



**PROPUESTA PARA MEJORA DEL
PROCESO DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA
MEDIANTE LA IMPLEMENTACION DE UN
SISTEMA AUTOMATIZADO PARA LA
EMPRESA COLGATE-PALMOLIVE
COMPANY**



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

**PROPUESTA PARA MEJORA DEL PROCESO
DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA MEDIANTE LA
IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA
AUTOMATIZADO PARA LA EMPRESA
COLGATE-PALMOLIVE COMPANY**

EMPRESA: COLGATE-PALMOLIVE COMPANY

AUTOR: IVÁN FRANCO

C.I. 21.035.118

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 PARA MEJORA DEL PROCESO DE DISTRIBUCIÓN
DE AGUA MEDIANTE LA IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA
AUTOMATIZADO PARA LA EMPRESA COLGATE-PALMOLIVE
COMPANY

CONSTANCIA DE ACEPTACIÓN

Tutor académico, Ing. Antonio Rodríguez C.I.: 14.923.464

 **COLGATE-PALMOLIVE C.A.**
RIF.: J-00007125-0
AUTORIZADO POR:
Carmen Mendoza

Tutor empresarial, Ing. Carmen Mendoza C.I.: 7.160.769

AUTOR: IVÁN FRANCO
C.I. 21.035.118

San Diego, Julio del 2018

DEDICATORIA

Este trabajo se lo dedico principalmente a Dios, quien me ha dado todo lo necesario para lograr este objetivo, para seguir adelante en todo momento a pesar de las circunstancias. Y a mis padres, lo más importante en mi vida quienes me han apoyado en todo momento, me han aconsejado y dado fuerzas cada vez que las necesito, para así lograr todos los objetivos que me propongo en la vida.

AGRADECIMIENTO

A mi familia los cuales son Mi papá, mi Mamá, mis abuelas, Claudia, Fabian, Valery, Sohara, los cuales fueron de gran apoyo incondicional en mi vida y en mi carrera, lo cual fue necesaria para culminar mi carrera universitaria.

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

A los profesores de la Universidad José Antonio Páez, por instruirme y brindarme sus conocimientos ayudándome a ser el profesional que soy hoy en día.

A la escuela de Ingeniería Electrónica por permitirme desarrollar este trabajo. Al director de escuela de Ingeniería Electrónica, por ayudarme en todo este proceso a lo largo del último semestre.

A mis compañeros de estudio y futuros colegas como lo son Franklin, Carlos, Víctor, Sthefany, Augusto, y todos los demás que me acompañaron en la trayectoria de esta carrera.

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	PP.
ÍNDICE DE CUADROS.....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ix, x
INTRODUCCIÓN.....	1,2
CAPÍTULO	
I LA EMPRESA	
1.1. Descripción de la empresa.....	3
1.2. Reseña histórica.....	4
1.3. Misión de la empresa.....	4
1.4. Visión de la empresa.....	4
1.5. Políticas de la empresa.....	5
1.6. Valores de la empresa.....	5,6
1.7. Estructura organizativa.....	6
II EL PROBLEMA	
2.1. Planteamiento del problema.....	8-10
2.2. Formulación del Problema.....	10
2.3. Objetivos de la investigación.....	10
2.3.1. Objetivo general.....	10
2.3.2. Objetivos específicos.....	11
2.4. Justificación de la investigación.....	11
2.5. Alcance.....	12
2.6. Limitaciones.....	12

III	MARCO TEÓRICO	
3.1.	Antecedentes de la investigación.....	13-15
3.2.	Bases teóricas.....	15,16
IV	MARCO METODOLOGICO	
4.1.	Tipo de investigación.....	17
4.2.	Diseño de la investigación.....	18
4.3.	Nivel de la investigación.....	18
4.4.	Fases de la investigación.....	19,20
V	RESULTADOS	
5.1.	Recopilación de la información necesaria	21-30
5.2.	Evaluación de los elementos de software y hardware	
5.2.1.	PLC.....	30-32
5.2.2.	HMI.....	33,34
5.2.3.	Variador de Frecuencia.....	34-37
5.2.4.	Selección del Software.....	37,38
5.3.	Diseño de un modelo del sistema automatizado	
5.3.1.	Configuración de Dispositivos	
5.3.1.1.	PLC.....	39-41
5.3.1.2.	HMI.....	41,42
5.3.1.3.	Variador de Frecuencia.....	42-44
5.3.2.	Conexiones de Dispositivos.....	44,45
5.3.3.	Programación.....	45,46
5.3.3.1.	Bloques de Programa.....	46-50
5.3.3.2.	Tabla de Variables del PLC.....	50-52
5.3.3.3.	Datos PLC (UDT).....	52,53
5.3.3.4.	Bloques de Organización principal o Main OB1.....	54-62
5.3.3.5.	Bloque Cíclico OB 35.....	62-67
5.3.4.	Interfaz HMI.....	68
5.4.	Determinación de factibilidad y viabilidad	69
	CONCLUSION	70
	RECOMENDACIONES	71
	REFERENCIAS	
	Impresas.....	24
	Electrónicas.....	24

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO	CONTENIDO	PP.
1	Leyenda del Circuito de Potencia.....	30
2	Elementos del PLC.....	30,31
3	Datos Pantalla HMI TP900 Comfort.....	33
4	Datos Variador Micromaster 420.....	35
5	Características principales, prestaciones y características de protección del variador Micromaster 420.....	35-37

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA	CONTENIDO	PP
1	Organigrama general de la empresa COLGATE-PALMOLIVE company.....	7
2	Sensor de presión danfoss MBS 3000.....	23
3	Parte 1 Especificaciones técnicas sensor de presión danfoss MBS 3000.....	24
4	Parte 2 Especificaciones técnicas sensor de presión danfoss MBS 3000.....	25
5	Manómetro BOMBAGUA.....	26
6	Ubicación de lavajos y duchas de seguridad.....	27
7	Circuito de potencia actual.....	28
8	Circuito de Control actual.....	29
9	CPU 313C-2 DP Siemens.....	31
10	PS 307 5A.....	32
11	Módulo AI4/AO 4x14/12BIT.....	32
12	Pantalla HMI TP900 Comfort.....	34
13	Variador de Frecuencia Micromaster 420.....	35
14	Pantalla de inicio TIA Portal.....	38
15	Configuración del controlador.....	39
16	Configuración del entradas y salidas del CPU 313C-2 DP.....	40
17	Configuración del entradas y salidas del Módulo AI4/AO 4x14/12BIT.....	40
18	Dirección MPI del PLC.....	41
19	Configuración de dispositivos HMI.....	41
20	Dirección MPI de la HMI.....	42
21	Configuración de dispositivos Variador 1.....	42
22	Dirección Profibus Variador 1.....	43
23	Configuración de dispositivos Variador 2.....	43
24	Dirección Profibus Variador 1.....	44
25	Conexión MPI y Profibus.....	45
26	Bloques de Programa.....	46
27	Bloque de datos – Activación de variador (DB13).....	47
28	Bloque de datos – Administración de entradas (DB5).....	47
29	Bloque de datos – Alternado de bombas (DB9).....	47
30	Bloque de datos – Datos Automático (DB11).....	48
31	Bloque de datos – Datos Control PID (DB8).....	48

32	Bloque de datos – Datos Manual (DB10).....	48
33	Bloque de datos – Datos Motor (DB2).....	49
34	Bloque de datos – Lectura del Variador (DB12).....	49
35	Bloque de datos – Parámetros Variadores (DB14).....	49
36	Bloque de datos – Temporizadores (DB6).....	50
37	Bloque de datos – Usuarios (DB1).....	50
38	Tabla de Variables estándar parte 1.....	50
39	Tabla de Variables estándar parte 2.....	51
40	Tabla de Variables estándar parte 3.....	51
41	Tabla de Variables estándar parte 4.....	52
42	Datos UDT.....	52
43	Datos UDT - Variable entrada.....	52
44	Datos UDT - Variable parámetros.....	53
45	Datos UDT - Variable salida.....	53
46	Datos UDT - Variable temporizador.....	53
47	Enclavamiento del sistema.....	54
48	Modo manual activo.....	54
49	Modo automático activo.....	55
50	Activación del motor 1 en modo manual.....	55
51	Activación del motor 2 en modo manual.....	55
52	Indicador de velocidad del motor 1 en modo manual.....	56
53	Indicador de velocidad del motor 2 en modo manual.....	56
54	Reinicio de los indicadores de velocidad en modo manual.....	56
55	Activación del variador 420.....	57
56	Activación del variador universal.....	57
57	Activación del control PID.....	57
58	Escalado de la señal de nivel.....	58
59	Alarma límite del nivel del tanque.....	58
60	Escalamiento del sensor de flujo.....	59
61	Escalamiento del sensor de presión.....	59
62	Mantenimiento preventivo.....	60
63	Mantenimiento correctivo motor 1.....	61
64	Mantenimiento correctivo motor 2.....	61
65	Encendido de motores en modo automático.....	62
66	Bloque Control de Presión PI – parte 1.....	63
67	Bloque Control de Presión PI – parte 2.....	64
68	Temporizador 1 en modo manual para mantenimiento preventivo.....	65
69	Temporizador 2 en modo manual para mantenimiento preventivo.....	65

70	Temporizador 1 para alternado de las bombas en modo automático.....	66
71	Temporizador 2 para alternado de las bombas en modo automático.....	67
72	Panel Principal de la Interfaz HMI.....	68

INTRODUCCIÓN

El proceso de distribución 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, que son los lava-ojos y 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 de 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.

Sin embargo, 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, este tipo de accidentes causados por la manipulación y transporte inadecuado de elementos químicos presentes en la planta de una empresa, o para el caso a estudiar posteriormente, en el centro nacional de servicio al cliente (CNSC, de sus siglas).

De tal forma, se deben conocer todas las características y procedimientos que conlleva la distribución de agua, en especial mediante el uso de presión constante así pues se garantiza la presencia del líquido en cualquier punto de suministro alrededor de la empresa.

El objetivo de este proyecto está relacionado con la distribución, 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 estas.

Este trabajo está estructurado de la siguiente manera:

El capítulo I. En el cual se realiza una breve descripción sobre la empresa, su historia, 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 presenta los recursos necesarios para la ejecución de las fases planteadas en el capítulo IV. Y finalmente se incluyen referencias bibliográficas que dan soporte a la presente investigación.

CAPÍTULO I

LA EMPRESA

1.1. Descripción de la empresa

Colgate-Palmolive, cuenta con sedes en las ciudades de Caracas donde se encuentran sus oficinas principales y Valencia, donde cuenta con 5 plantas enfocadas: crema dental, detergente, líquidos, jabones y plástico, además del Centro Nacional de Distribución. Está dedicada a la fabricación de productos de primera necesidad tanto de Higiene bucal, Higiene personal como de limpieza en del hogar, entre otros, así mismo se encarga de la comercialización y distribución de estos productos, tales como, cremas dentales, cepillos, enjuagues bucales, detergentes líquidos, suavizantes, detergentes en polvo, y una gran variedad más de productos.

Además de la fabricación de los diferentes productos antes mencionados, ésta empresa se especializa en la distribución y venta de ellos. Está conformada por una amplia diversidad de profesionales calificados en sus diferentes áreas de desarrollo, tanto a nivel industrial contando con ingenieros especializados en los diferentes procesos de producción, del mismo modo con personal competente en los departamentos de logística, ventas y servicio al cliente, entre otros.

Ésta ha sido reconocida debido a la excelente calidad ofrecida a lo largo de los años, por lo tanto cuenta con total respaldo a nivel Nacional e Internacional demostrando ser una empresa seria, del alta confiabilidad, y responsabilidad en la calidad de sus productos, además de tener como prioridad a sus clientes brindándoles las respuestas oportunas y eficaces a las solicitudes de ellos.

Actualmente esta empresa cuenta con una sus plantas ubicadas en la calle UsLAR, Edificio Colgate-Palmol, Urbanización Michelena, Valencia Edo. Carabobo, Venezuela. Así mismo el CNSC se encuentra en el Lote S/N Finca los Marines, calle La Pedrera Zona Industrial San Diego Valencia Edo. Carabobo.

1.2. Reseña histórica

La historia de Colgate - Palmolive en Venezuela comienza en la Caracas de 1943, hace más de 50 años, cuando la firma Pardo, Mosquera inicia formalmente las operaciones de importación de los productos de la compañía. Tres años más tarde la firma encarga a Mendoza & Co. la fabricación del jabón Palmolive. Ante el firme y continuo éxito, en 1953, Colgate - Palmolive compra toda la maquinaria e inicia la construcción de su Planta en Valencia.

Para 1957, todas las operaciones de manufactura se encontraban centralizadas en la Planta. Actualmente la planta cuenta con más de 78.000 metros cuadrados de terreno y en ella trabajan más de 800 personas. A través de los años COLGATE - PALMOLIVE C.A. ha venido creciendo paralelamente al desarrollo tecnológico de Venezuela, contribuyendo significativamente a la economía del país y ocupando actualmente un sitio de vanguardia en el mercado nacional de productos de higiene personal y limpieza del hogar.

1.3. Misión de la empresa

La misión de la empresa es “Convertirnos en la Compañía Número 1 de nuestro mercado, siendo el mejor socio de nuestros proveedores, clientes y consumidores, en armonía con nuestro ambiente, apoyándonos en nuestra gente y productos de calidad logrando un crecimiento sostenido y rentable”.

1.4. Visión de la empresa

La visión de COLGATE-PALMOLIVE Company está orientada a: Satisfacer las necesidades de nuestros consumidores, clientes y clase profesional, proveyéndoles productos y servicios de la mejor calidad; permitiendo el crecimiento, desarrollo y prosperidad de nuestra Compañía, nuestra Gente y nuestra Comunidad.

1.5. Políticas de la empresa

Esta empresa cuenta con un extenso grupo extenso de políticas las cuales se listan a continuación:

- Política contra el soborno.
- Política de VIH/SIDA Colgate.
- igualdad de oportunidades, información del empleador.
- Políticas de seguridad de ingredientes.
- Sin política de deforestación.
- Política de contribuciones políticas.
- Política de investigación de seguridad del producto.
- Respetando los derechos humanos y los derechos laborales: Declaración de divulgación.
- Política de donación.
- Valorando a la gente de Colgate.
- Código de conducta.
- Política de minerales de conflicto.
- Declaración de política ambiental, de salud y seguridad ocupacional.
- Línea de ética.
- Administrar con respeto.
- No represalias.
- Políticas de compras.
- Declaración de política de calidad.

1.6. Valores de la empresa

Los valores que caracterizan a la empresa son los siguientes:

- Cuidado y Bienestar de su gente: Actuar con compasión, integridad y honestidad en todo momento, escuchar respetuosamente a los demás y valorar las diferencias. Comprometidos a proteger el ambiente a nivel

mundial y a contribuir al mejoramiento de las comunidades donde vive y trabaja el personal Colgate.

- Trabajo en equipo global: Sólo compartiendo ideas, tecnologías y talentos, la compañía podrá obtener y sustentar un crecimiento rentable y sus ganancias.
- Mejora continua: Ser la mejor en la medida en que conozca mejor al cliente y sus expectativas, trabajar de manera permanente para innovar y perfeccionar sus productos, servicios y procesos.

1.7. Estructura organizativa

La estructura organizativa de la empresa se muestra en la figura 1. La misma está conformada por siete direcciones, las cuales son: mercadeo, manufactura, ventas, finanzas, información tecnológica y servicios administrativos, logística y servicio al cliente. De allí se derivan los demás departamentos. Las pasantías se desarrollarán en el departamento de Mantenimiento.

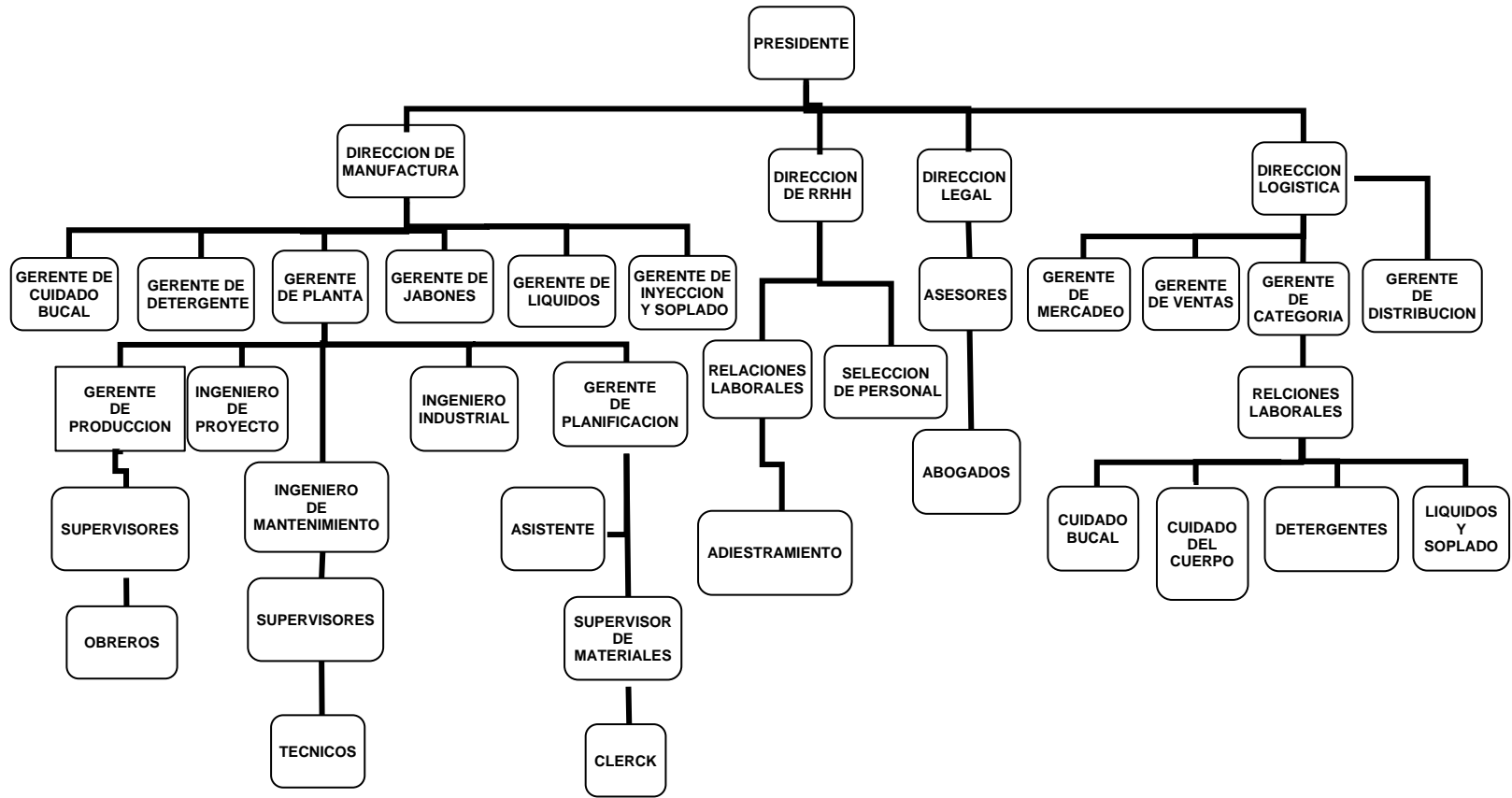


Figura 1: Organigrama general de la empresa COLGATE-PALMOLIVE company

Fuente: COLGATE-PALMOLIVE company (2018)

CAPÍTULO II

EL PROBLEMA

2.1. Planteamiento del problema

A nivel internacional las industrias se rigen por un conjunto de normas establecidas previamente, éstas dicen cuáles son los requerimientos mínimos necesarios para el mejor desempeño, desenvolvimiento y 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 promover políticas mediante convenios la protección social adecuada.

