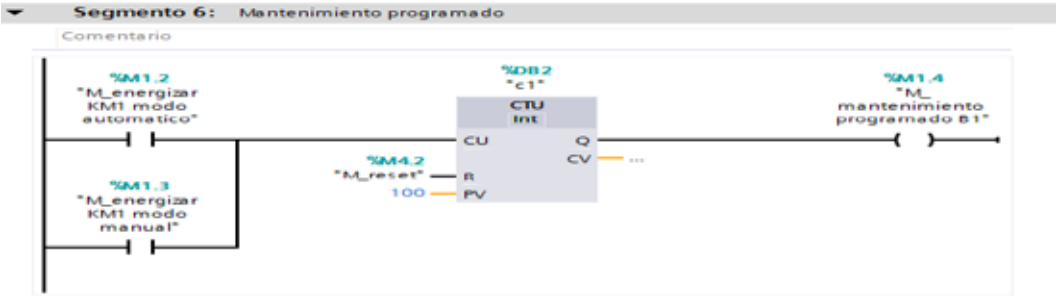


Figura 27. Mantenimiento programado

Fuente. Franklin Tarazona (2018)

En el segmento 7, arranque parada modo manual tanque subterráneo (ver figura 28), se puede encender la bomba (B-100 tanque subterráneo) en modo manual (I0.7), en caso de que se desee realizar alguna prueba, o realizar un estudio para saber el buen funcionamiento de los demás elementos. Adicional, se cuenta con 2 marcas llamada encender B1 (M0.3) y apagar B1 (M2.4). Se debe tener presente que la bomba (B-100 tanque subterráneo) permanecerá encendida, indiferentemente de que el sensor de nivel bajo este activo, o en caso de que el sensor de flujo está activo.

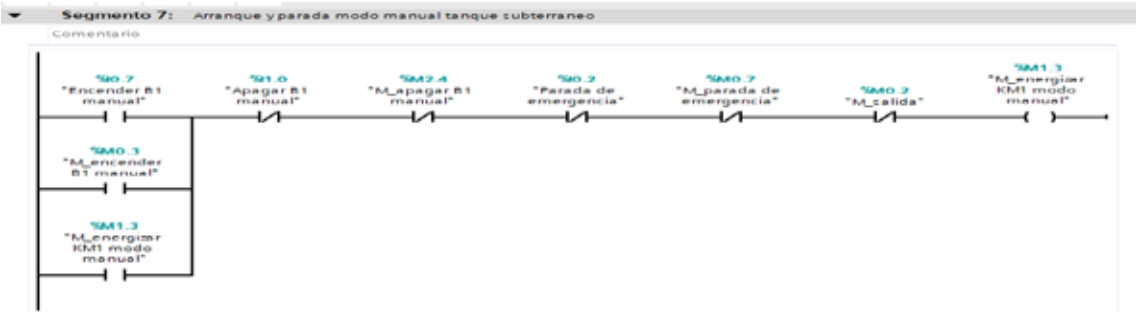


Figura 28. Arranque y parada modo manual B1

Fuente. Franklin Tarazona (2018).

En el segmento 8, encendido de la bomba tanque subterráneo por medio de marcas (ver figura 29), se activa el contacto KM1 de la bomba (B-100 tanque subterráneo), en caso de que la marca (M1.2) en modo automático o (M1.3) en modo manual se haya activado.

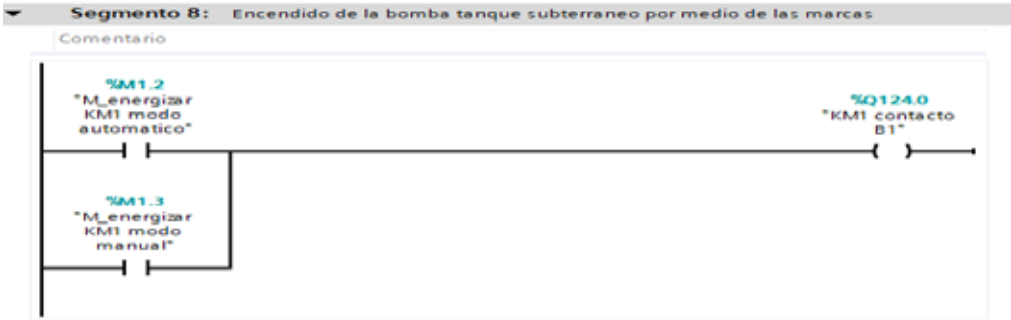


Figura 29. Encendido de B1 por medio de marcas

Fuente. Franklin Tarazona (2018)

En el segmento 9, arranque y parada en modo automático tanque aéreo (ver figura 30), se observa el arranque y parada de la bomba B-200 (tanque aéreo) en modo automático una vez activada la marca energizar (M0.6), al igual que los contactos de: parada de emergencia (I0.2), sensor ultrasónico (M1.5), sensor de nivel bajo (I0.4), ausencia de flujo (M1.6), relé térmico (I1.1) y energizar KM2 (M1.7).

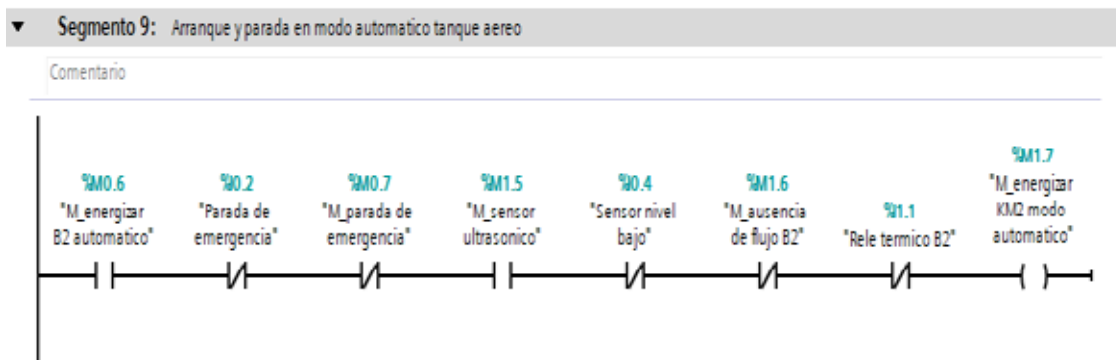


Figura 30. Arranque y parada modo automático B2

Fuente. El Autor (2018).

En el segmento 10, ausencia de flujo bomba 2 (ver figura 31), se encuentra el sensor de flujo (I1.2), el mismo trabajara en conjunto con un temporizador (DB3). Con esto garantizamos de que luego de encender la bomba (B-200 tanque aéreo) y transcurrido un tiempo determinado en caso de que haya ausencia de flujo, activara una marca llamada ausencia de flujo (M1.6) que será utilizada para apagar la bomba (B-200 tanque aéreo).

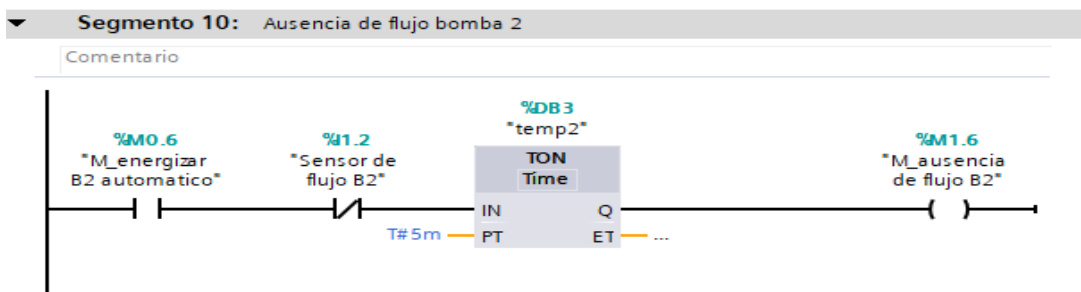


Figura 31. Ausencia de flujo B2

Fuente. Franklin Tarazona (2018).

En el segmento 11, mantenimiento programado bomba 2 (ver figura 32), se encuentra el mantenimiento programado, cada vez que se active el motor de la bomba (B-200 tanque aéreo) tanto en manual (M2.0) como en automático (M1.7), el mismo será acumulado con la función CTU (DB4), al realizar la comparación y cumplirse la condición de que el número de encendidos del motor de la bomba es igual al valor preestablecido, la misma activara una marca llamada mantenimiento programado (M2.1).

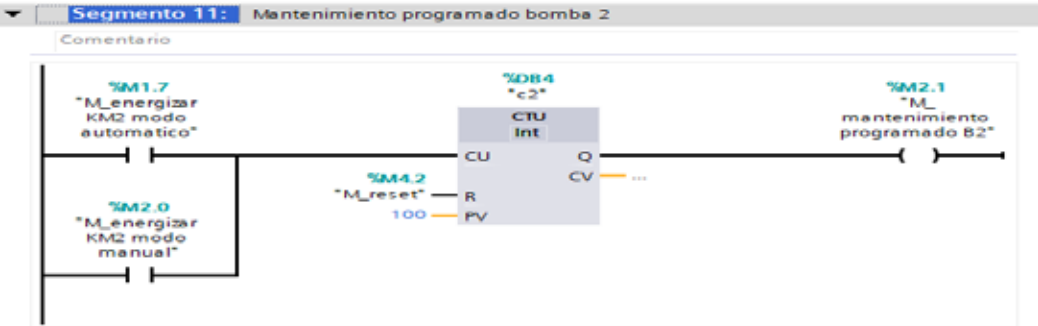


Figura 32. Mantenimiento programado B2

Fuente. Franklin Tarazona (2018).

En el segmento 12, función scale (ver figura 33), se encuentra la función Scale la misma es la que se encarga de recibir el valor que envía el transmisor de nivel, luego representa ese valor y lo sitúa en un rango de 0 a 100, de esta manera suministra un valor que se puede visualizar en la HMI de manera más precisa el nivel del líquido en el tanque.

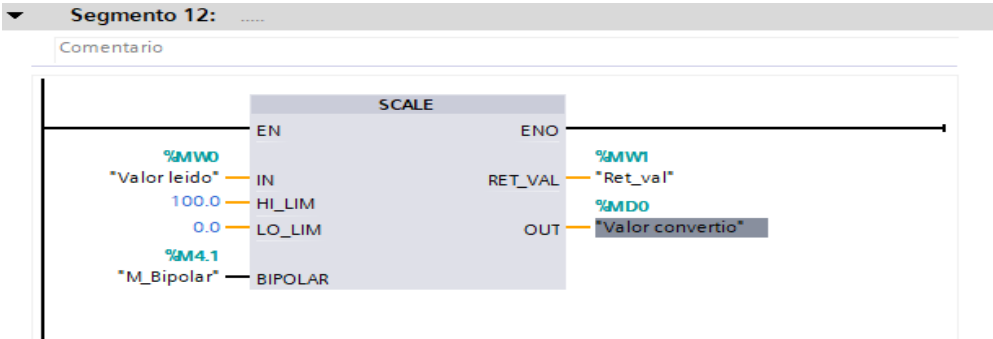


Figura 33. Función scale

Fuente. Franklin Tarazona (2018).

En el segmento 13, encendido de la bomba tanque aéreo cuando se cumpla la condición de nivel bajo (ver figura 34), en este segmento se tiene un comparador (MD0), el mismo al cumplirse la condición activara la marca sensor ultrasónico (M2.2), la cual encenderá la bomba B-200 (tanque aéreo).

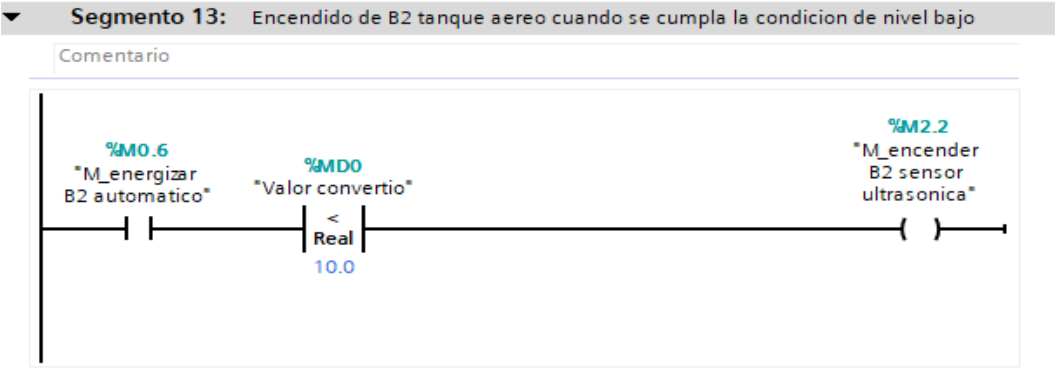


Figura 34. Condición de encendido B2

Fuente. Franklin Tarazona (2018).

En el segmento 14, apagado de la bomba tanque aéreo cuando se cumpla la condición de nivel alto (ver figura 35), es este segmento se tiene un comparador (MD0), el mismo al cumplirse la condición desactivara la marca sensor ultrasónico (M2.3), la cual apagara la bomba B-200 (tanque aéreo).