En Venezuela se encuentran las normas COVENIN, encargadas de establecer los requisitos mínimos para realizar diferentes actividades a nivel industrial y residencial, entre estas se encuentran la correcta instalación de tuberías para diferentes tipos de fluidos, para instalaciones eléctricas, así mismo sobre la elaboración de productos, y materiales, además de mantener un estándar de medidas, sistemas de protección, señalización, y la correcta metodología de ensayos, pruebas, entre otros.

Del mismo modo que se tienen estas normas COVENIN se encuentra el Instituto Nacional de Prevención, Salud y Seguridades Laborales (INPSASEL), que garantiza a los trabajadores la debida prestación de sistemas de salud y seguridad de acorde a las exigencias del mundo laboral con el que contamos actualmente para el control y prevención de accidentes y/o enfermedades, manteniendo las condiciones de higiene y seguridad propicias para el buen desempeño laboral. Así mismo se encarga de dictar las normas y ejecutar la política nacional en materia de prevención, y de aplicar las sanciones pertinentes contra aquellos que violen dichas leyes y lleguen afectar al trabajador.

En las empresas e industrias se debe mantener el correcto higiene y sistema de seguridad laboral, en especial en aquellas donde hay manipulación y transporte de elementos químicos, tóxicos, o radioactivos, por consiguiente es fundamental que todo lo que afecte a los trabajadores en las áreas antes mencionadas puedan 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, etc.), quemaduras, incluso la muerte.

Igualmente se considera que cada empresa deba tener 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 se destacan los sistemas de seguridad los lavaojos y duchas industriales, dispositivos que ayudan o previenen grandes riesgos para la salud de los trabajadores.

Así mismo 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, elevadores, etc. a modo de prevenir cualquier accidente ocasionado por fluidos, y productos en polvo desechados o derramados sobre una superficie o inclusive el trabajador.

Ahora bien, La Coordinación de Mantenimiento es un departamento que hace parte de COLGATE-PALMOLIVE Company en la sede de CNSC, ubicada en San Diego, Estado Carabobo, éste tiene como finalidad brindar la seguridad y funcionalidad de todos los equipos, instalaciones y sistemas que lleguen afectar directa o indirectamente el desempeño de los trabajadores, proveyendo las mejores condiciones posibles y requeridas.

Actualmente esta coordinación busca automatizar el proceso de distribución de agua potable, haciendo uso de tecnologías como ejemplo un PLC, entre otras, para así poder garantizar que el proceso sea más eficiente, eficaz y productivo, ya que se cuenta

con un par de bombas centrifugas alternadas en un periodo de tiempo determinado, que son las encargadas de distribuir el agua que se encuentra en un tanque de gran volumen, a través de toda la sede CNSC, debido a que éstas son controladas manualmente se presenta en algunas ocasiones demora al momento de alternar o cambiar la bomba en funcionamiento, y perdida de un gran volumen de agua por culpa del mal funcionamiento de las bombas ocasionado de vez en cuando por el trabajo en vacío de dichas bombas a causa de la falta de agua dado que el tanque tiene un nivel específico destinado a la distribución de toda la sede.

Estos inconvenientes conllevan a la sobrecarga, calentamiento y en algunas oportunidades deterioro de dichas bombas. De esta manera se observa la necesidad de automatizar este proceso para tener un mayor control del tiempo de funcionamiento de dichas bombas, haciendo que éstas tengan un mayor tiempo de vida útil y un óptimo funcionamiento en todo momento.

2.2. Formulación del Problema

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

¿Cómo se podría mejorar el proceso de distribución de agua usando las herramientas tecnológicas, necesarias y óptimas para automatizar dicho proceso en la sede CNSC de COLGATE-PALMOLIVE Company?

2.3. Objetivos de la investigación

2.3.1. Objetivo general

Proponer una mejora del proceso de distribución de agua mediante la implementación de un sistema automatizado utilizando un PLC para el Centro Nacional de Servicio al Cliente, San Diego (CNSC) de COLGATE-PALMOLIVE Company.

2.3.2. Objetivos específicos

- Recopilar la información necesaria y pertinente acerca de la situación actual sobre el manejo y funcionamiento del sistema de distribución de agua para el CNSC.
- Evaluar los elementos de hardware presentes en el mercado que mejor se adapten a la solución planteada.
- Diseñar un modelo del sistema automatizado en base a los requerimientos de la empresa a fin de mejorar y optimizar la distribución de agua.
- Determinar la factibilidad y viabilidad del proyecto propuesto sobre el sistema automatizado.

2.4. Justificación de la investigación

Con el fin de realizar los objetivos planteados en el presente proyecto, se diseñará un modelo automatizado para la Coordinación de Mantenimiento de la sede CNSC de COLGATE-PALMOLIVE company, haciendo uso de técnicas y herramientas de análisis y diseño de sistemas automatizados que permitirán a los trabajadores de la Coordinación de Mantenimiento, preservar en óptimas condiciones las bombas centrifugas, al igual tener un sistema más confiable al momento del cambio automático de las bombas sin necesidad del personal correspondiente para dicho cambio.

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

2.5. Alcance

La propuesta planteada englobará el diseño y evaluación del proceso de distribución de agua, que corresponde a un sistema que incluye 2 bombas las cuales deben ser automatizadas, además de tener un sistema alternado para el mejor

funcionamiento de dichas. Así como el análisis pertinente para que sea un proceso automatizado óptimo, también se evaluará la factibilidad económica y funcional a fin de verificar que el proyecto sea viable para la empresa. Se hará la programación necesaria del controlador lógico programable (PLC), haciendo uso del lenguaje escalera o ladder (del inglés) y la programación adecuada de una interfaz HMI.

2.6. Limitaciones

Se considera entre las principales limitaciones provistas para este proyecto lo siguiente: no se entrará en detalle o se especificará el sistema de bombeo principal, que se considera como el sistema de bombeo desde el pozo profundo hasta el tanque de 1.000.000 L ubicado al mismo nivel del cuarto de bombas, lugar donde se encuentran el actual sistema de bombeo utilizado para el proceso de distribución, así mismo no se realizara el estudio pertinente del sistema de control de presión para la distribución de dicho líquido.

CAPÍTULO III

MARCO TEÓRICO

3.1. Antecedentes de la investigación

En toda propuesta de investigación, es de gran relevancia tener bases o referencias que aporten conocimiento y ayuden a la descripción, análisis y desarrollo de proyectos que estén relacionados con el tema a tratar, es por esta razón que se hace análisis a diferentes tipos de propuestas, tanto a nivel Nacional como Internacional, con énfasis en la automatización de sistemas de distribución de agua. A continuación, se presentan varios proyectos integradores efectuados en los últimos años, y tomando aportes valiosos para la investigación que pueda brindar cada uno de ellos.

Díaz, H. Trujillo, G. y Román, A (2015) con su trabajo de investigación titulado **“Diseño de un sistema de control para obtener presión constante de agua”**. Presentado en la Universidad de Ciencias y Humanidades, Perú, con la finalidad de presentar un artículo de conocimiento público de amplio conocimiento, además de ser presentado en el XXII Congreso Internacional de Ingeniería Eléctrica, Electrónica, Telecomunicaciones y Computación. El mismo está orientado a la necesidad de diseñar un sistema automatizado de control para obtener presión constante usando 3 bombas, un variador de frecuencia, entre otros componentes, en el Instituto de Ciencias y Humanidades.

El sistema que posee dicha institución se considera obsoleto o inaplicable, debido a muchas deficiencias que este presenta. Esto trae como consecuencia el diseño de un sistema automatizado mediante el uso de un PLC, y la creación de su programación correspondiente. Este diseño de un sistema automatizado se elabora con la finalidad de tener un gran ahorro económico en el consumo de energía, conservar los elementos mecánicos en buen estado de los equipos involucrados y producir la presión necesaria para dicho instituto.

Así mismo, Fernández, W. (2016) con su trabajo titulado **“Diseño automatizado para el control del sistema de bombeo de agua potable del hotel mediante Telemetría y detección de fugas en tuberías”**. Presentado en el Tecnológico de Costa Rica, Costa Rica para obtener el título de Licenciado en Ingeniería en Mantenimiento Industrial. Este proyecto está destinado al diseño de un sistema automatizado que permita el control y supervisión del funcionamiento de bombeo, haciendo uso de un PLC Siemens S7-1200, y el desarrollo de su diagrama escalera respectivo en el software especializado TIA Portal Step 7, al igual que el uso de módulos de comunicación adecuados.

Lo anterior expuesto tiene como fin de desarrollar un programa para el correcto y óptimo funcionamiento del proceso, debido a que el Hotel, lugar en el cual se realizó dicho sistema, tenía pérdidas monetarias debido al alto consumo de energía por exceso de trabajo de la bomba utilizada, y pérdidas grandes del líquido ocasionadas por la incorrecta programación de los temporizadores, estos utilizados para encender dicho sistema a horas determinadas, por el contrario se presentaron casos en que el Hotel se encontraba sin agua para el preciso funcionamiento de sus instalaciones. Además, se realizó un análisis económico y financiero del proyecto proporcionando datos que garantizaban que dicho sistema es viable y factible para el Hotel.

Finalmente, Sanabria, M. (2015) con su trabajo titulado **“Propuesta de automatización del sistema de impulsión de agua potable de ESPROMED Bio, C.A.”**. Presentado en la Universidad Simón Bolívar, para obtener el título de Ingeniero Electrónico, el cual está dirigido a la investigación y diseño de estrategias para el control del sistema de impulsión de agua potable de la planta productora de vacunas ESPROMED BIO, C.A., dicha industria se especializa en la fabricación de diversos medicamentos biológicos, siendo su materia prima el agua potable, por lo tanto se hizo indispensable tener un sistema de impulsión lo más eficiente posible para evitar que la producción se detenga en caso que la red de suministro principal no pueda suplir la

dotación requerida. Por lo tanto se hizo propicio tener un control y monitoreo del sistema, haciendo uso de un PLC, así como el desarrollo del diagrama escalera correspondiente que permito cumplir con las demandas diarias de la planta.

Estos proyectos son considerados de alto valor y utilidad, por lo tanto, sirven de cimiento a la presente investigación puesto que consisten en un diseño de sistemas automatizados para procesos de distribución, impulsión o rebombeo de agua, bien sea para optimizar y/o solucionar los problemas que ha presentado el proceso, a fin de mejorar el sistema actual.

3.2. Bases teóricas

Los sistemas de distribución de agua se utilizan en muchas industrias, localidades, hoteles, entre otros, y constan de una o varias bombas funcionando bien sea en simultáneo, como también en un sistema de alternado, dependiendo de las necesidades de la empresa, al igual que su arranque puede ser manual como automático. Estos sistemas están principalmente comandados por un sensor de nivel de tipo flotante eléctrico ubicado en el tanque de almacenamiento con una capacidad específica, para la cual en este proyecto es de 1.000.000 L, dicho sensor envía la señal correspondiente, permitiendo el encenderse o apagarse del motor de la bomba en uso mediante un variador de frecuencia (VFD de sus siglas en ingles).

Las fallas en el sensor de nivel ocasionan daños que llega a perjudicar en la mayoría de los casos el funcionamiento de las bombas debido a que estas pueden trabajar en vacío, inclusive pueden dañar las partes mecánicas del motor a lo largo del tiempo por la sobreutilización de este. Igualmente se presentan oportunidades en las que un sistema de alternado no se encuentra en óptimas condiciones, esto causado por la programación incorrecta de los parámetros internos del VFD y en consecuencia una bomba realiza mayor esfuerzo causado por largos periodos de trabajo, en contra de sus semejantes que sirven como respaldo como es el caso del proyecto en desarrollo.

Lo comentado anteriormente condujo al estudio de uno de los principales sistemas de distribución como es el hidroneumático, el cual su principal función es mantener la presión de agua constante, en cada punto de la red de distribución, y automatizar éste controlando la bomba que está siendo utilizada mediante un PLC y un VFD, el primero permite controlar los ciclos de bombeo, que se denomina como el número de arranque que realiza la bomba en una hora, los tiempos de alternado, sumado a esto, monitorea el uso de dichas para realizar diferentes acciones; el segundo respectivo encargado tanto del encendido y apagado, como la modulación de la velocidad de funcionamiento en el motor.

Este sistema puede ser de velocidad fija o velocidad variable, y llega a trabajar con elementos como el interruptor de presión hasta sistemas de elementos más complejos. A su vez hace uso de una instrumentación y dispositivos adecuados dependiendo de los requerimientos del sistema. Por otra parte, estos reducen en su mayoría los costos energéticos, alarga la vida útil de los equipos mecánicos, e incluso no se le da importancia a la distancia del sistema con respecto a la demanda.

CAPÍTULO IV

MARCO METODOLOGICO

4.1. Tipo de investigación

Esta investigación se considera bajo el enfoque de proyecto factible, puesto que propone soluciones prácticas al problema presentado en el proceso de distribución de agua en el CNSC de Colgate-Palmolive company. En este sentido, la UPEL (2006) define el proyecto factible como un estudio que “consiste en la investigación, elaboración y desarrollo de una propuesta de un modelo operativo viable para solucionar problemas, requerimientos o necesidades de organizaciones o grupos sociales”(p.13). La propuesta que lo define puede referirse a la formulación de políticas, programas, tecnologías, métodos o procesos, que sólo tienen sentido en el ámbito de sus necesidades.

De las definiciones anteriores se deduce que, un proyecto factible se compone de un conjunto de actividades vinculadas entre sí, cuya ejecución permitirá el logro de objetivos previamente definidos en atención a las necesidades que pueda tener la empresa. Es decir, la finalidad del proyecto factible radica en el diseño de una propuesta de acción dirigida a resolver un problema previamente detectado en el medio. Situación a la que se dará respuesta desarrollando la propuesta de mejora del proceso de distribución de agua mediante un sistema automatizado, incluyendo una pantalla HMI. Del mismo modo se estudian las características y la situación actual del proceso de distribución de agua en el CNSC de Colgate-Palmolive company.

A su vez se diseña la programación respectiva del PLC y de la pantalla HMI para el adecuado funcionamiento del proceso en estudio, con ello se corrigen los problemas e inconvenientes actuales en los equipos que incorporan el control de las bombas, las cuales son las responsables sobre el correcto funcionamiento del proceso.

4.2. Diseño de la investigación

El siguiente trabajo implica una investigación de campo, definida por El Proyecto de Investigación Introducción a la Metodología Científica, según Arias (2012) de la siguiente manera:

La investigación de campo es aquella que consiste en la recolección de datos directamente de los sujetos investigados, o de la realidad donde ocurren los hechos (datos primarios), sin manipular o controlar variable alguna, es decir, el investigador obtiene la información pero no altera las condiciones existentes. De allí su carácter de investigación no experimental (p.31)

Bajo estos parámetros se establece que el diseño de esta investigación es de campo, ya que se recogerán datos directamente del sitio a trabajar, observando de manera directa los hechos en el proceso de distribución de agua.

4.3. Nivel de la investigación

Así mismo, de acuerdo con su nivel, este trabajo de grado es descriptivo, según Arias (2012) 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). Apoyado en lo anterior, este estudio se considera descriptivo dado que en este trabajo se detallan los requerimientos y elementos del proceso, para definir el sistema de control de distribución de agua a presión constante y de ese modo establecer un comportamiento en un tiempo y espacio específico, para la búsqueda de la solución de la problemática planteada. Así como también, se describe la programación del PLC y del HMI que se implementarán en el proceso distribución de agua del CNSC de Colgate-Palmolive company.

4.4. Fases de la investigación

Las fases metodológicas están orientadas a establecer los pasos y el método apropiado que debe seguir la investigación de este trabajo de grado desde el inicio hasta la realización del proyecto. Estas fases fueron establecidas según el investigador, las cuales son:

1.2.4. Fase I. Recopilación de la información necesaria y pertinente acerca de la situación actual sobre el manejo y funcionamiento del sistema de distribución de agua para el CNSC

La investigación comienza con la recopilación de la información, conformada por los datos esenciales e importantes que son necesarios para llevar a cabo el estudio referente a las características del proceso y su sistema de control como lo son: el variador de frecuencia actual, los sensores utilizados, los actuadores existentes, la secuencia de operación del proceso de distribución de agua y la seguridad del proceso ante fallas.

2.2.4. Fase II. Evaluación de los elementos de software y hardware presentes en el mercado que mejor se adapten a la solución planteada

En esta fase de la investigación se incluye:

- Estudio de las características y los elementos que componen el proceso, con el fin de seleccionar el controlador lógico programable (PLC), la pantalla para la Interfaz Hombre-Maquina (HMI) correspondientes y el software respectivo para su diseño.
- Selección del PLC, sus módulos y la pantalla HMI más adecuados a los requerimientos del proceso y de los usuarios, en especial del departamento de mantenimiento para así monitorear dicho funcionamiento, con la finalidad de mejorar el sistema actual, teniendo en cuenta la disponibilidad en un mercado limitado.

3.2.4. Fase III. Diseño de un modelo del sistema automatizado en base a los requerimientos de la empresa a fin de mejorar y optimizar la distribución de agua

Esta fase incluye las siguientes actividades:

- Desarrollo de la programación respectiva y diseño de la interfaz gráfica adaptada al programa diseñado.
- Simulación del funcionamiento de todo el sistema para asegurar una futura implementación sin ningún impedimento.

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

En esta fase de la investigación, se determinará si el proyecto es factible y viable analizando todos los componentes que beneficien, o bien perjudiquen de algún modo el proyecto, tomando en cuenta el enfoque técnico, operativo y económico.