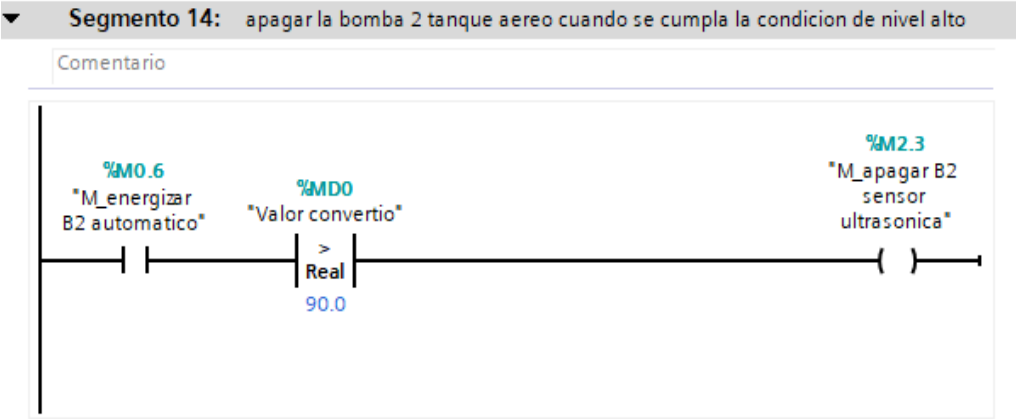


Figura 35. Condición de apagado B2

Fuente. Franklin Tarazona (2018).

En el segmento 15, activación de la marca del sensor ultrasónico (ver figura 36), se tiene las 2 marcas de las condiciones de los segmentos anteriores (M2.2) y (M2.3), lo cual permitirán activar o desactivar la marca sensor ultrasónico (M 1.5).

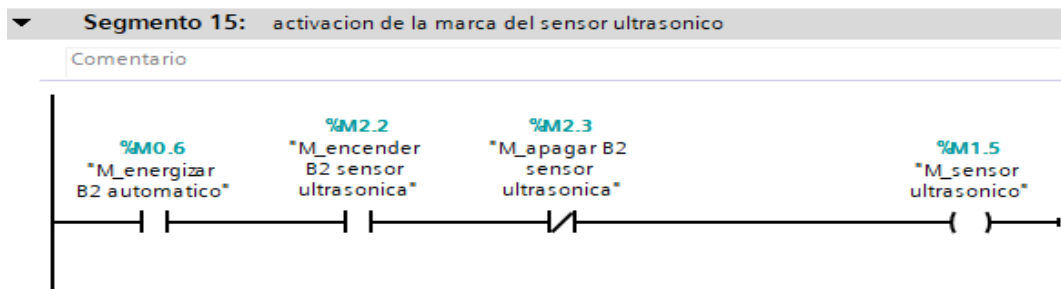


Figura 36. Activación marca sensor ultrasónico

Fuente. Franklin Tarazona (2018)

En el segmento 16, arranque y parada modo manual tanque aéreo (ver figura 37), se puede encender la bomba (B-200 tanque aéreo) en modo manual (I1.3), en caso de que se desee realizar alguna prueba, o realizar un estudio para saber el buen funcionamiento de los demás elementos. Adicional, se cuenta con 2 marcas llamada encender B2 (M0.4) y apagar B2 (M2.5). Se debe tener presente que la bomba (B-200 tanque aéreo) permanecerá encendida, indiferentemente de que el sensor de nivel bajo este activo, o en caso de que el sensor de flujo está activo.

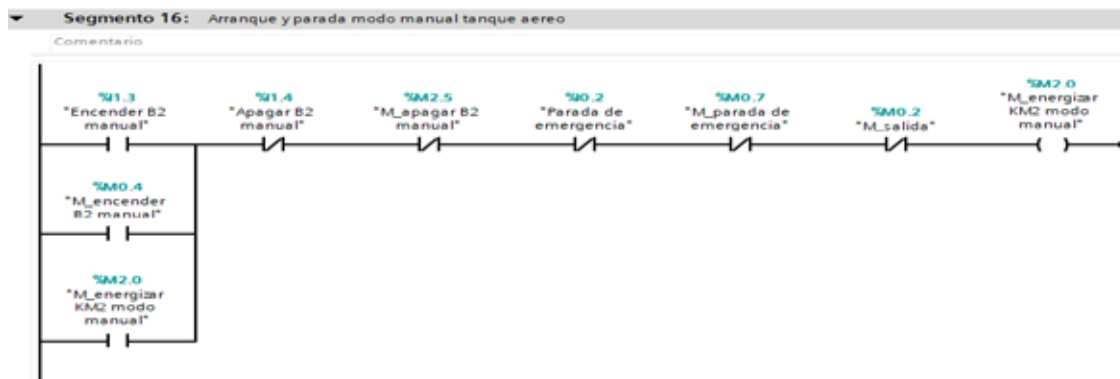


Figura 37. Arranque y parada modo manual B2

Fuente. Franklin Tarazona (2018)

En el segmento 17, encendido de la bomba tanque aéreo por medio de las marcas (ver figura 38), se puede activar el contacto KM2 (Q0.1) de la bomba B-200 (tanque aéreo), en caso de que la marca en modo automático (M1.7) o en modo manual (M2.0) se haya activado.

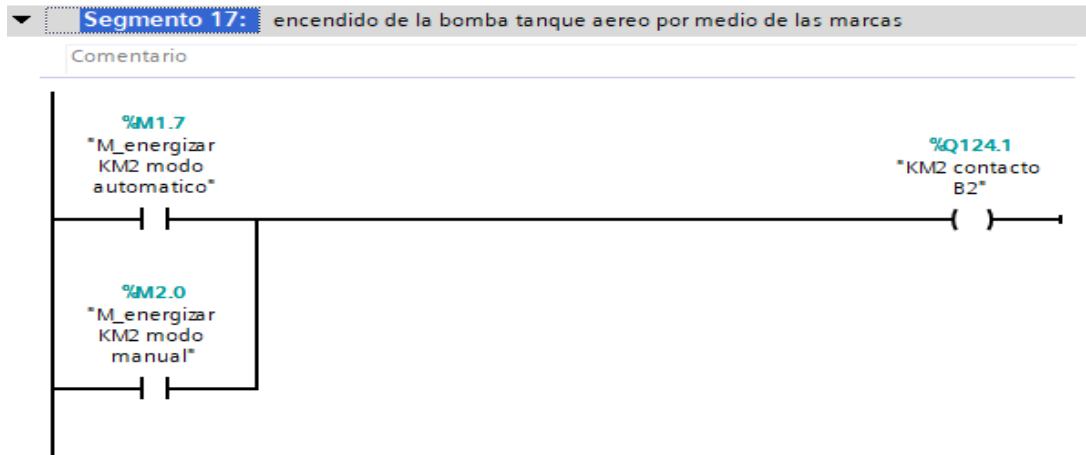


Figura 38. Encendido de B2 por medio de marcas

Fuente. Franklin Tarazona (2018).

En el segmento 18, luz piloto relé térmico bomba 1 (ver figura 39), se tiene el contacto del relé térmico (I0.3), en caso de que se active, activara la marca (M2.6) y emitirá una alerta visual en la pantalla HMI.

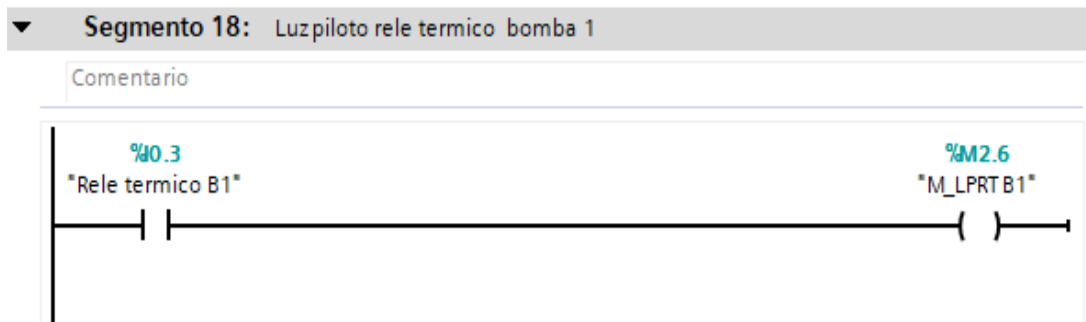


Figura 39. Luz piloto rele térmico B1

Fuente. Franklin Tarazona (2018).

En el segmento 19, luz piloto ausencia de flujo bomba 1 (ver figura 40), se tiene el contacto del ausencia de flujo (M1.1), en caso de que se active, activara la marca (M2.7) y emitirá una alerta visual en la pantalla HMI.

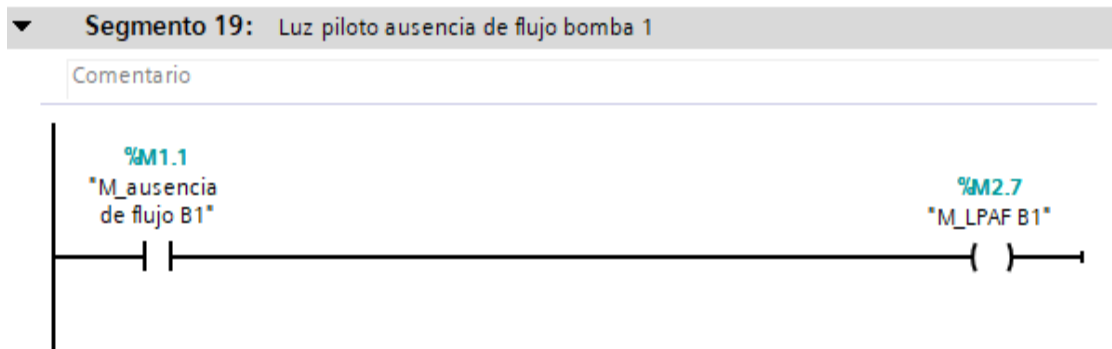


Figura 40. Luz piloto ausencia de flujo B1

Fuente. Franklin Tarazona (2018).

En el segmento 20, luz piloto parada de emergencia bomba 1 y 2 (ver figura 41), se tiene el contacto del parada de emergencia (I0.2) y (M0.7), en caso de que se active, activara la marca (M3.0) y emitirá una alerta visual en la pantalla HMI.

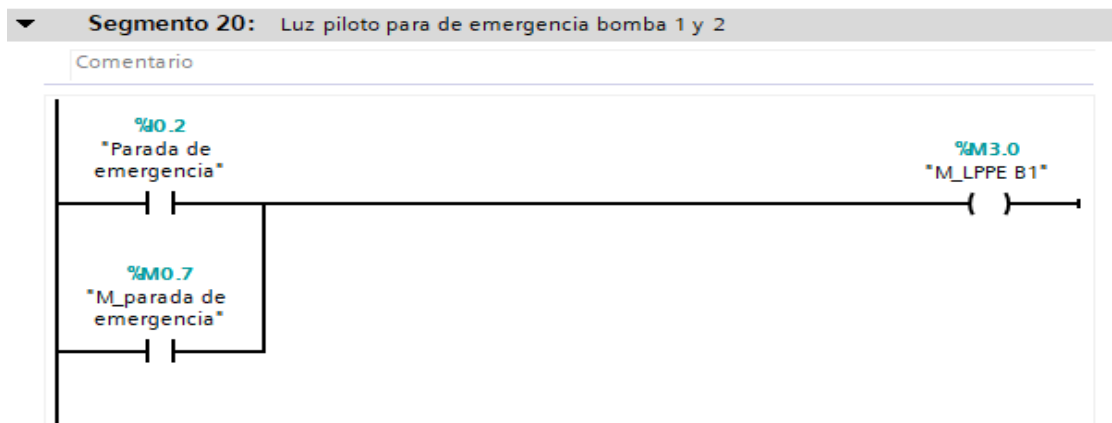


Figura 41. Luz piloto parada de emergencia

Fuente. Franklin Tarazona (2018)

En el segmento 21, luz piloto sensor de nivel alto (ver figura 42), se tiene el contacto del sensor de nivel alto (I0.5), en caso de que se active, activara la marca (M3.1) y emitirá una alerta visual en la pantalla HMI.

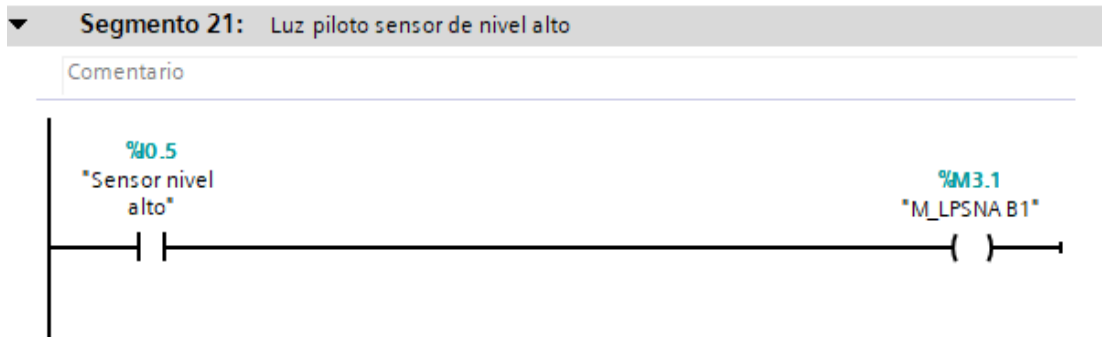


Figura 42. Luz piloto sensor de nivel alto

Fuente. Franklin Tarazona (2018).