CAPÍTULO V

RESULTADOS

En el presente capítulo se evidencian los resultados obtenidos a través de técnicas de recolección de datos y análisis de la información, así mismo sobre la programación respectiva para el diseño del sistema automatizado a fin de mejorar el proceso de distribución de agua del cual se trata el trabajo de investigación en cuestión.

5.1. Fase I. Recopilación de la información necesaria y pertinente acerca de la situación actual sobre el manejo y funcionamiento del sistema de distribución de agua para el CNSC.

Para realizar la investigación de forma correcta se estableció como primera fase de investigación la recopilación sobre la información necesaria para la correcta solución del problema planteado en el presente informe. Inicialmente se realizó una pregunta principal al departamento especializado a fin de tener mayor conocimiento sobre este proceso y así llevar a cabo su encuesta respectiva, para el caso de estudio se contó con el apoyo del departamento de mantenimiento, haciendo la siguiente pregunta:

¿Cómo funciona el proceso de distribución de agua?

Luego con la información obtenida sobre esta pregunta se llevó a cabo una encuesta con la siguiente serie de preguntas:

¿Qué tipos de elementos emplea? (ejemplo, sensor de presión, motor, entre otros...)

¿Qué cantidad de elementos anteriormente dichos se dispone en las instalaciones?

¿Cuál es la cantidad de agua en litros, a ser utilizada para dicho proceso?

¿Cuáles son las fallas principales?

¿Qué tipo de sistema de bombeo utiliza, estático o alternado?

¿Qué función realiza el(los) variador(es) de velocidad o variador(es) de frecuencia?

¿Cómo influye este proceso al CNSC?

Con la información recopilada mediante la encuesta realizada a los trabajadores del departamento anteriormente mencionado, se llegó a lo siguiente:

Se cuenta con un tanque de 1.000.000 L, localizado a 2 m del cuarto de bombas, espacio reservado y encerrado para la instalación y funcionamiento de las motobombas localizado en las cercanías del almacén del CNSC, así mismo como el sistema contra incendios.

El proceso de distribución está compuesto de dos motobombas, las cuales se llamarían como bomba 1 y bomba 2, utilizando un sistema alternado con un periodo establecido por el ingeniero encargado permitiendo que dichas no trabajen de manera forzada durante largos periodos de tiempo.

Para el control de estas motobombas se tiene un variador de velocidad para cada una de ellas, los cuales se encuentran en malas condiciones dado que el tiempo de alternado, el tiempo de la rampa de aceleración y desaceleración preestablecidos en los parámetros internos de cada uno de ellos no cumplen con el proceso real, al igual con la función interna de control PID, que para este caso se hace uso de un control PI, puesto que la variable a controlar es presión, ya que el mejor método de distribución de agua es mediante un sistema de presión constante.

Así mismo se cuenta con un sensor de presión marca danfoss de referencia MBS 3000 060G1133 con una señal analógica de 4 a 20 mA y un rango de presión de 0 a 16 Bar, este cuenta con unas especificaciones técnicas las cuales se pueden apreciar en las siguientes figuras.



Figura 2. Sensor de presión danfoss MBS 3000

Fuente. Danfoss (2018).

TYPE CODE	MBS 3000
WEIGHT	0.151 Kg
- COMMON	PIN 2
+ SUPPLY	PIN 1
ACCURACY (MAX.) \pm FS	1,00 %
ACCURACY (TYP.) \pm FS	0,5 %
ADJ. ZERO POINT/SPAN	No
AMBIENT TEMP.	-40 - 85 °C
AMBIENT TEMP.	-40 - 185 °F
APPROVAL	ATEX
APPROVAL COMMENTS	ATEX Ex nA IIA T3 Gc
COMPENSATED TEMP. RANGE	0 - 80 °C
COMPENSATED TEMP. RANGE	32 - 176 °F
EAN NO.	5702423088928
ELECTR. CONN. TYPE	DIN-plug, Pg 9, EN 175301-803-A, Male and Female
ENCLOSURE RATING	IP65
FLUSH DIAPHR.	No
INTRINS. SAFE	No
MEDIUM TEMP. RANGE	-40 - 85 °C

Figura 3. Parte 1 Especificaciones técnicas sensor de presión danfoss MBS 3000

Fuente. Danfoss (2018).

MEDIUM TEMP. RANGE	-40 - 185 °F
NON-LINEARITY BFSL ±FS [%]	0,50 %
OUTPUT SIGN.	Current
OUTPUT SIGN. TYPE	4 - 20 mA
OVERLOAD PRESS. MAX.	96,0 bar
OVERLOAD PRESS. MAX.	1.392 psi
PACK FORMAT	Multi pack
PRESSURE CONN. HEX	27,0
PRESSURE CONN. STD.	EN 837
PRESSURE CONN. TYPE	G - 1/4 Male
PRESSURE RANGE	0,00 - 16,00 bar
PRESS. UNIT REF.	Gauge (relative)
PROD. GROUP	Sensors
PROD. NAME	Pressure transmitter
PULSE-SNUBBER	No
PACK QTY.	14 PC
RESPONSE TIME MAX.	4 ms
SPEC. KEY	MBS 3000-2211-A1A04-0
SUPPLY VOLT.	10,00 - 30,00 V

Figura 4. Parte 2 Especificaciones técnicas sensor de presión danfoss MBS 3000

Fuente. Danfoss (2018).

De igual manera se tiene un manómetro marca bombagua con un rango de presión de 0 a 6 Bar utilizado para indicar la presión de agua, por otra parte, se cuenta con un flotante eléctrico el cual envía una señal permitiendo activar o desactivar las bombas en funcionamiento.



Figura 5. Manómetro BOMBAGUA

Fuente. Iván Franco (2018).

El circuito de potencia y control de los elementos encargados del proceso de distribución de agua se logra observar en las siguientes figuras.

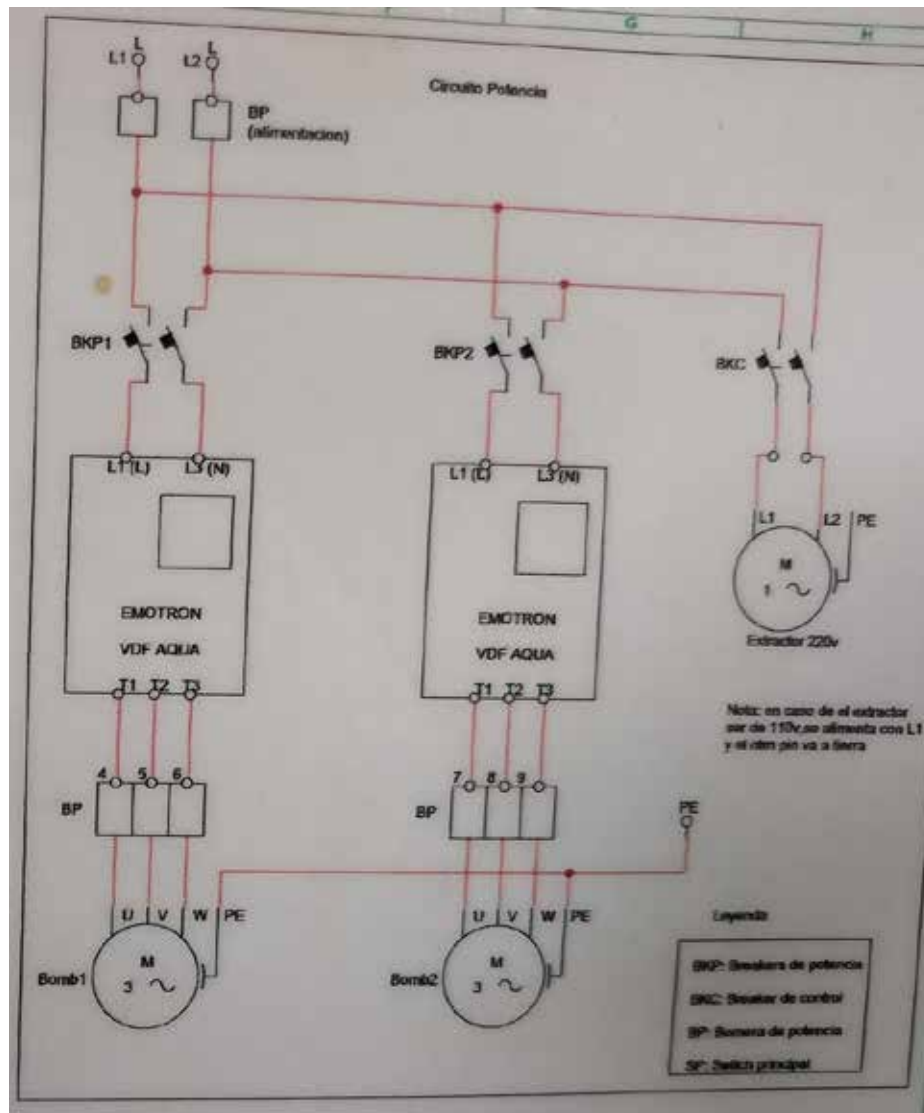


Figura 7. Circuito de potencia actual

Fuente. Colgate-Palmolive company (2018).

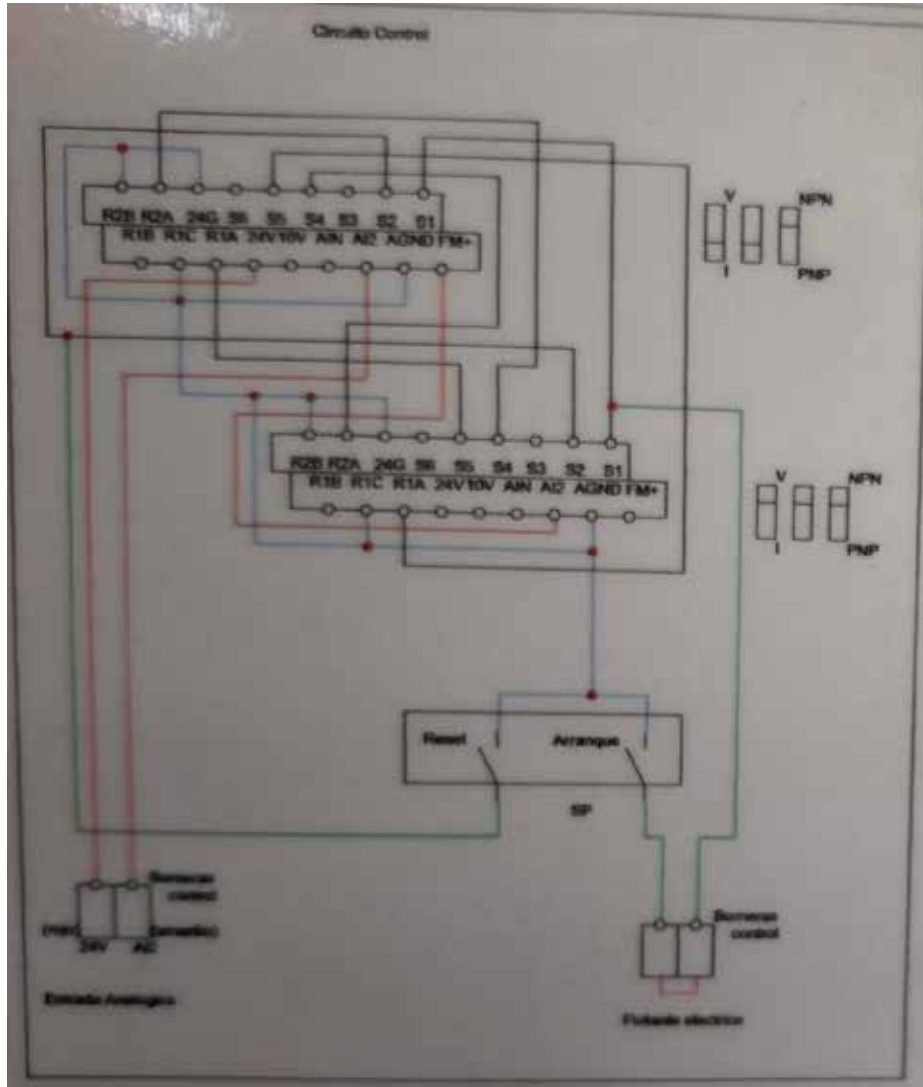


Figura 8. Circuito de Control actual

Fuente. Colgate-Palmolive company (2018).

En la figura 7, se tiene diferentes elementos con su etiqueta abreviada, en el siguiente cuadro se especifica el significado de cada una de ellas.

Etiqueta	Función del elemento
BKP	Breaker de Potencia
BKC	Breaker de Control
BP	Bornera de Potencia
SP	Switch Principal

Cuadro 1. Leyenda del Circuito de Potencia

Fuente. Colgate-Palmolive company (2018).

5.2. Fase II. Evaluación de los elementos de software y hardware presentes en el mercado que mejor se adapten a la solución planteada.

Así como se realizó una encuesta para recopilar la información acerca del proceso, también se llevó a cabo una serie de preguntas acerca del hardware y software disponible en la empresa Colgate-Palmolive company, a fin de evaluar lo que mejor se adapte tanto en rendimiento, economía, y disponibilidad en el mercado, entre otros, para que sirva de apoyo al sistema automatizado propuesto.

5.2.1. PLC

De acuerdo a los datos obtenidos, se cuenta con un PLC marca Siemens modelo S7-300 con los siguientes elementos, una fuente de poder PS 307 5A, una CPU 313C-2 DP, y un módulo AI4/AO 4x14/12BIT, este último con la finalidad de leer las señales de entradas analógicas y actuar sobre las salidas analógicas como los sensores utilizados, entre otras cosas, en el siguiente cuadro se puede apreciar con más detalle las características de cada uno de estos elementos de hardware utilizados, respecto al PLC.

Elemento del PLC	Descripción	Referencia
Fuente de Poder (PS 307 5A)	Alimentación de corriente de carga 120/230V AC:24V DC/5A	6ES7 307-1EA01-0AA0
CPU 313C-2 DP	Memoria de trabajo 128KB; 0,07ms/1000 instrucciones; DI16/DO16 integradas; 3 salidas de impulso (2,5kHz); 3 canales de contaje y medición	6ES7 313-6CG04-0AB0

	con encoders incrementales 24V (30kHz); interfaz MPI+ DP (maestro DP o esclavo DP); configuración en varias filas de hasta 31 módulos; apto como emisor y receptor para la comunicación directa; equidistancia; routing; comunicación S7 (FBs/FCs cargables). Versión de Firmware V3.3	
Módulo AI4/AO 4x14/12BIT	Módulo de entradas/salidas analógicas AI4/AO4 x U/I 14/12bits; precisión aprox. 0,5%; AI en grupos de 4; AQ en grupos de 4; tensión en modo común aprox. 3V DC; diagnóstico parametrizable; conector frontal de 20 polos	6ES7 335-7HG02-0AB0

Cuadro 2. Elementos del PLC

Fuente. Siemens Tia Portal (2018).



Figura 9. CPU 313C-2 DP Siemens

Fuente. Siemens (2018).



Figura 10. CPU 313C-2 DP Siemens

Fuente. Siemens (2018).

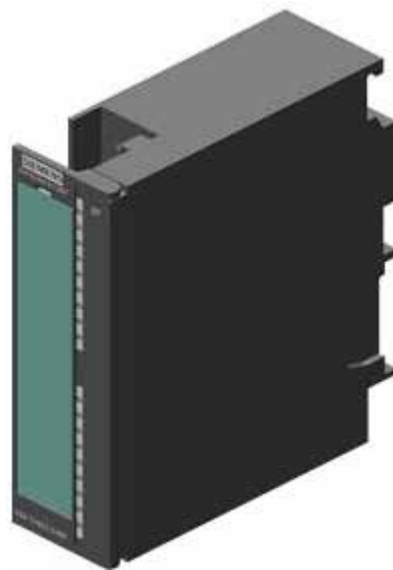


Figura 11. Módulo AI4/AO 4x14/12BIT

Fuente. Siemens (2018).

5.2.2. Pantalla HMI

La Pantalla utilizada para graficar la interfaz HMI se selecciono en base a los requerimientos de la empresa, así como de las prestaciones que los trabajadores necesitaban por parte de dicha pantalla, haciendo petición que esta fuera de un tamaño suficiente para la perfecta visualización del proceso, fluidez en gráficos, adaptabilidad al medio que hace referencia a la variedad de puertos disponibles, así como el tipo de estos, a fin 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 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 evidencio que se disponía del hardware solicitado, de tal forma se seleccionó la pantalla HMI marca Siemens modelo TP900 Comfort, la cual cumplía en su totalidad con los requerimientos; las características del dispositivo se logran apreciar en el siguiente cuadro.

Hardware	Descripción	Referencia
TP900 Comfort	Pantalla de 9,0" TFT, 800 x 480 píxeles, colores 16M; pantalla táctil; 1 x MPI/PROFIBUS DP, 1 x interfaz PROFINET/Industrial Ethernet con soporte para MRP y RT/IRT (2 puertos); 2 x slots para tarjetas multimedia; 3 x USB. Memoria de configuración de 12 MB, Windows CE 6.0, configurable a partir de WinCC Comfort V11	6AV2 124-0JC01-0AX0

Cuadro 3. Datos Pantalla HMI TP900 Comfort

Fuente. Siemens Tia Portal (2018).



Figura 12. Datos Pantalla HMI TP900 Comfort

Fuente. Siemens (2018).

5.2. Variador de Frecuencia

Para este segmento se evaluó el mercado puesto que no se disponía del hardware respectivo en el almacén de dispositivos de la empresa Colgate-Palmolive company. En su mayoría se tomo en cuenta la parte económica, debido a la situación actual de dicha empresa, además de factores como su facilidad de instalación, puesta en marcha sencilla, entradas y salidas analógicas, información de estado detallada y tiempo de respuesta rápido.

De tal manera se llegó a la conclusión que el dispositivo accionador que mejor se adaptaba a las necesidades y requerimientos de la empresa era el MICROMASTER 420 puesto que es un producto relativamente económico y brinda mayor fiabilidad y versatilidad, además cuenta con un método especial de modulación por ancho de impulso que permite un funcionamiento silencioso del motor, así mismo este dispositivo accionador es ideal por la simplicidad del proceso, sin embargo este posee una extensa lista de parámetros modificables para aplicaciones de control más avanzadas.

Hardware	Descripción	Referencia
Micromaster 420	PROFIBUS module with standard functionality operational with MICROMASTER 4 / COMBIMASTER 4 (si0280b5.gsd). Version de Firmware v1.0	6SE640X-1PB00-0AA0

Cuadro 4. Datos del Variador Micromaster 420

Fuente. Siemens Tia Portal (2018).