En el segmento 22, luz piloto sensor de nivel bajo (ver figura 43), se tiene el contacto del sensor de nivel bajo (I0.4), en caso de que se active, activara la marca (M3.2) y emitirá una alerta visual en la pantalla HMI.

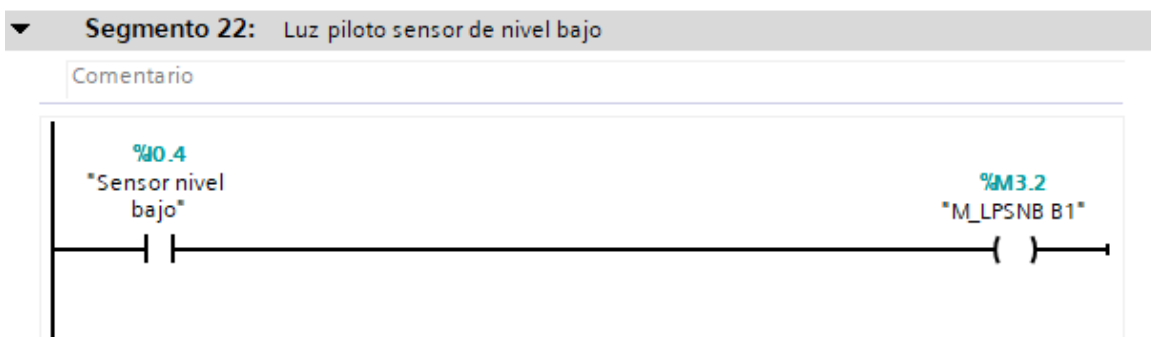


Figura 43. Luz piloto sensor de nivel bajo

Fuente. Franklin Tarazona (2018).

En el segmento 23, luz piloto mantenimiento programado bomba 1 (ver figura 44), se tiene la marca del mantenimiento programado (M1.4), en caso de que se active, activara la marca (M3.3) y emitirá una alerta visual en la pantalla HMI.

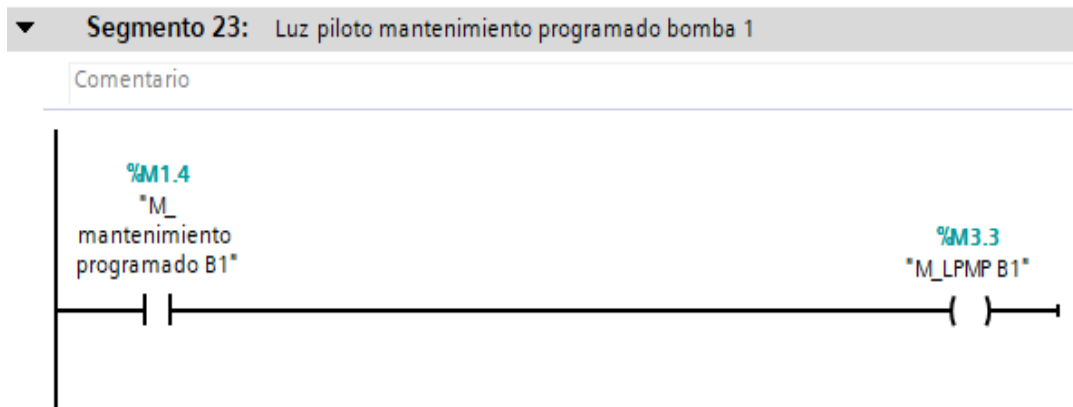


Figura 44. Luz piloto Mantenimiento programado

Fuente. Franklin Tarazona (2018).

En el segmento 24, luz piloto bomba 1 activa (ver figura 45), se tiene el contacto KM1 (Q0.0), en caso de que se active, activara la marca (M3.4) y emitirá una alerta visual en la pantalla HMI.

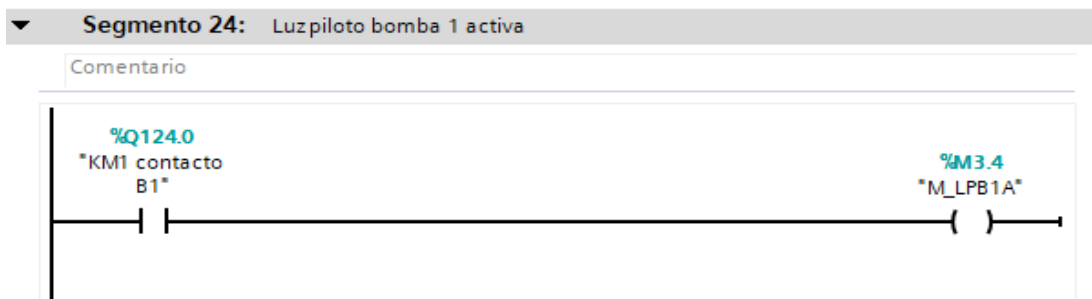


Figura 45. Luz piloto B1 activa

Fuente. Franklin Tarazona (2018).

En el segmento 25, luz piloto relé térmico bomba 2 (ver figura 46), se tiene el contacto del relé térmico (I1.1), en caso de que se active, activara la marca (M3.5) y emitirá una alerta visual en la pantalla HMI

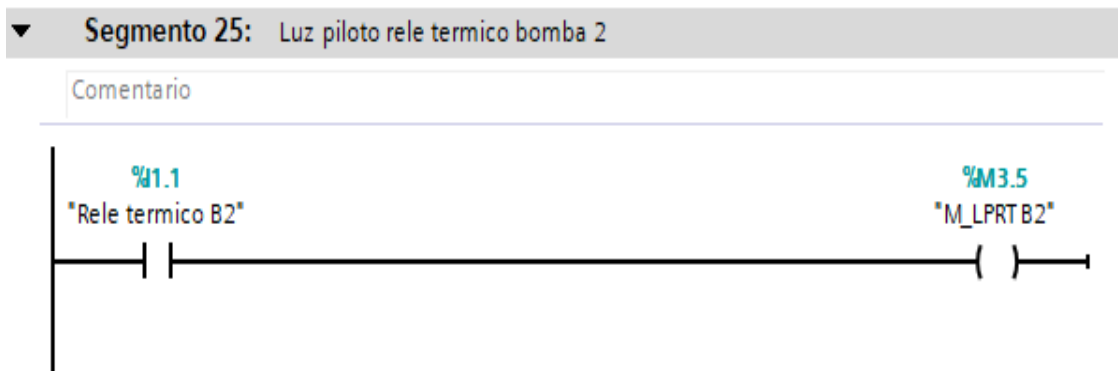


Figura 46. Luz piloto B2 activa

Fuente. Franklin Tarazona (2018).

En el segmento 26, luz piloto ausencia de flujo bomba 2 (ver figura 45), se tiene el contacto de ausencia de flujo (M1.6), en caso de que se active, activara la marca (M3.6) y emitirá una alerta visual en la pantalla HMI.

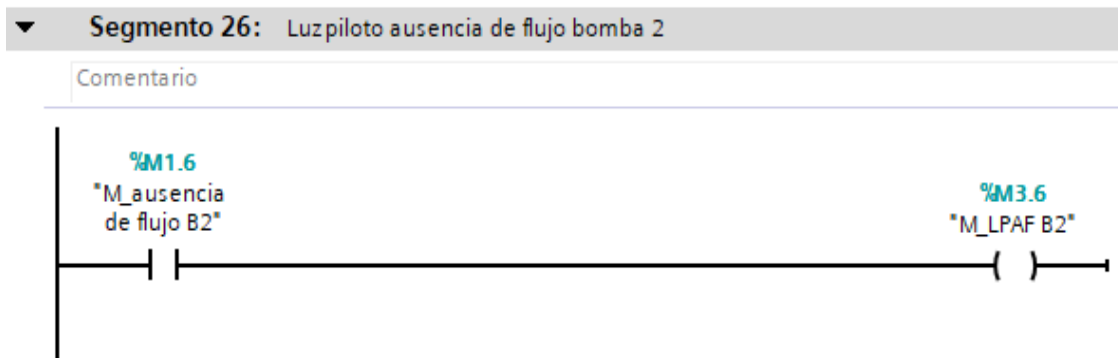


Figura 47. Luz piloto ausencia de flujo B2

Fuente. Franklin Tarazona (2018).

En el segmento 27, luz piloto mantenimiento programado bomba 2 (ver figura 48), se tiene la marca del mantenimiento programado (M2.1), en caso de que se active, activara la marca (M3.7) y emitirá una alerta visual en la pantalla HMI.

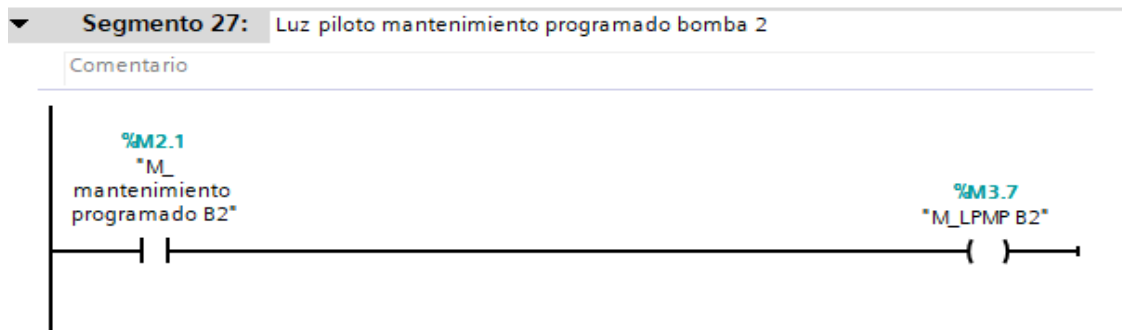


Figura 48. Luz piloto mantenimiento programado B2

Fuente. Franklin Tarazona (2018).

En el segmento 28, luz piloto bomba 2 activa (ver figura 28), se tiene el contacto de KM2 (Q0.1), en caso de que se active, activara la marca (M4.0) y emitirá una alerta visual en la pantalla HMI.

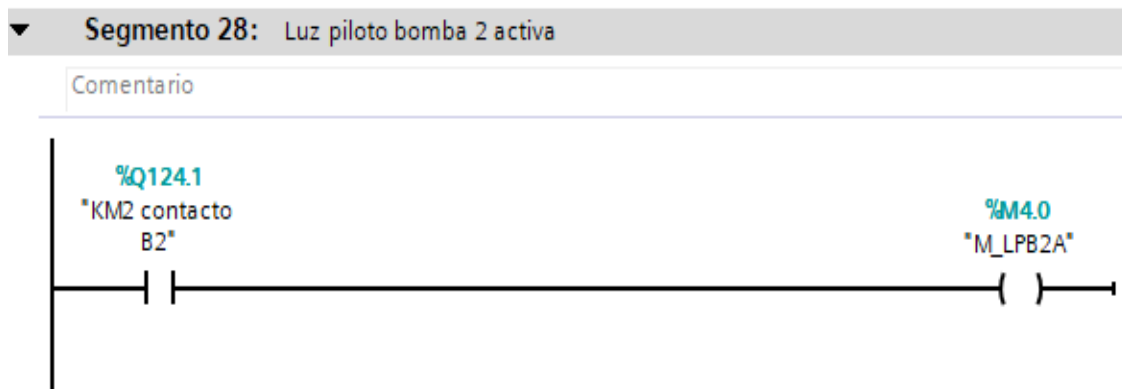


Figura 49. Luz piloto B2 activa

Fuente. Franklin Tarazona (2018).

5.3.3. Interfaz HMI

La interfaz HMI se dio bajo los estándares de la norma ISA 101 HMI, con la finalidad de mejorar las habilidades del usuario para detectar, diagnosticar y responder adecuadamente a las situaciones anormales de forma sencilla, agradable a la vista e intuitiva, proporcionando al usuario mayor información sobre el proceso, alarmas, datos, gráficos, entre otros. Adicionalmente, se añadió niveles de seguridad que ayuda al departamento de mantenimiento de la empresa a la correcta manipulación del proceso puesto que se encuentra personal especial y calificado para la operación de ciertos elementos.

En la pantalla principal (ver figura 50), se observa 3 teclas, una es la tecla que se encuentra en la parte superior izquierda que permite entrar en modo automatico, en esta ambas bombas tanto la B-100 como la B-200 van a trabajar de manera automatico, la segunda tecla es la que se encuentra en la parte superior derecha, en esta se entra en modo manual y se debe encender o apagar las bombas del mismo modo, tanto la B-100 como la B-200, La tercera tecla se encuentra en la parte inferior y su función es salir del sistema.