Figura 13. Variador de Frecuencia Micromaster 420

Fuente. Siemens (2018).

Este dispositivo cuenta con diferentes características y prestaciones, las cuales se pueden apreciar en el siguiente cuadro.

Características Principales	Prestaciones	Características de Protección
Fácil de instalar	Control U/f	Protección de sobretensión/mínima tensión

Puesta en marcha sencilla	Control de flujo corriente FCC (flux current control) para una mejora de la respuesta dinámica y control del motor	Protección de sobretemperatura para el convertidor
Diseño robusto en cuanto a CEM	Característica U/f multipunto	Protección de defecto a tierra
Puede funcionar en alimentación de línea IT	Rearranque automático	Protección de cortocircuito
Tiempo de respuesta a señales de mando rápido y repetible	Rearranque al vuelo	Protección térmica del motor por $i^2 t$
Amplio número de parámetros que permite la configuración de una gama extensa de aplicaciones	Compensación de deslizamiento	Protección del motor mediante sondas PTC
Conexión sencilla de cables	Limitación rápida de corriente FCL (fast current limitation) para funcionamiento libre de disparos intempestivos	
1 relé de salida	Freno de mantenimiento del motor	
1 salida analógica (0 – 20 mA)	Freno por inyección de corriente continua integrado	
3 entradas digitales NPN/PNP aisladas y conmutables 1 entrada analógica, ADC: 0 – 10 V (la entrada analógica se puede utilizar como cuarta entrada digital)	Frenado compuesto o combinado para mejorar las prestaciones del frenado Prescripción de consignas a través de:	

Diseño modular para configuración extremadamente flexible	Control en lazo cerrado utilizando una función PI	
Altas frecuencias de pulsación para funcionamiento silencioso del motor		
Información de estado detallada y funciones de mensaje integradas		

Cuadro 5. Características principales, prestaciones y características de protección del Variador Micromaster 420

Fuente. Siemens (2005).

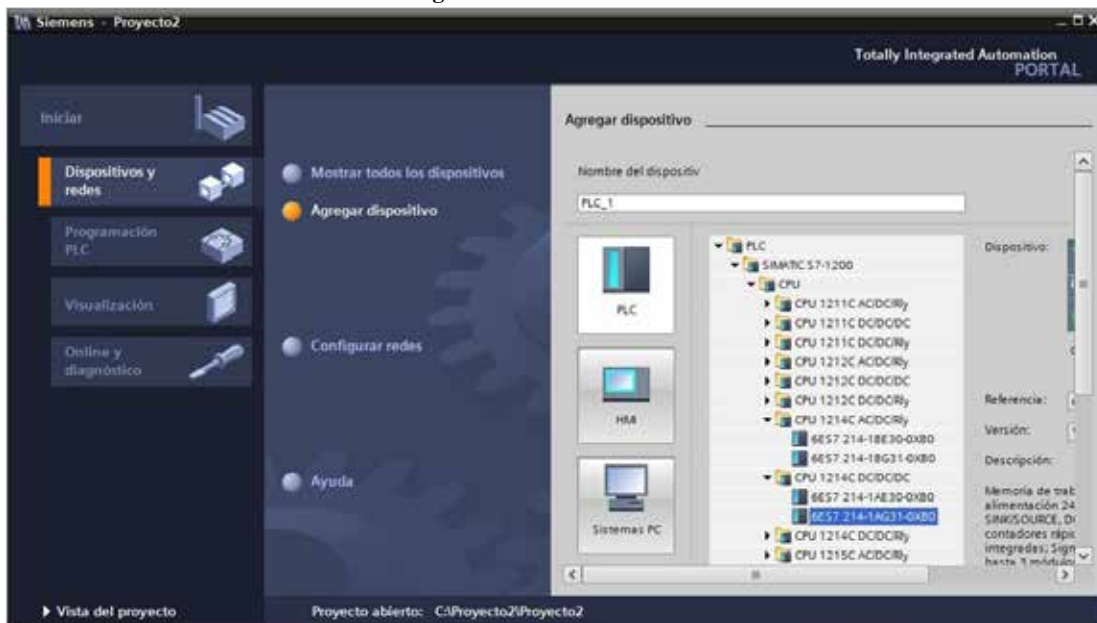
Por otra parte, este dispositivo cuenta con una extensa y variada lista de parámetros los cuales brindan mayor información sobre el estado de este, entre los principales se consideran los parámetros de ajuste los cuales se encargan de activar y desactivar las funciones y tienen un efecto directo sobre las aplicaciones de las mismas, estos están definidos por la letra “P”; también se tienen los parámetros de observación, que sirven para visualizar las variables internas, así como el estado o los valores reales y se define por la variable “r”.

5.2.4. Selección del Software

En el punto 5.2.1 se selecciono el tipo de PLC a utilizar en la presente propuesta, dando como resultado uno PLC S7-300 marca siemens, debido a esto el apartado del software se limita en gran manera a dos softwares especializados en el área de automatización usado para la programación de los dispositivos correspondientes, siendo estos por una parte Simatic Step 7 y Wincc Flexible, ambos trabajando por separado utilizando su conexión respectiva entre ellos; y por otra parte Totally Integrated Automation Portal del inglés, siendo su abreviación TIA Portal, este incorpora las últimas versiones de ingeniería como los software step 7, WincCC y Startdriver para la planificación, programación de los controladores, pantallas de visualización HMI y accionamientos sinamics.

Haciendo un análisis de sus características, sencillez de uso, funcionalidad, y compatibilidad con diferentes sistemas operativos y/o versiones de Windows, se llegó a la conclusión que el mejor software a utilizar para la propuesta en cuestión es TIA portal versión 15 puesto que es la versión más actual y por lo tanto con mayor compatibilidad de dispositivos controladores, visualizadores y accionadores, por otra parte, éste 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, para este último haciendo uso de los diferentes protocolos de comunicación de siemens, de igual manera cuenta con una gran variedad de funciones aritméticas, lógicas, transferencia y conversión de datos, entre otros.

Figura 14. Pantalla de inicio TIA Portal



Fuente. tecnopl.com (2015).

5.3. Fase III. Diseño de un modelo del sistema automatizado en base a los requerimientos de la empresa a fin de mejorar y optimizar la distribución de agua.

Luego de haber conocido el proceso, los elementos y características del hardware y software más convenientes a utilizar, se diseñó un modelo base de la programación del diagrama Ladder para el controlador y la interfaz HMI respectiva, que 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 primera instancia se inicia el software TIA Portal, para así crear el proyecto correspondiente al trabajo presente, y luego añadir manualmente cada uno de los dispositivos. Inicialmente se añade el soporte el cual nos permite situar el controlador anteriormente dicho, agregando cada uno de los elementos de este, así como la configuración de las direcciones de entradas y salidas que este posee.

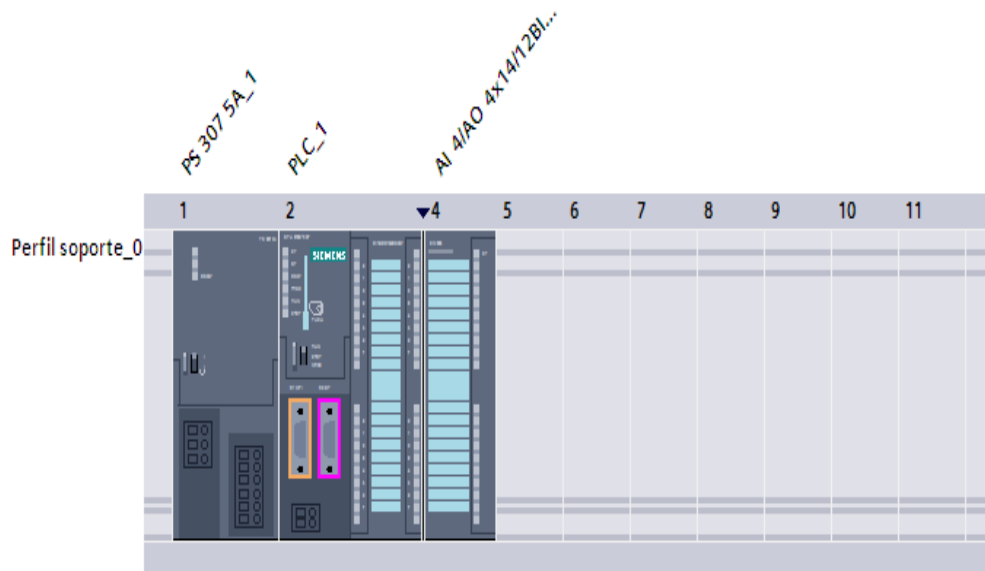


Figura 15. Configuración del controlador

Fuente. El Autor (2018).

Direcciones E/S

Direcciones de entrada

Dirección inicial: .0

Dirección final: .7

Memoria imagen de proceso:

Número de OB de alarma:

Direcciones de salida

Dirección inicial: .0

Dirección final: .7

Memoria imagen de proceso:

Figura 16. Configuración del entradas y salidas del CPU 313C-2 DP

Fuente. El Autor (2018).

Direcciones E/S

Direcciones de entrada

Dirección inicial:

Dirección final:

Memoria imagen de proceso:

Número de OB de alarma:

Direcciones de salida

Dirección inicial:

Dirección final:

Memoria imagen de proceso:

Figura 17. Configuración del entradas y salidas del Módulo AI4/AO 4x14/12BIT

Fuente. El Autor (2018).

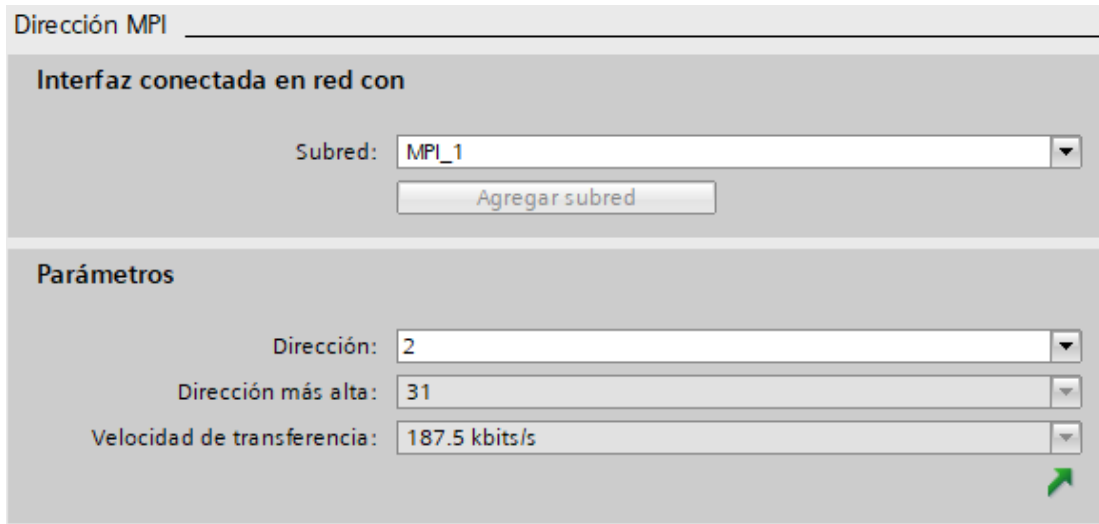


Figura 18. Dirección MPI del PLC

Fuente. El Autor (2018).

5.3.1.2. HMI

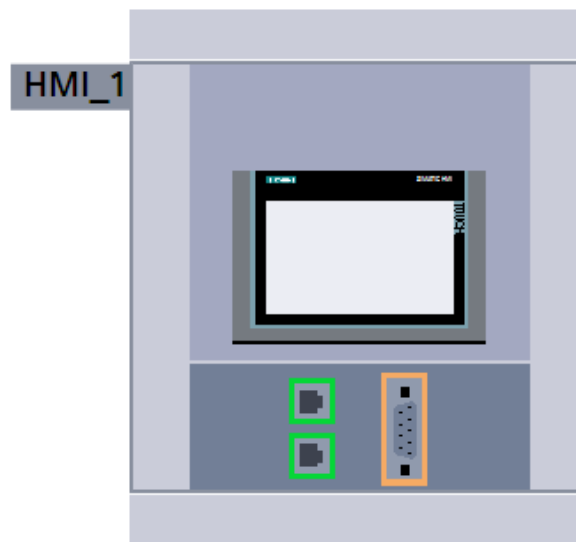


Figura 19. Configuración de dispositivos HMI

Fuente. El Autor (2018).

Dirección MPI

Interfaz conectada en red con

Subred: MPI_1

Agregar subred

Parámetros

Tipo de interfaz: MPI

Dirección: 1

Dirección más alta: 31

Velocidad de transferencia: 187.5 kbits/s



Figura 20. Dirección MPI de la HMI

Fuente. El Autor (2018).

5.3.1.3. Variador de Frecuencia

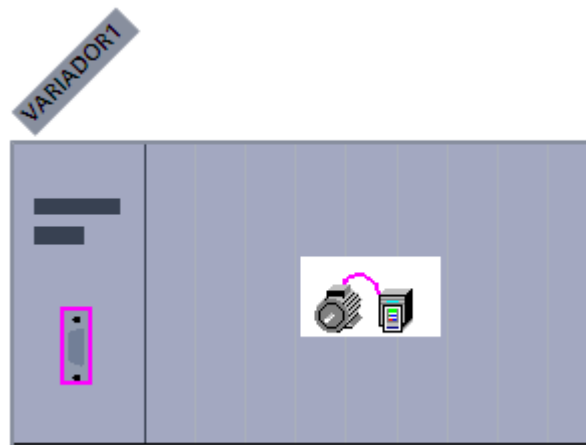


Figura 21. Configuración de dispositivos Variador 1

Fuente. El Autor (2018).

Dirección PROFIBUS

Interfaz conectada en red con

Subred: PROFIBUS_1

Agregar subred

Parámetros

Dirección: 3

Dirección más alta: 126

Velocidad de transferencia: 1,5 Mbits/s

➔

Figura 22. Dirección Profibus Variador 1

Fuente. El Autor (2018).

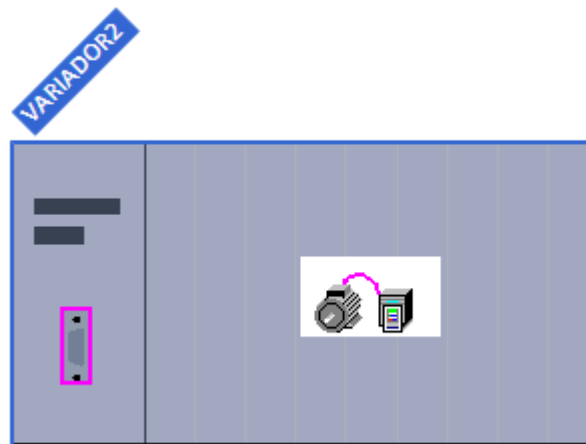


Figura 23. Configuración de dispositivos Variador 2

Fuente. El Autor (2018).

Dirección PROFIBUS

Interfaz conectada en red con

Subred: PROFIBUS_1

Agregar subred

Parámetros

Dirección: 4

Dirección más alta: 126

Velocidad de transferencia: 1,5 Mbits/s

Figura 24. Dirección Profibus Variador 1

Fuente. El Autor (2018).

5.3.2. Conexiones de dispositivos

Se realizó la programación y conexión en base a los variadores MICROMASTER 420 puesto que estos poseen protocolo profibus compatible con controlador seleccionado, permitiendo al programador leer y escribir datos en los parámetros interno de estos dispositivos.

Sin embargo, se dio la opción en la programación de un variador universal, llamado así por el autor, este permite conectar el PLC antes mencionado mediante su salida analógica la cual fue configurada previamente de 0 a 10 V, con los variadores mediante las entradas analógicas que estos dispositivos poseen independientemente del fabricante, este tipo de entradas en su mayoría se consideran de 0 a 10 V, de tal manera se logra manipular la frecuencia y velocidad de los motores mediante este tipo de conexión.

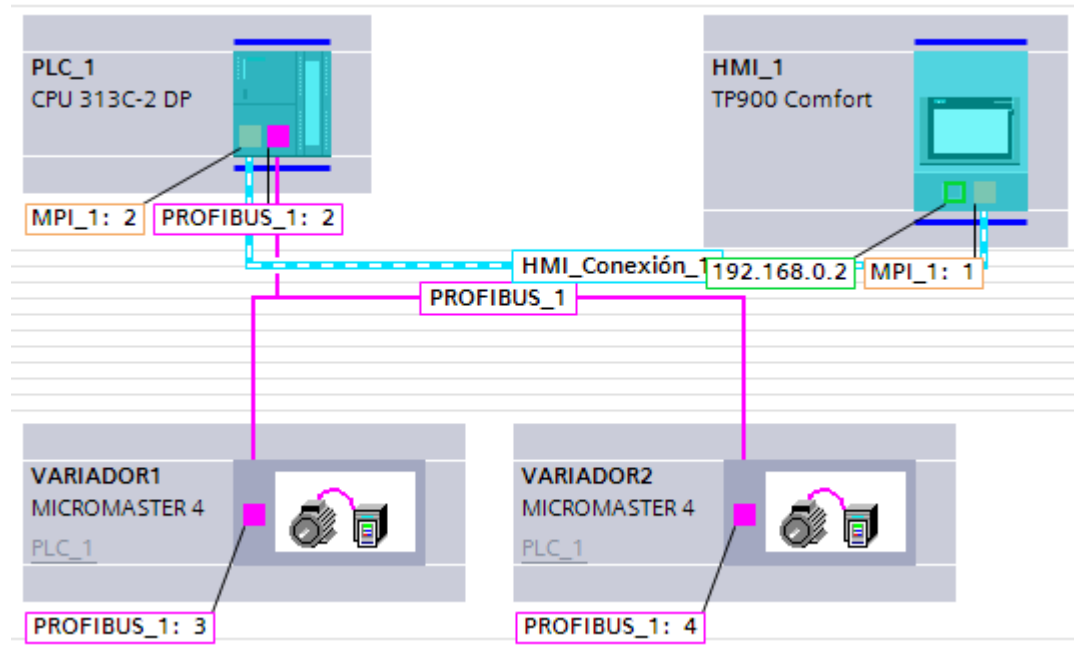


Figura 25. Conexión MPI y Profibus

Fuente. El Autor (2018).

5.3.3. Programación

La programación del controlador esta basa en lenguaje escalera o comúnmente llamado diagrama Ladder, que consta de un conjunto de segmentos en el cual en cada uno de ellos se realizan diferentes funciones, la cantidad de segmentos puede variar dependiendo del programador, en este caso el autor. La abreviación para el tipo de lenguaje utilizado en el software TIA Portal es llamado KOP. Por otra parte, un proyecto de TIA portal está constituido por un bloque de organización (OB) principal, el cual puede hacer uso de diferentes funciones (FC), bloques de funciones (FB), bloques de datos (DB) también llamados bases de datos, e inclusive con otros OB, manipulando diferentes tipos de variables, entre las más comunes de tipo bool, int, Dint, Word, DWord, real, String, Time, entre otros.