Figura 50. Panel Principal de la Interfaz HMI

Fuente. Franklin Tarazona (2018)

En pantalla alarmas de proceso modo manual (ver figura 51), se observan las alarmas tanto de la bomba (B-100 tanque subterráneo) como de la bomba (B-200 tanque aéreo), en la misma se encuentran las luces pilotos del rele termico, sensores de nivel, sensores de ausencia de flujo, mantenimiento programado y bomba funcionando, con ello se puede realizar pruebas de manera manual para ver como esta funcionando el sistema en caso de fallas. Tambien se dispone de una tecla para encender el sistema y otra para apagar el sistema tanto para la bomba (B-100 tanque subterráneo) como para la bomba (B-200 tanque aéreo), tambien se dispone de una parada de emergencia. Por otro lado, en la parte inferior se dispone de 2 teclas: una se encuentra del lado izquierdo que permite ir a la pantalla del proceso, y la otra se encuentra del lado derecho con la funcion de ir al panel principal (inicio).

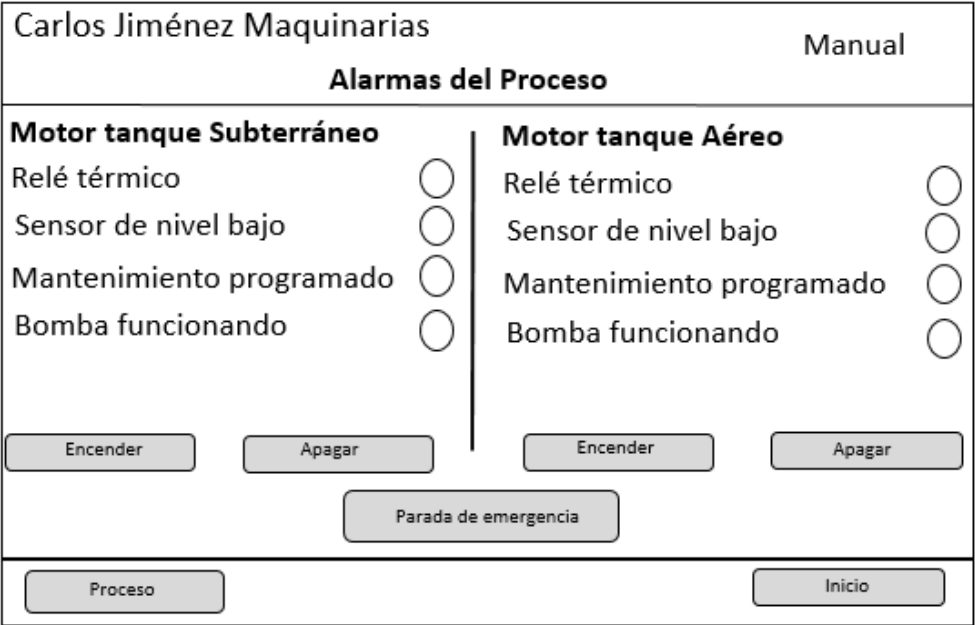


Figura 51. Alarmas del proceso modo manual

Fuente. El Autor (2018)

En la pantalla grafica del proceso (ver figura 52), se observa el proceso y se evidencia 2 tanques uno se encuentra en la parte inferior izquierda (tanque subterráneo), donde hay 2 sensores, que indicaran cuando el nivel del liquido esta en alto o en bajo, mientras que en el tanque aéreo que se encuentra en la parte superior derecha, se puede observar el nivel del liquido de manera mas detallada puesto que en el hay un transmisor de nivel, dependiendo de la posicion del liquido el transmisor de nivel mandara pequeñas señales de corriente de 4 a 20 mA al PLC. Adicionalmente, se puede denotar el funcionamiento de las bombas debido a que estas cambian a color verde. Tambien se dispone de 2 teclas en la parte inferior, una se encuentra del lado izquierdo que permite regresar al panel de alarmas, y la otra se encuentra del lado derecho con la funcion de ir al panel principal (inicio).

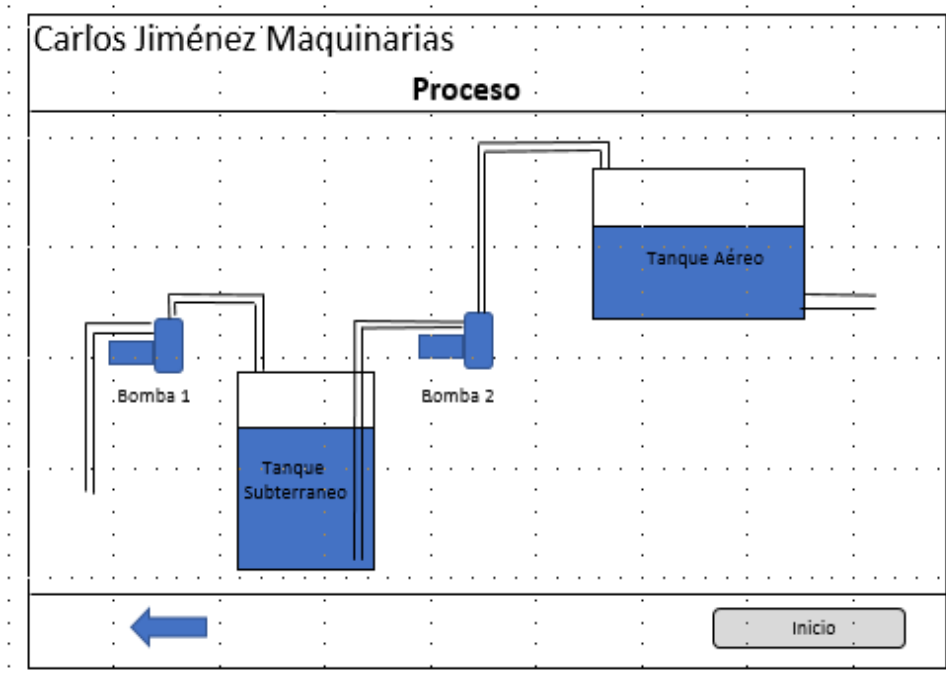


Figura 52. Graficas del Proceso

Fuente. Franklin Tarazona (2018).

En la pantalla alarmas del proceso modo automatico (ver figura 53), se observan las alarmas tanto de la bomba (B-100 tanque subterraneo) como de la bomba (B-200 tanque aereo), en la misma se encuentran las luces pilotos del rele termico, sensores de nivel, sensores de ausencia de flujo, mantenimiento programado y bomba funcionando. con lo descrito, se puede visualizar y tener mejor control del proceso en modo automatico, ademas, se dispone de una tecla para encender el sistema, otra para apagar el sistema y una de parada de emergencia. Por otro lado, en la parte inferior se dispone de 2 teclas: una se encuentra del lado izquierdo que permite ir a la pantalla del proceso, y la otra se encuentra del lado derecho con la funcion de ir al panel principal (inicio).