Así como existen los tipos de variables antes mencionados también encontramos variables o datos PLC (UDT), siendo este un tipo de dato compuesto personalizado,

empleado para la declaración de una variable, y se representa como una estructura de diferentes tipos de datos. Tiene como ventajas intercambio sencillo de datos entre varios bloques, transferencia de parámetros como una unidad de datos, y agrupación de datos según el control de proceso.

5.3.3.1. Bloques de Programa

Es un área del proyecto donde se visualizan y detallan los diferentes tipos de bloques antes mencionados, que se utilizó en el diseño de la propuesta en cuestión.

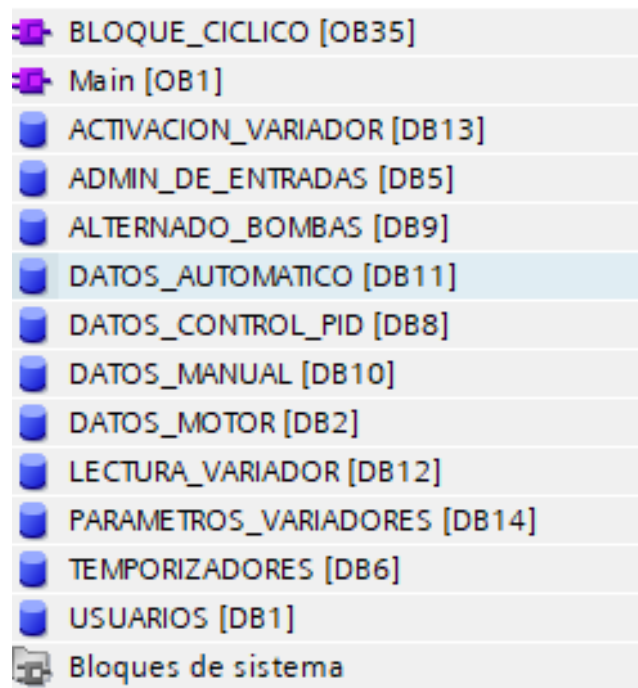


Figura 26. Bloques de Programa

Fuente. El Autor (2018).

ACTIVACION_VARIADOR								
	Nombre	Tipo de datos	Offset	Valor de arranq...	Remanen...	Visible en ..	Valor de a..	Comentario
1	Static				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
2	CONTROL_VARIADOR_1	*entrada*	0.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
3	parametro_enviado_1	Word	4.0	16#0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
4	indice_enviado_1	Word	6.0	16#0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
5	valor_enviado_1	Real	8.0	0.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
6	CONTROL_VARIADOR_2	*entrada*	12.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
7	parametro_enviado_2	Word	16.0	16#0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
8	indice_enviado_2	Word	18.0	16#0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
9	valor_enviado_2	Real	20.0	0.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
10	param_enviado1_int	Int	24.0	0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Figura 27. Bloque de datos – Activación de variador (DB13)

Fuente. El Autor (2018).

ADMIN_DE_ENTRADAS								
	Nombre	Tipo de datos	Offset	Valor de arranq...	Remanen...	Visible en ..	Valor de a..	Comentario
1	Static				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
2	INT_SENSOR_ULTRASONICO	Bool	0.0	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
3	INT_SENSOR_PRESION	Bool	0.1	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
4	INT_SENSOR_CAUDAL	Bool	0.2	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
5	INT_FLOTANTE_ELECTRICO	Bool	0.3	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Figura 28. Bloque de datos – Administración de entradas (DB5)

Fuente. El Autor (2018).

ALTERNADO_BOMBAS								
	Nombre	Tipo de datos	Offset	Valor de arranq...	Remanen...	Visible en ..	Valor de a..	Comentario
1	Static				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
2	RESET_ALTERNADO1	Bool	0.0	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
3	PV_TIEMPO_ALTERNADO_MIN	DInt	2.0	0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
4	PV_TIEMPO_ALTERNADO_SEG	DInt	6.0	0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
5	ET1_TIEMPO_ACUMULADO_SEG	DInt	10.0	0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
6	ET1_TIEMPO_ACUMULADO_SEG_REAL	Real	14.0	0.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
7	ET1_TIEMPO_ACUMULADO_MIN	Real	18.0	0.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
8	Q1_SALIDA	Bool	22.0	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
9	RESET_ALTERNADO2	Bool	22.1	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
10	ET2_TIEMPO_ACUMULADO_SEG	DInt	24.0	0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
11	ET2_TIEMPO_ACUMULADO_SEG_REAL	Real	28.0	0.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
12	ET2_TIEMPO_ACUMULADO_MIN	Real	32.0	0.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
13	Q2_SALIDA	Bool	36.0	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
14	SALIDA_ACUM_1	Bool	36.1	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
15	SALIDA_ACUM_2	Bool	36.2	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
16	RESET_ACUM_1	Bool	36.3	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
17	RESET_ACUM_2	Bool	36.4	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
18	ACUMULADOR1	DInt	38.0	0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
19	ACUMULADOR2	DInt	42.0	0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
20	MOTOR_1_AUTO_ON	Bool	46.0	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
21	MOTOR_2_AUTO_ON	Bool	46.1	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Figura 29. Bloque de datos – Alternado de bombas (DB9)

Fuente. El Autor (2018).

DATOS_AUTOMATICO								
	Nombre	Tipo de datos	Offset	Valor de arranq...	Remanen...	Visible en ..	Valor de a...	Comentario
1	Static							
2	SALIDA_PID_VARIADO...	Int	0.0	0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
3	SALIDA_PID_VARIADO...	Int	2.0	0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
4	SALIDA_PID_VARIADO...	DInt	4.0	0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
5	SALIDA_PID_VARIADO...	DInt	8.0	0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
6	SALIDA_PID_VARIADO...	DInt	12.0	0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
7	SALIDA_PID_VARIADO...	DInt	16.0	0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
8	REGISTRO_0	DInt	20.0	0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
9	REGISTRO_0_1	DInt	24.0	0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
10	REGISTRO1	DInt	28.0	0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		420-MULTIPLICACION DE LA REGLA DE 3 DEL VARIADOR 1
11	REGISTRO2	DInt	32.0	0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		420-MULTIPLICACION DE LA REGLA DE 3 DEL VARIADOR 2
12	VELOCIDAD_VARIADO...	DInt	36.0	0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
13	VELOCIDAD_VARIADO...	DInt	40.0	0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
14	VARIADOR_420	Bool	44.0	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
15	VARIADOR_420_ACT...	Bool	44.1	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
16	VARIADOR_UNIVERSAL	Bool	44.2	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
17	VARIADOR_UNIVERSA...	Bool	44.3	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
18	UNIVERSAL_VELOCID...	Real	46.0	0.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
19	UNIVERSAL_VELOCID...	Real	50.0	0.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
20	REGISTRO3	Real	54.0	0.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		UNI-Hz-MULTIPLICACION DE LA REGLA DE 3 DEL VARIADOR 1
21	REGISTRO4	Real	58.0	0.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		UNI-Hz-MULTIPLICACION DE LA REGLA DE 3 DEL VARIADOR 2
22	REGISTRO5	Real	62.0	0.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		UNI-RPM-MULTIPLICACION DE LA REGLA DE 3 DEL VARIADOR 1
23	REGISTRO6	Real	66.0	0.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		UNI-RPM-MULTIPLICACION DE LA REGLA DE 3 DEL VARIADOR 2
24	UNIVERSAL_VELOCID...	Real	70.0	0.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		UNI-VELOCIDAD DEL MOTOR 1 RPM PARA VISUALIZAR EN Hz
25	UNIVERSAL_VELOCID...	Real	74.0	0.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		UNI-VELOCIDAD DEL MOTOR 2 RPM PARA VISUALIZAR EN Hz
26	420_VELOCIDAD_RPM...	DInt	78.0	0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
27	420_VELOCIDAD_RPM...	DInt	82.0	0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
28	REGISTRO7	DInt	86.0	0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
29	REGISTRO8	DInt	90.0	0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		

Figura 30. Bloque de datos – Datos Automático (DB11)

Fuente. El Autor (2018).

DATOS_CONTROL_PID								
	Nombre	Tipo de datos	Offset	Valor de arranq...	Remanen...	Visible en ..	Valor de a...	
1	Static							
2	PRESION_DISTRIBUCION	Real	0.0	0.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
3	SP	Real	4.0	0.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
4	OUT_PRESION	Real	8.0	0.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
5	MAN_PRESION	Bool	12.0	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
6	AUTO_PRESION	Bool	12.1	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
7	SUBIR_PID	Bool	12.2	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
8	BAJAR_PID	Bool	12.3	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
9	PROPORCIONAL	Real	14.0	0.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
10	INTEGRATIVO	Time	18.0	T#0ms	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
11	DERIVATIVO	Time	22.0	T#0ms	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
12	ERROR	Real	26.0	0.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		

Figura 31. Bloque de datos – Datos Control PID (DB8)

Fuente. El Autor (2018).

DATOS_MANUAL								
	Nombre	Tipo de datos	Offset	Valor de arranq...	Remanen...	Visible en ..	Valor de a...	Comentario
1	Static							
2	INDICADOR_VELOCID...	DInt	0.0	0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
3	INDICADOR_VELOCID...	DInt	4.0	0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
4	VELOCIDAD_MAN_M...	DInt	8.0	0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		VELOCIDAD MANIPULADA DESDE Hz EN Hz DEL MOTOR 1
5	VELOCIDAD_MAN_M...	DInt	12.0	0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		VELOCIDAD MANIPULADA DESDE Hz EN Hz DEL MOTOR 2
6	REGISTRO1	DInt	16.0	0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		REGLA DE 3 PARA VELOCIDAD DEL MOTOR 1 EN MODO MANUAL CONVIERTE DE Hz A RPM
7	REGISTRO2	DInt	20.0	0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		REGLA DE 3 PARA VELOCIDAD DEL MOTOR 2 EN MODO MANUAL CONVIERTE DE Hz A RPM

Figura 32. Bloque de datos – Datos Manual (DB10)

Fuente. El Autor (2018).

DATOS_MOTOR							
Nombre	Tipo de datos	Offset	Valor de arranq...	Remanen...	Visible en ...	Valor de a...	Comentario
Static							
VOLTAGE1	Int	0.0	0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
VOLTAGE2	Int	2.0	0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
FRECUENCIA1	Int	4.0	0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
FRECUENCIA2	Int	6.0	0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
POTENCIA_HP_1	Int	8.0	0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
POTENCIA_HP_2	Int	10.0	0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
VELOCIDAD_RPM1	Int	12.0	0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
VELOCIDAD_RPM2	Int	14.0	0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
FRECUENCIA1_REAL	Real	16.0	0.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
FRECUENCIA2_REAL	Real	20.0	0.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
VELOCIDAD_RPM1_RE	Real	24.0	0.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
VELOCIDAD_RPM2_RE	Real	28.0	0.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
REGISTRO5	Real	32.0	0.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
REGISTRO6	Real	36.0	0.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		GUARDA EL VALOR DE MULTIPLICACION DE LA REGLA DE 3 DE 100% A 60Hz DEL MOTOR1
VELOCIDAD_1_RPM_D...	Dint	40.0	0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		GUARDA EL VALOR DE MULTIPLICACION DE LA REGLA DE 3 DE 100% A 60Hz DEL MOTOR2
VELOCIDAD_2_RPM_D...	Dint	44.0	0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
FRECUENCIA_1_Dint	Dint	48.0	0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
FRECUENCIA_2_Dint	Dint	52.0	0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		

Figura 33. Bloque de datos – Datos Motor (DB2)

Fuente. El Autor (2018).

LECTURA_VARIADOR							
Nombre	Tipo de datos	Offset	Valor de arranq...	Remanen...	Visible en ...	Valor de a...	
Static							
ESTADO_VARIADOR_1	"salida"	0.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
Parametro_recibido_1	Word	4.0	16#0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
indice_recibido_1	Word	6.0	16#0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
valor_recibido_1	Real	8.0	0.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
ESTADO_VARIADOR_2	"salida"	12.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
Parametro_recibido_2	Word	16.0	16#0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
indice_recibido_2	Word	18.0	16#0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
valor_recibido_2	Real	20.0	0.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		

Figura 34. Bloque de datos – Lectura del Variador (DB12)

Fuente. El Autor (2018).

PARAMETROS_VARIADORES							
Nombre	Tipo de datos	Offset	Valor de arranq...	Remanen...	Visible en ...	Valor de a...	
Static							
VARIADOR_1	"parametros"	0.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
velocidad_minima	Bool	0.0	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
velocidad_maxima	Bool	0.1	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
tiempo_aceleracion	Bool	0.2	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
tiempo_desaceleracion	Bool	0.3	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
corriente_nominal	Bool	0.4	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
potencia_nominal	Bool	0.5	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
corriente_real_salida_motor	Bool	0.6	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
energia_consumida_k2lh	Bool	0.7	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
VARIADOR_2	"parametros"	2.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		

Figura 35. Bloque de datos – Parámetros Variadores (DB14)

Fuente. El Autor (2018).

TEMPORIZADORES								
	Nombre	Tipo de datos	Offset	Valor de arranq...	Remanen...	Visible en ..	Valor de a..	Comentario
1	Static				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
2	TEMPORIZADOR_1	*temporizador*	0.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	MANUAL
3	TEMPORIZADOR_2	*temporizador*	24.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	MANUAL
4	TOTAL_TIEMPO_1_MIN	Real	48.0	0.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
5	TOTAL_TIEMPO_2_MIN	Real	52.0	0.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
6	TIEMPO_1_MIN_REAL	Real	56.0	0.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
7	TIEMPO_2_MIN_REAL	Real	60.0	0.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
8	LIMITE_PREV_1	Bool	64.0	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
9	LIMITE_PREV_2	Bool	64.1	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Figura 36. Bloque de datos – Temporizadores (DB6)

Fuente. El Autor (2018).

Figura 37. Bloque de datos – Usuarios (DB1)

USUARIOS								
	Nombre	Tipo de datos	Offset	Valor de arranq...	Remanen...	Visible en ..	Valor de a..	Comentario
1	Static				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
2	NOMBRE_USUARIOS	String	0.0	"	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
3	CONTRASEÑA_USUARI...	String	256.0	"	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Fuente. El Autor (2018).

5.3.3.2. Tabla de variables del PLC

Tabla de variables estándar							
	Nombre	Tipo de datos	Dirección	Rema...	Acces...	Visibl...	Comentario
1	ENCENDIDO	Bool	%I.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	ENCENDIDO DEL SISTEMA
2	APAGADO	Bool	%I.1		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	APAGADO DEL SISTEMA
3	MI	Bool	%M.3		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	MARCA QUE ENCLAVA EL ENCENDIDO DEL SISTEMA
4	PARADA_EMERG	Bool	%I.2		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	PARA DE EMERGENCIA QUE PAUSA EL SISTEMA
5	MANUAL	Bool	%I.3		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	MODO MANUAL PARA EL FUNCIONAMIENTO DE LAS BOMBAS
6	AUTOMATICO	Bool	%I.4		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	MODO AUTOMATICO PARA EL FUNCIONAMIENTO DE LAS BOMBAS
7	M_ENCENDIDO	Bool	%M.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	MARCA DEL ENCENDIDO DEL SISTEMA DESDE HMI
8	M_APAGADO	Bool	%M.1		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	MARCA PARA APAGAR EL SISTEMA DESDE HMI
9	M_PARADA_EMER	Bool	%M.2		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	MARCA DE PARO DE EMERGENCIA QUE PAUSA EL SISTEMA DESDE HMI
10	M_MANUAL	Bool	%M.4		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	MARCA MODO MANUAL DESDE HMI
11	M_AUTOMATICO	Bool	%M.5		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	MARCA MODO AUTOMATICO DESDE HMI
12	MOTOR1_ARRANQUE_MAN	Bool	%I.5		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	MARCA QUE ARRANCA EL MOTOR 1 EN MODO MANUAL
13	MOTOR1_PARADA_MAN	Bool	%I.6		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	MARCA QUE PARA EL MOTOR 1 EN MODO MANUAL
14	MOTOR2_ARRANQUE_MAN	Bool	%I.7		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	MARCA QUE ARRANCA EL MOTOR 2 EN MODO MANUAL
15	MOTOR2_PARADA_MAN	Bool	%I.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	MARCA QUE PARA EL MOTOR 2 EN MODO MANUAL
16	M_M1_ARRAN_MAN	Bool	%M.6		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	MARCA PARA ARRANCAR MOTOR 1 EN MANUAL DESDE HMI
17	M_M1_PARADA_MAN	Bool	%M.7		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	MARCA PARA PARAR MOTOR 1 EN MANUAL DESDE HMI
18	M_M2_ARRANQUE_MAN	Bool	%M.1		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	MARCA PARA ARRANCAR MOTOR 2 EN MANUAL DESDE HMI
19	M_M2_PARADA_MAN	Bool	%M.1		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	MARCA PARA PARAR MOTOR 2 EN MANUAL DESDE HMI
20	MANUAL_ON	Bool	%M.2		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	MARCA MODO MANUAL ACTIVO
21	AUTOMATICO_ON	Bool	%M.3		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	MARCA MODO AUTOMATICO ACTIVO
22	NOMBRE_USUARIO	Word	%M.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
23	CONTRASEÑA_USUARIO	Word	%M.2		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
24	ADMINISTRAR_USUARIO	Bool	%M.4		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	

Figura 38. Tabla de Variables estándar parte 1

Fuente. El Autor (2018).