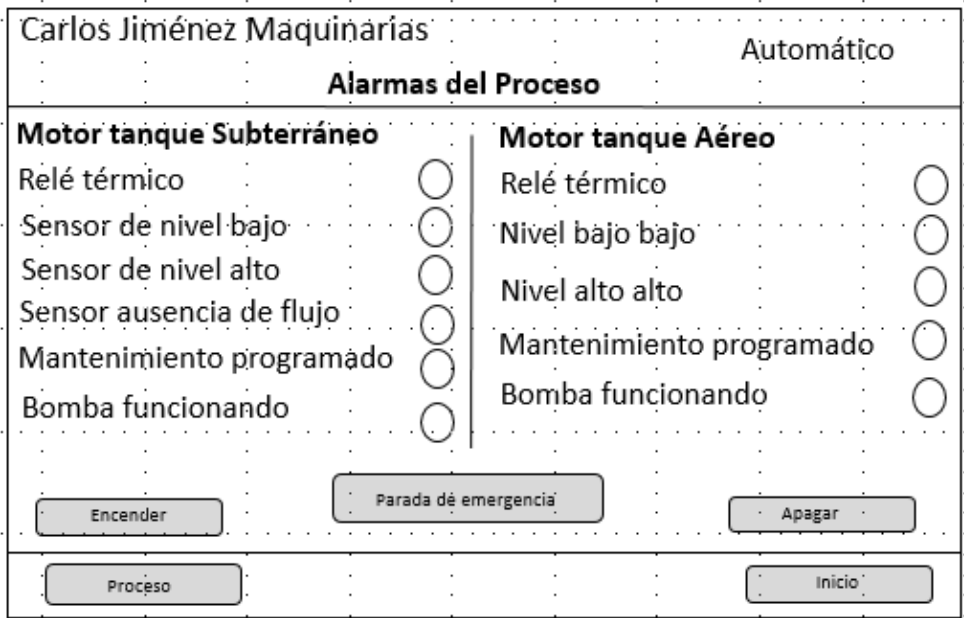


Figura 53. Panel de alarmas modo automático

Fuente. Franklin Tarazona (2018).

Fase IV. Determinación de la factibilidad y viabilidad del proyecto propuesto sobre el sistema automatizado.

En base a los datos obtenidos a lo largo del presente trabajo, se contó con la disponibilidad por parte de la empresa de los elementos de Hardware utilizados como el PLC y la pantalla HMI, esto supone que los gastos en adquisición de nuevos productos de este tipo se reducen en gran manera, ya que estos elementos presentes son considerados de gran valor económico en contraparte al costo del transmisor de nivel Siemens sitrans probe LU el cual es considerado bajo, de fácil instalación y cumple con lo requerido, teniendo un costo unitario aproximado de 150 \$.

Así pues, se cuenta con la mano de obra especializada y los materiales necesarios para su instalación con un costo de 300 \$, este presupuesto está basado en el mercado actual para el mes de Diciembre del 2018, a fin de mejorar el proceso de suministro de agua mediante un sistema automatizado en la empresa Carlos Jiménez Maquinarias.

Los dispositivos seleccionados se basan en los requerimientos y normativas de la empresa, teniendo en cuenta la confiabilidad, resistencia a procesos industriales, adaptabilidad y compatibilidad con el medio.

CONCLUSION

Mediante este trabajo se pudo llevar a cabo la propuesta para mejorar el proceso de distribución de agua mediante un sistema automatizado en Carlos Jiménez y Maquinarias C.A. con finalidad de mantener sus instalaciones en total y correcto funcionamiento. El desarrollo del sistema automatizado hace uso de dispositivos de hardware como PLC y pantalla HMI, así como también mejores dispositivos para el correcto manejo y control de motores.

A lo largo de dicha investigación se recopiló la información necesaria para solventar la problemática de la empresa, evaluando la disponibilidad de dispositivos electrónicos y diseñando su sistema automatizado respectivo, permitiendo solucionar de la mejor forma posible los diversos inconvenientes que dicha empresa tiene en cuanto al proceso a tratar. El sistema propuesto permitió al personal encargado el monitoreo, control e indicación de variables de proceso, como también fallas, alarmas, entre otros, dando facilidad de uso al operador mediante la intuitiva interfaz HMI, además de la gran adaptabilidad con el medio que posee dicho sistema.

En cuanto a los objetivos originalmente planteados en esta investigación, se puede concluir que fueron cabalmente cumplidos ya que al final de esta investigación se recopiló la información necesaria para la implementación de esta propuesta. Ahora bien, esta propuesta se puede mejorar, el investigador ha concluido que sería beneficioso el implementar un sensor de nivel alto alto, en cada uno de los tanques para redundar. De esta manera habría más seguridad y confiabilidad, también se considera beneficioso agregar una termo-cupla en cada bomba, específicamente en la parte del impulsor para censar la temperatura de cada impulsor lo cual permitirá una mayor protección de las motobombas y garantizara la eficiencia de los mismos.

RECOMENDACIONES

- Realizar el análisis respectivo sobre el sistema de control a utilizar para obtener los parámetros respectivos para el perfecto funcionamiento del sistema.
- Crear un plan de adiestramiento a los trabajadores de dicha empresa, con la finalidad de conocer y manipular de forma correcta el sistema automatizado propuesto.

REFERENCIAS

Impresas

Arias, Fidas (2006). **El Proyecto de Investigación, introducción a la metodología científica (6ta edición)**. Caracas, Venezuela. Editorial Episteme.

Cruz, Maria (2015). **Automatización de un proceso industrial mediante autómatas** Trabajo de grado de la Universidad Politécnica Valencia, Valencia, España.

Creus, Antonio (2005). **Instrumentación Industrial (8va edición)**. México, DF, México. Editorial MARCOMBO.

Palela, Santa y Martins, Feliberto (2010). **Metodología de la Investigación Cuantitativa (3ra edición)**. Caracas, Venezuela. Editorial FEDUPEL.

Rodriguez, Eduardo (2017). **Propuesta de mejoras del control para el sistema del suministro de agua cruda de la planta termoeléctrica el palito** Trabajo de grado de la Universidad Jose Antonio Paez, Valencia, Venezuela.

Electrónicas

Recursos educación (2014). **Sistema de control**, Extraído el 10 Julio de 2018 desde http://recursostic.educacion.es/secundaria/edad/4esotecnologia/quicena11/4quincena11_contenido_2a.htm

Torres, S. (2015). **El abc de la automatización**. Extraído el 7 Julio de 2018 desde <https://http://www.aie.cl/files/file/comites/ca/abc/sensores-de-flujo.pdf>

Wekker, J. (2015). **Sistema de bombeo característica y dimensionamiento**. Charla dictada en la UCAB. Extraído el 5 de Julio de 2018 desde http://aducarte.weebly.com/uploads/5/1/2/5127290/sistema_hidroneumatico.pdf