Figura 39. Tabla de Variables estándar parte 2

Tabla de variables estándar							
	Nombre	Tipo de datos	Dirección	R...	Acces...	Visibl...	Comentario
25	↳ MARCA_PCALE1_BIPOLAR	Bool	%M1.5		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
26	↳ M_MOTOR1_ON_MNH	Bool	%M1.6		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
27	↳ M_MOTOR2_ON_MNH	Bool	%M1.7		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
28	↳ LIMITE_MTO_CORRECTIVO	Int	%M4		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	MARCA DESDE EL HM DEL LIMITE DE ENCENDIDOS DE LOS MOTORES
29	↳ NUM_ENCENDIDO_MOTOR1	Int	%M6		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	MARCA DESDE EL HM CON EL NUMERO DE ENCENDIDOS DEL MOTOR 1
30	↳ NUM_ENCENDIDO_MOTOR2	Int	%M8		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	MARCA DESDE EL HM CON EL NUMERO DE ENCENDIDOS DEL MOTOR 2
31	↳ M_RESET_CONTADOR_M1	Bool	%M2.6		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	BOTON DEL HM QUE RESETEA EL NUMERO DE ENCENDIDOS DEL MOTOR 1
32	↳ LIMITE_MOTOR1	Bool	%M2.7		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	SALIDA DEL CONTADOR, SI EL NUMERO DE VECES DEL MOTOR 1 ES IGUAL AL LIMITE MUESTRA ALARMA
33	↳ M_RESET_CONTADOR_M2	Bool	%M2.1		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	BOTON DEL HM QUE RESETEA EL NUMERO DE ENCENDIDOS DEL MOTOR 1
34	↳ LIMITE_MOTOR2	Bool	%M2.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	SALIDA DEL CONTADOR, SI EL NUMERO DE VECES DEL MOTOR 2 ES IGUAL AL LIMITE MUESTRA ALARMA
35	↳ S_ULTRASONICO_NIVEL_TANQ...	Int	%W100		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	ENTRADA FISICA DEL SENSOR ULTRASONICO
36	↳ M_NIVEL_TANQUE	Real	%MD80		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	MARCA CON EL NIVEL DEL TANQUE
37	↳ PRESION	Int	%W102		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	ENTRADA FISICA DEL SENSOR DE PRESION
38	↳ M_PRESION	Real	%MD90		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	MARCA CON EL VALOR DE PRESION
39	↳ M_BIPOLAR	Bool	%M2.2		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
40	↳ M_RET_VAL_NIVEL	Word	%MW10		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
41	↳ M_RET_VAL_PRES	Word	%MW12		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
42	↳ M_NIVEL_REAL	Real	%MD14		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	VALOR DEL NIVEL DEL TANQUE, TIPO DE DATO REAL
43	↳ LIMITE_BAJO_NIVEL	Bool	%M3		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	ALARMA DE NIVEL BAJO DEL TANQUE
44	↳ FLUJOMETRO	Int	%W104		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	ENTRADA FISICA DEL SENSOR DE FLUJO
45	↳ M_FLUJOMETRO	Real	%MD100		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	MARCA CON EL VALOR DE FLUJOMETRO
46	↳ LIM_SUP_FLUJOMETRO	Real	%MD104		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	LIMITE SUPERIOR DEL FLUJOMETRO
47	↳ M_RET_VAL_FLUJOMETRO	Word	%MW14		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
48	↳ CONTROL_PID	Bool	%M5		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	MARCA DE ACTIVACION DEL CONTROL PID
49	↳ PID_MNH	Bool	%M3.6		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	MARCA PARA PID MANUAL

Fuente. El Autor (2018).

Tabla de variables estándar							
	Nombre	Tipo de datos	Dirección	R...	Acces...	Visibl...	Comentario
50	↳ CONTROL_VELOCIDAD1	Real	%MD108		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
51	↳ CONTROL_VELOCIDAD2	Real	%MD112		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
52	↳ M_RET_VAL_DESESCALADO	Word	%MW16		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
53	↳ PALABRA_MANDO1	Word	%QW264		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	PALABRA DE MANDO DEL VARIADOR 1
54	↳ VELOCIDAD_ESCRIBIR_1	Word	%QW266		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	VELOCIDAD QUE SALE DEL PID Y SE ENVIA AL VARIADOR
55	↳ FRECUENCIA_ACTUAL1	Real	%MD120		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
56	↳ FRECUENCIA_ACTUAL2	Real	%MD124		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
57	↳ PALABRA_MANDO2	Word	%QW276		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
58	↳ VELOCIDAD_ESCRIBIR_2	Int	%QW278		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
59	↳ RET_VAL_BUKMOVE1	Int	%MW18		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
60	↳ RET_VAL_BUKMOVE2	Int	%MW20		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
61	↳ PARAMETRO_1	Word	%QW256		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
62	↳ INDICE_1	Word	%QW258		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
63	↳ VALOR_PARAMETRO_1	Real	%QD260		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
64	↳ CONTROL_PID_ON	Bool	%M2.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
65	↳ UNI_VELOCIDAD_1_FISICA	Int	%QW100		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
66	↳ UNI_VELOCIDAD_2_FISICA	Int	%QW102		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
67	↳ RET_VAL_VEL_FISICA_1	Word	%MW22		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
68	↳ RET_VAL_VEL_FISICA_2	Word	%MW24		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
69	↳ CONTROL_PID_ON_2	Bool	%M2.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
70	↳ FLOTANTE_ELECTRICO	Bool	%I1.1		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
71	↳ LEER_PARAMETRO_1	Word	%W256		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
72	↳ LEER_INDICE_1	Word	%W258		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
73	↳ LEER_VALOR_1	Real	%D260		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
74	↳ PARAMETRO_2	Word	%QW268		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	

Figura 40. Tabla de Variables estándar parte 3

Fuente. El Autor (2018).

Figura 41. Tabla de Variables estándar parte 4

Tabla de variables estándar							
	Nombre	Tipo de datos	Dirección	R...	Acces...	Visibl...	Comentario
75	INIDICE_2	Word	%QW270		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
76	VALOR_PARAMETRO_2	Real	%QD272		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
77	LEER_PARAMETRO_2	Word	%IW268		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
78	LEER_INDICE_2	Word	%IW270		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
79	LEER_VALOR_2	Real	%ID272		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
80	RESET_1_MITTO_PREVE	Bool	%M3.7		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
81	RESET_2_MITTO_PREV	Bool	%M4.1		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
82	RT_MOTOR_1	Bool	%M4.2		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
83	RT_MOTOR_2	Bool	%M4.3		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
84	RT_MOTOR_1_ON	Bool	%M4.4		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
85	RT_MOTOR_2_ON	Bool	%M4.5		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	

Fuente. El Autor (2018).

5.3.3.3. Datos PLC (UDT)

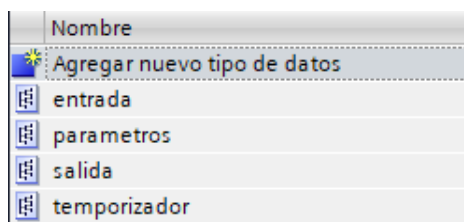


Figura 42. Datos UDT

Fuente. El Autor (2018).

entrada							
	Nombre	Tipo de datos	Offset	Valor predet.	Visible en	Valor de a.	Comentario
1	Mando_derecha	Bool	0.0	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	mando a la derecha
2	Mando_izquierda	Bool	0.1	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	mando a la izquierda
3	Control_PLC	Bool	0.2	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	control desde PLC
4	Inv_giro	Bool	0.3	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Inversion del valor de SP
5	libre	Bool	0.4	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	no utilizado
6	Potenciometro_arriba	Bool	0.5	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	potenciometro hacia arriba
7	Potenciometro_abajo	Bool	0.6	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	potenciometro hacia abajo
8	Mando_local_remoto	Bool	0.7	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	mando local o remoto
9	encendido_apagado	Bool	1.0	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	encendido (1) apagado (0)
10	stop_electrico	Bool	1.1	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	YES(0) NO (1)
11	stop_rapido	Bool	1.2	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	YES(0) NO (1)
12	generador_rampa	Bool	1.3	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	NO (0) YES (1)
13	rampa_encendida	Bool	1.4	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	NO (0) YES (1)
14	rampa_apagada	Bool	1.5	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	NO (0) YES (1)
15	encender_rampa	Bool	1.6	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	NO (0) YES (1)
16	reset_fallo	Bool	1.7	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	NO (0) YES (1)
17	velocidad_variador	Int	2.0	0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	velocidad 16383=60 Hz

Figura 43. Datos UDT - Variable entrada

Fuente. El Autor (2018).

parametros							
	Nombre	Tipo de datos	Offset	Valor predet.	Visible en ..	Valor de a..	Comentario
1	velocidad_minima	Bool	0.0	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
2	velocidad_maxima	Bool	0.1	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
3	tiempo_aceleracion	Bool	0.2	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
4	tiempo_desaceleracion	Bool	0.3	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
5	corriente_nominal	Bool	0.4	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
6	potencia_nominal	Bool	0.5	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
7	corriente_real_salida_motor	Bool	0.6	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
8	energia_consumida_k2/h	Bool	0.7	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Figura 44. Datos UDT - Variable parámetros

Fuente. El Autor (2018).

salida							
	Nombre	Tipo de datos	Offset	Valor predet.	Visible en ..	Valor de a..	Comentario
1	SP	Bool	0.0	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
2	Control_solicitado	Bool	0.1	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	control(remoto) solicitado (maestro toma el control)
3	Frecuencia_salida_con	Bool	0.2	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	frecuencia salida convertidos mayor o igual frecuencia max
4	Alarma_limite_corriente	Bool	0.3	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	alarma motor al limite de corriente
5	Freno_motor	Bool	0.4	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Freno del motor
6	Sobrecarga_motor	Bool	0.5	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	sobrecarga del motor
7	Giro_motor	Bool	0.6	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	giro a la derecha(1) giro a la izquierda(0)
8	Sobrecarga_convertidor	Bool	0.7	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	sobrecarga del convertidor (cte o temporal)
9	Listo_encendido	Bool	1.0	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	listo para el servicio
10	Listo_amanque	Bool	1.1	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	listo para arrancar
11	Servicio_desb	Bool	1.2	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Servicio desbloqueo
12	Fallo	Bool	1.3	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	fallo
13	Comando_AUS2_OFF2_ON	Bool	1.4	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	comando AUS2/OFF2 activo
14	Comando_AUS3_OFF3_ON	Bool	1.5	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	comando AUS3/OFF3 activo
15	Bloque_amanque	Bool	1.6	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	bloqueo del amanque
16	Alarma_ver_param	Bool	1.7	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	alarma ver parametros(j2110)
17	Velocidad_actual	Int	2.0	0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Velocidad actual del variador 16383*60Hz

Figura 45. Datos UDT - Variable salida

Fuente. El Autor (2018).

temporizador							
	Nombre	Tipo de datos	Offset	Valor predet.	Visible en ..	Valor de a..	Comentario
1	TIEMPO_SEG	DInt	0.0	0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
2	TIEMPO_ACUM_SEG	DInt	4.0	0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
3	RESET	Bool	8.0	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
4	ALARMA_LIMITE	Bool	8.1	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
5	TIEMPO_H	DInt	10.0	0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
6	TIEMPO_ACUM_H	Real	14.0	0.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
7	TIEMPO_ACUM_SEG_REAL	Real	18.0	0.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
8	TIEMPO_H_INT	Int	22.0	0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Figura 46. Datos UDT - Variable temporizador

Fuente. El Autor (2018).

5.3.3.4. Bloque de Organización principal o Main (OB1)

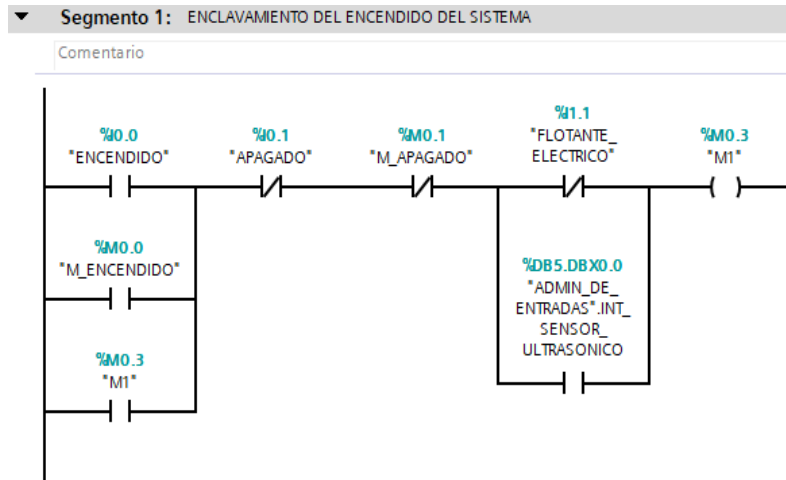


Figura 47. Enclavamiento del sistema

Fuente. El Autor (2018).

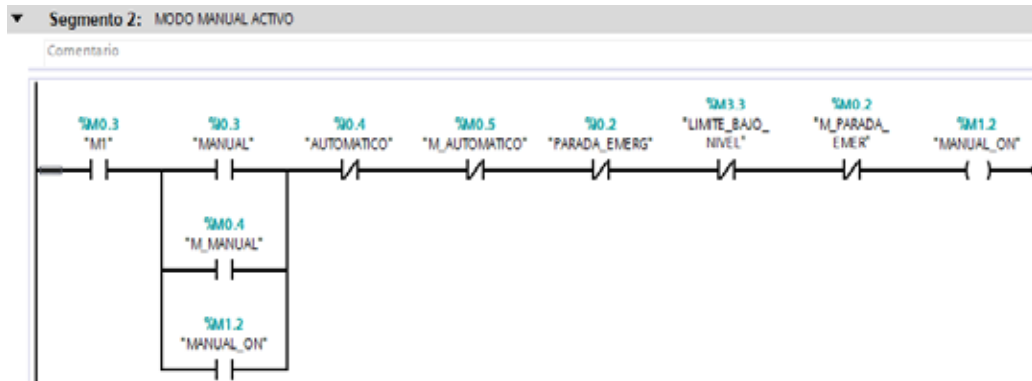


Figura 48. Modo manual activo

Fuente. El Autor (2018).

▼ **Segmento 3: MODO AUTOMATICO ACTIVO**

Comentario

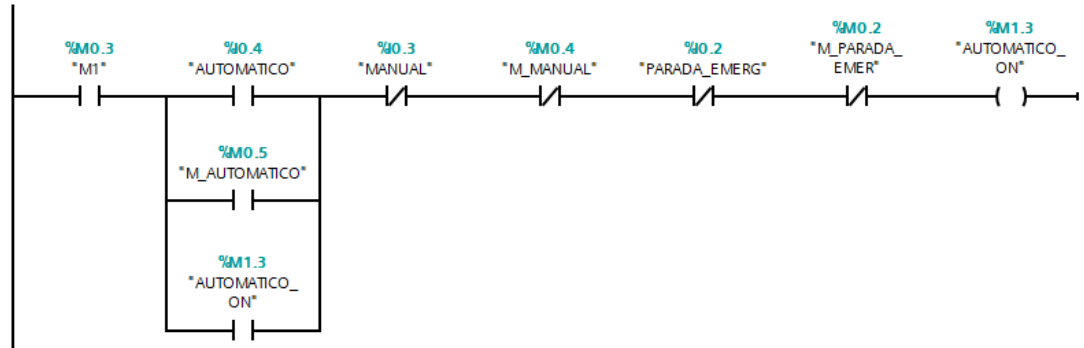


Figura 49. Modo automático activo

Fuente. El Autor (2018).

▼ **Segmento 4: ACTIVACION MOTOR 1 MODO MANUAL**

Comentario

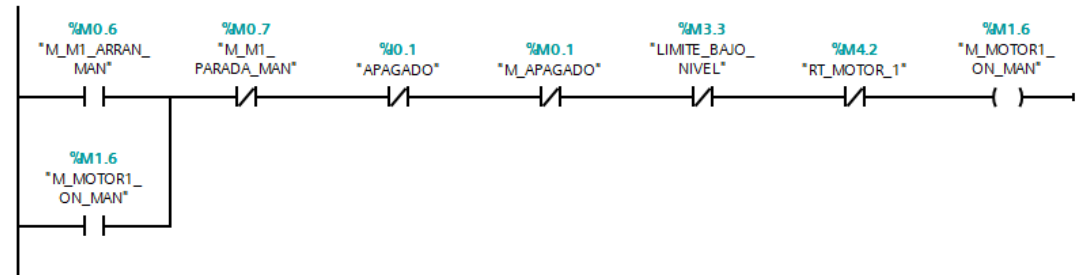


Figura 50. Activación del motor 1 en modo manual

Fuente. El Autor (2018).

▼ **Segmento 5: ACTIVACION MOTOR 2 MODO MANUAL**

Comentario

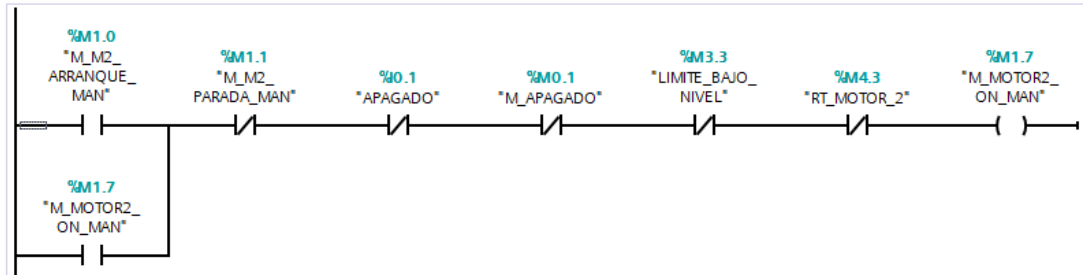


Figura 51. Activación del motor 2 en modo manual

Fuente. El Autor (2018).

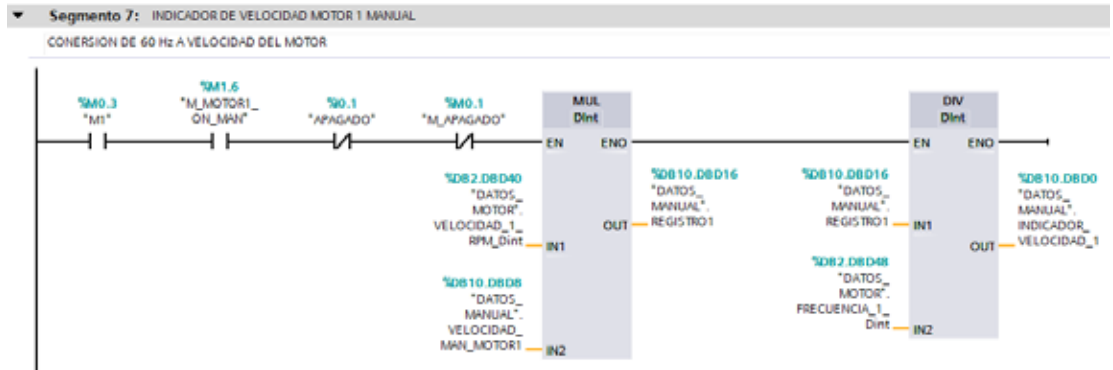


Figura 52. Indicador de velocidad del motor 1 en modo manual

Fuente. El Autor (2018).

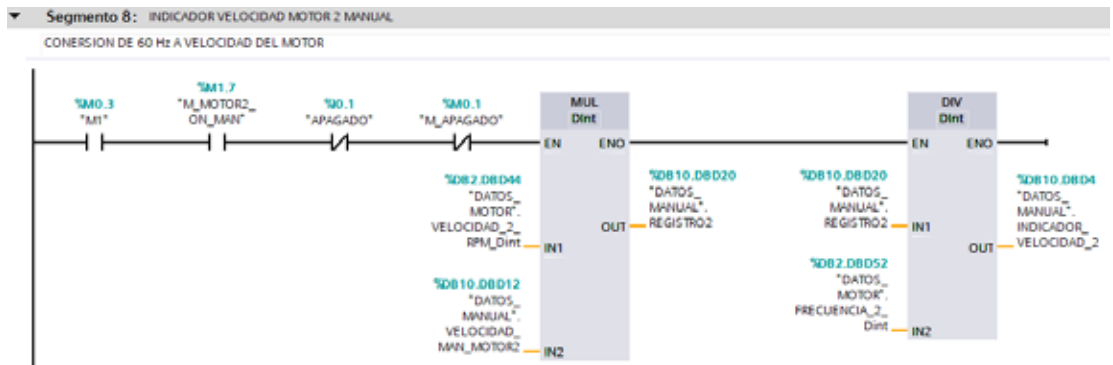


Figura 53. Indicador de velocidad del motor 2 en modo manual

Fuente. El Autor (2018).

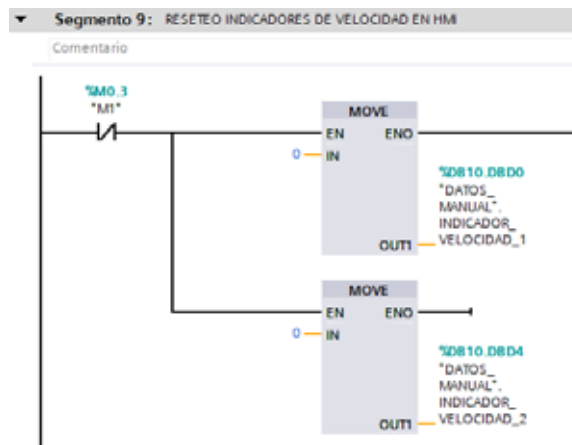


Figura 54. Reinicio de los indicadores de velocidad en modo manual

Fuente. El Autor (2018).

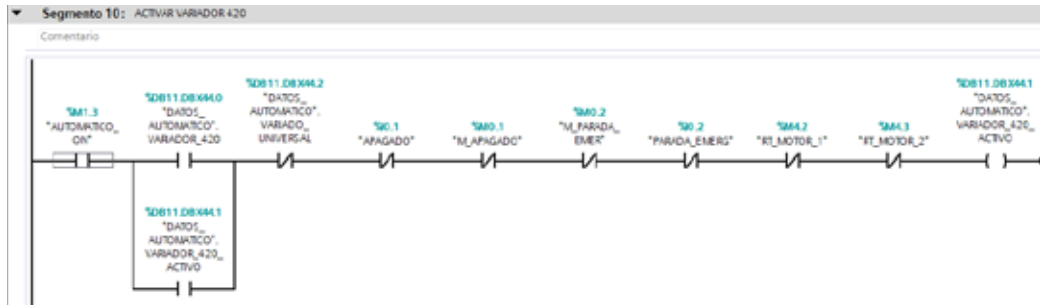


Figura 55. Activación del variador 420

Fuente. El Autor (2018).

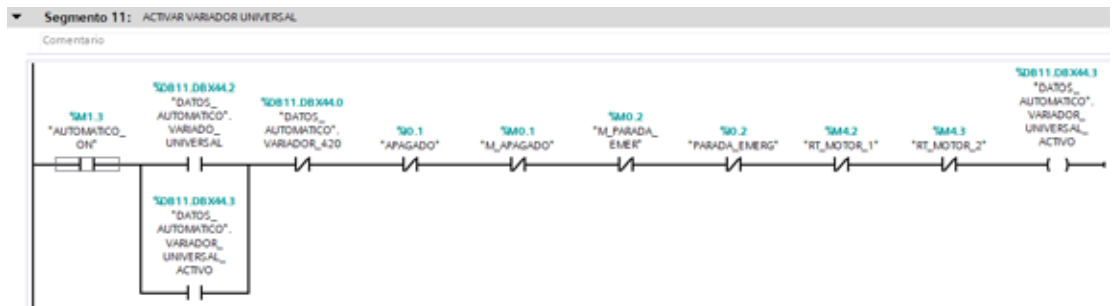


Figura 56. Activación del variador universal

Fuente. El Autor (2018).

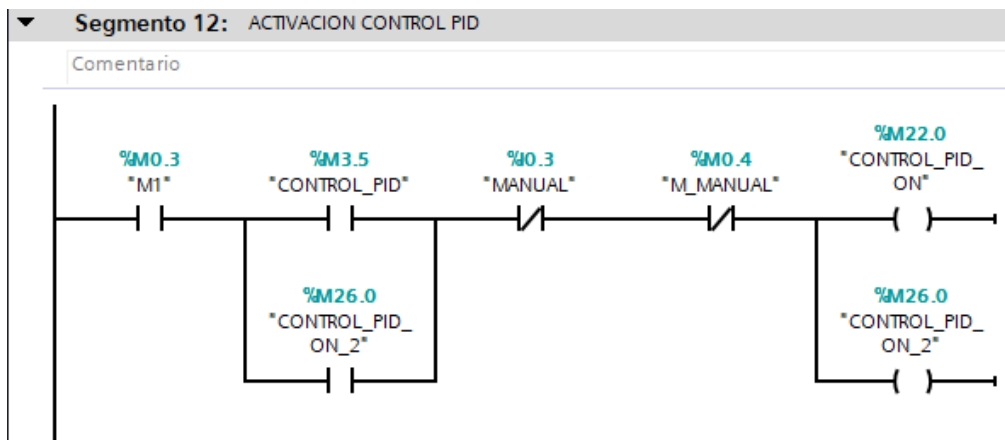


Figura 57. Activación del control PID

Fuente. El Autor (2018).

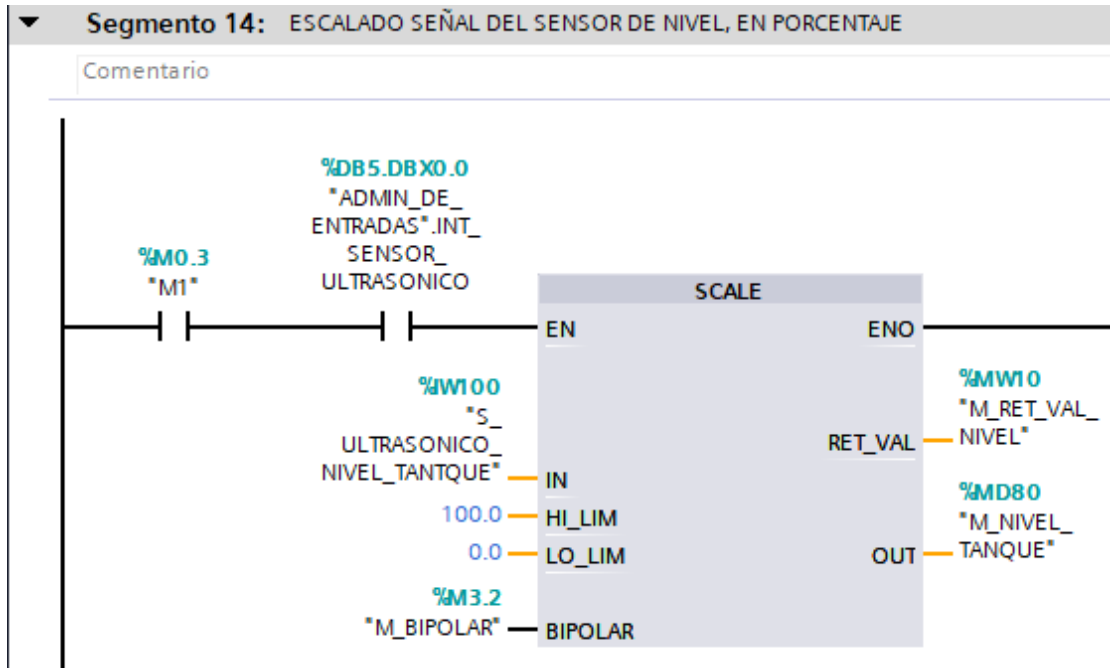


Figura 58. Escalado de la señal de nivel

Fuente. El Autor (2018).



Figura 59. Alarma límite del nivel del tanque

Fuente. El Autor (2018).

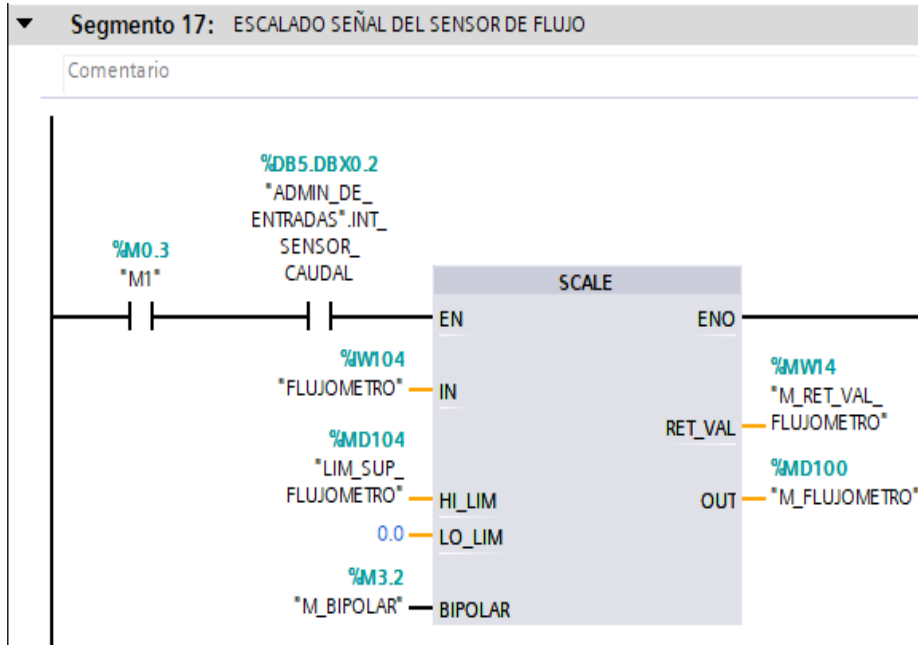


Figura 60. Escalamiento del sensor de flujo

Fuente. El Autor (2018).

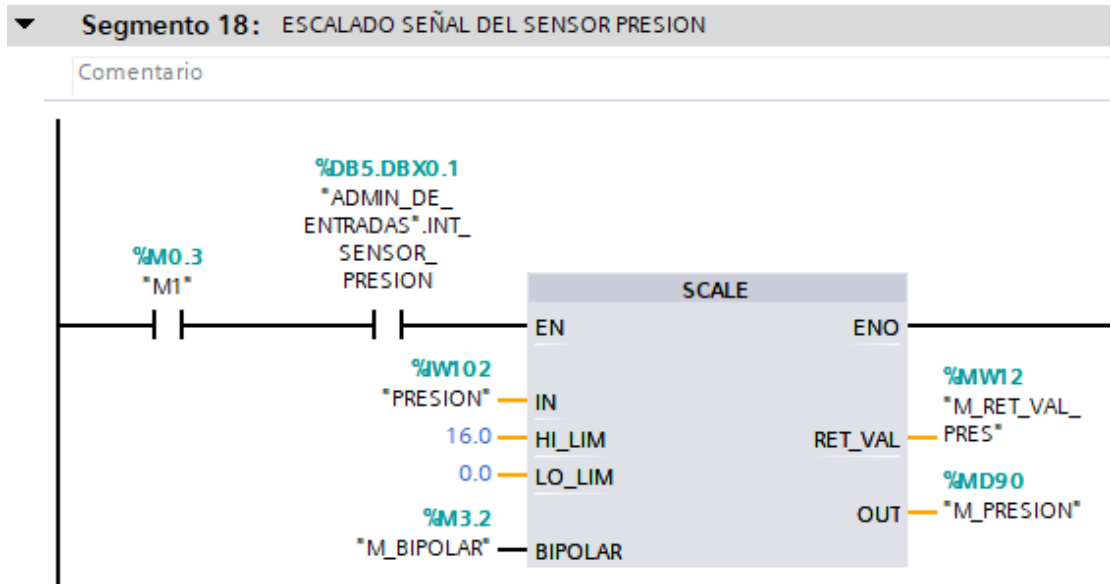


Figura 61. Escalamiento del sensor de presión

Fuente. El Autor (2018).

Segmento 36: MANTENIMIENTO PREVENTIVO

SUMAR TIEMPO DE LOS MOTORES EN MANUAL CON TIEMPO DE LOS MOTORES EN AUTOMATICO

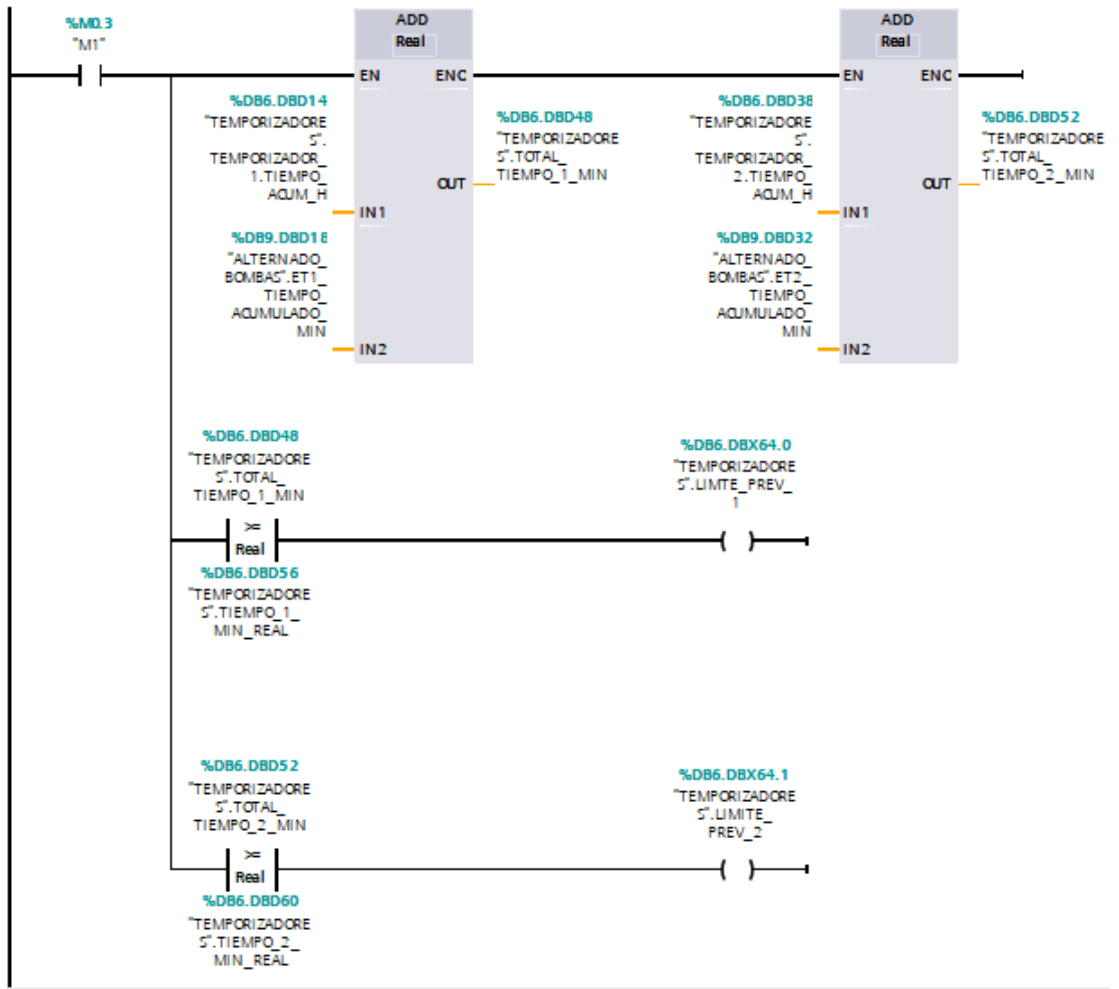


Figura 62. Mantenimiento preventivo

Fuente. El Autor (2018).

Segmento 25: MODO AUTOMATICO VARIADORES 420 ACTIVOS, ARRANCAR Y ACTIVAR MOTORES

Comentario

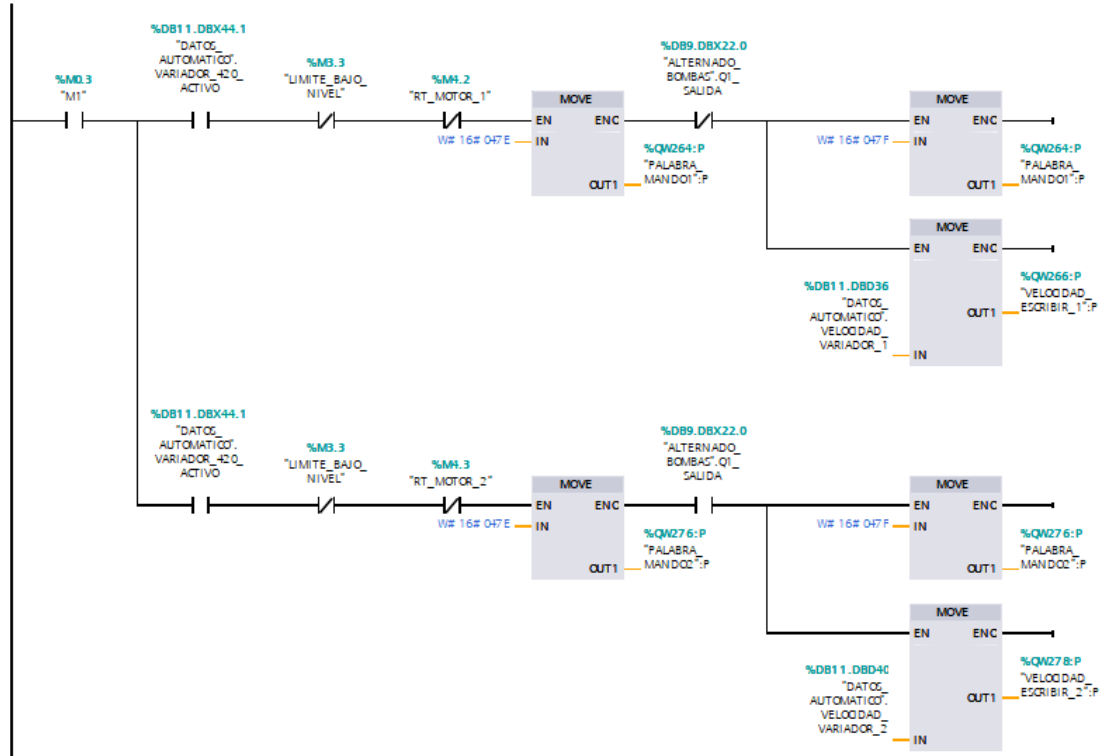


Figura 65. Encendido de motores en modo automático

Fuente. El Autor (2018).

5.3.3.5 Bloque Cíclico OB 35

Este es un bloque de organización especial el cual es controlado por tiempo, utiliza impulsos de conteo que se registra mediante un módulo de entradas digitales. La duración mínima de un impulso de conteo es de 50ms, aunque valor puede variar, para el trabajo presente se tomó un valor en tiempo de 100ms. Así mismo se encuentran diferentes segmentos programados para realizar diferentes funciones o tareas específicas.

▼ **Segmento 1: CONTROLADOR PID**

Comentario

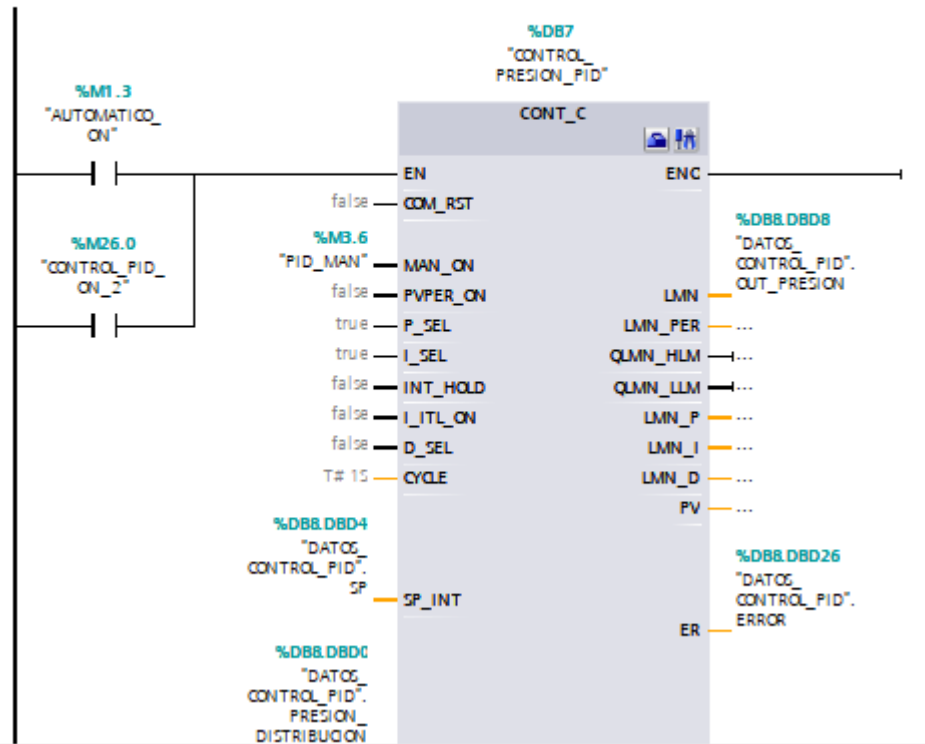


Figura 66. Bloque Control de Presión PI – parte 1

Fuente. El Autor (2018).

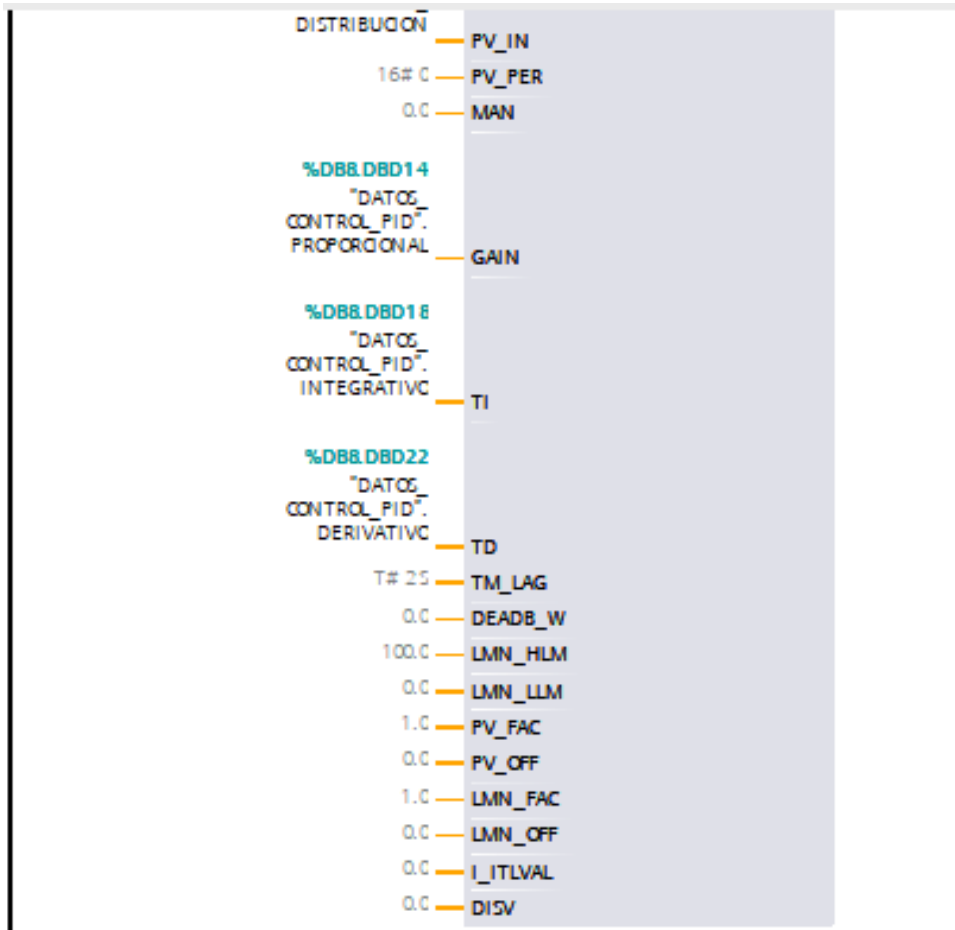


Figura 67. Bloque Control de Presión PI – parte 2

Fuente. El Autor (2018).

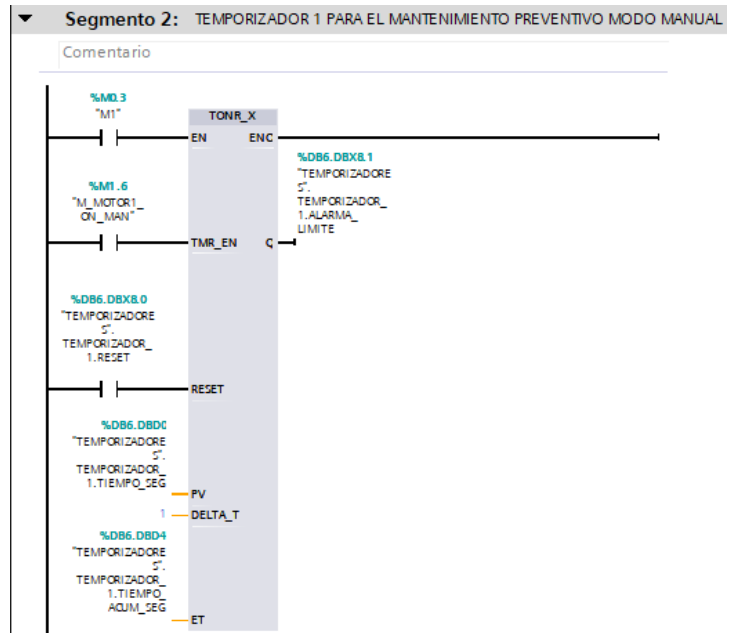


Figura 68. Temporizador 1 en modo manual para mantenimiento preventivo

Fuente. El Autor (2018).

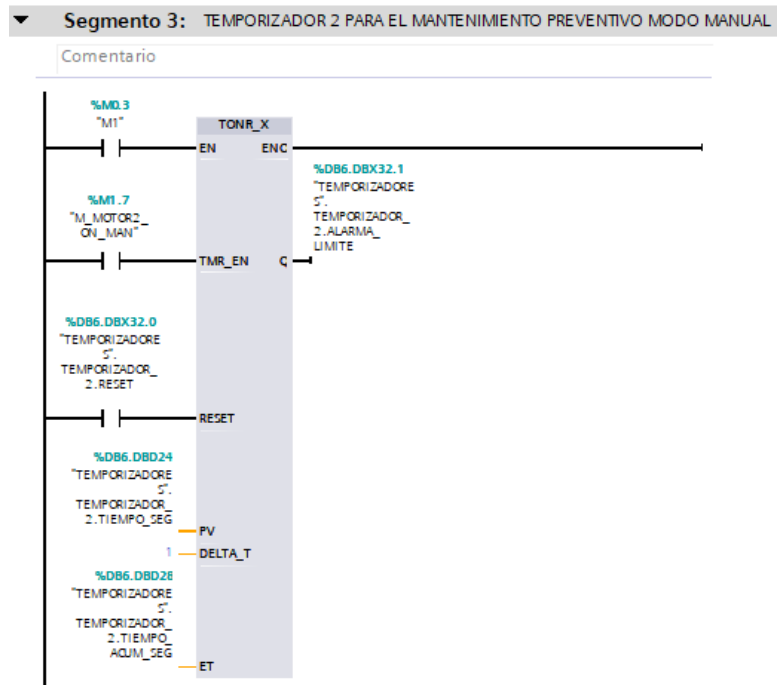


Figura 69. Temporizador 2 en modo manual para mantenimiento preventivo

Fuente. El Autor (2018).

▼ **Segmento 4:** ALTERNADO DE BOMBAS EN MODO AUTOMATICO PARTE 1

Comentario

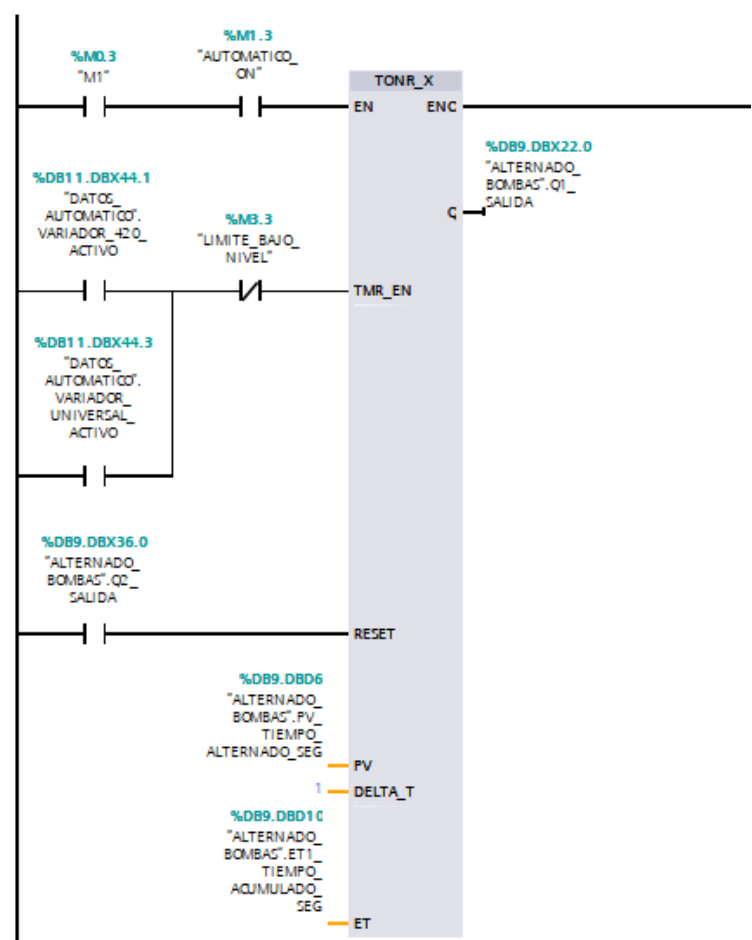


Figura 70. Temporizador 1 para alternado de las bombas en modo automático

Fuente. El Autor (2018).

5.3.4. Interfaz HMI

Además de la programación hecha que se mostró en las páginas anteriores de este trabajo de investigación, se realizó la interfaz HMI de forma sencilla, agradable a la vista e intuitiva, esta proporciona al usuario mayor información sobre el proceso, alarmas, datos, gráficos, entre otros, por otra parte se añadió niveles de seguridad que ayuda al departamento de mantenimiento de la empresa la correcta manipulación del proceso puesto que se encuentra personal especial y calificado para la operación de ciertos elementos.

Finalmente se agregó un apartado de ayuda el cual consiste en un manual de usuario, acerca del correcto manejo, uso y funcionamiento del sistema automatizado propuesto.

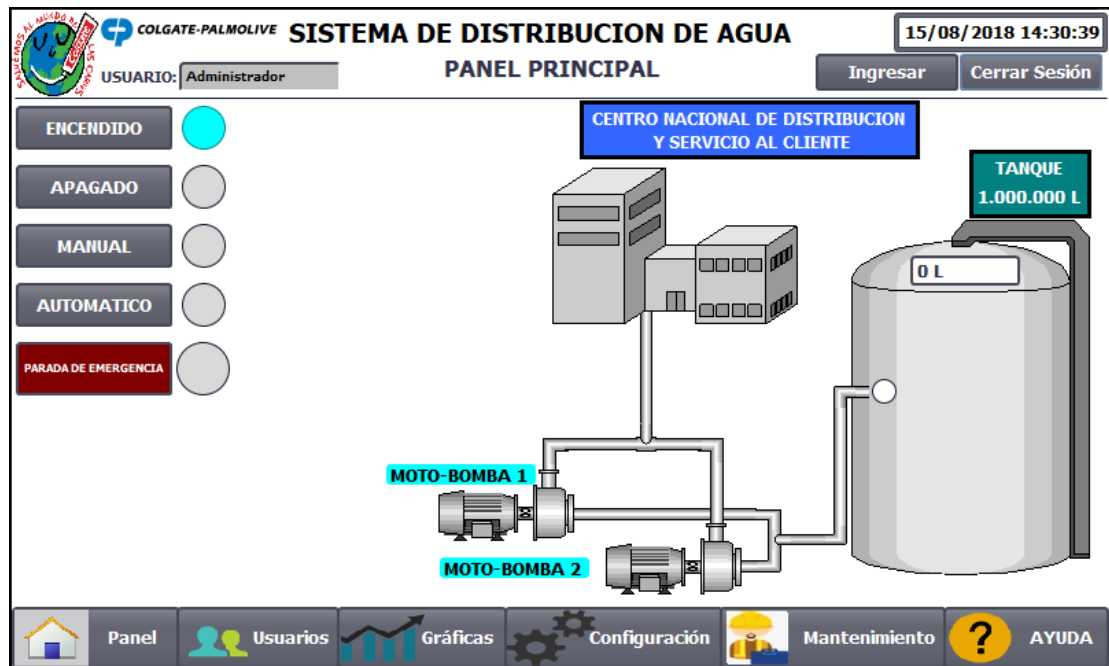


Figura 72. Panel Principal de la Interfaz HMI

Fuente. El Autor (2018).

5.4. 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 variador micromaster 420 el cual es considerado bajo, de fácil instalación y cumple con lo requerido, teniendo un costo unitario aproximado de Bs 400.000.000.

Así mismo se cuenta con la mano de obra especializada y los materiales necesarios para su instalación con un costo de Bs 200.000.000, este presupuesto está basado en el mercado actual para el mes de agosto del 2018, a fin de mejorar el proceso de distribución de agua mediante un sistema automatizado en el CNSC de la Empresa Colgate-Palmolive company.

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 puede realizar la propuesta para mejorar el proceso de distribución de agua mediante un sistema automatizado en el CNSC de Colgate-Palmolive company, a fin de mantener sus instalaciones en total y correcto funcionamiento, al igual que los sistemas de lavajos y duchas de seguridad que hacen uso del líquido.

El desarrollo del sistema automatizado hace uso de dispositivos de hardware como PLC y pantalla HMI, así como también de mejores dispositivos para el correcto manejo y control de motores.

A lo largo del presente trabajo se recopiló la información necesaria para solventar la problemática por parte 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 permite 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.

RECOMENDACIONES

- Realizar el análisis respectivo sobre el sistema de control a utilizar para obtener los parámetros respectivos para el perfecto funcionamiento del sistema, a fin de mantener la presión constante en el CNSC.
- Implantar un sensor de flujo para un mayor control del proceso.
- Implantar un sensor de nivel para el conocimiento del nivel real del tanque, para así supervisar constantemente y no sobrepasar los límites establecidos, a fin de mantener las instalaciones en su total funcionalidad.
- 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, Fideas (2012). El Proyecto de Investigación, introducción a la metodología científica (6ta edición). Caracas, Venezuela. Editorial Episteme.

Universidad Pedagógica Experimental Libertador (2006), Manual de Trabajos de Grado de Especialización y Maestría y Tesis Doctorales. Caracas, 4ta edición. Editorial FEDUPEL.

De Pizzella, A. (2016). “Presentación y transcripción del trabajo especial de grado” Publicado en la universidad José Antonio Páez.

Electrónicas

Información referente a los tipos de investigación, blog disponible en: <http://tesisdeinvestig.blogspot.com/2011/05/tipos-de-investigacion.html>. Consulta: Junio, 2018.

Información referente a los proyectos factibles, publicación disponible en: <http://proyectofactible6.blogspot.com/>. Consulta: Junio, 2018.

Información sobre los sistemas hidroneumáticos, pagina disponible en: <http://fluidos.eia.edu.co/hidraulica/articulos/maquinashidraulicas/hidroneumaticos/paginas/hidroneumaticos.htm>. Consulta: Mayo, 2018.

Información referente a sistemas de presión constante, publicación disponible en: http://www.umag.cl/biblioteca/tesis/saavedra_vidal_2007.pdf. Consulta: Mayo, 2018.

Información referente al Trabajo de Investigación sobre Diseño de sistemas de control para obtener presión constante, publicación disponible en:

<http://repositorio.uch.edu.pe/bitstream/handle/uch/54/diaz-rodas-henri.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

Consulta: Mayo, 2018.

Información referente al Trabajo de Investigación sobre la Propuesta de automatización del sistema de impulsión de agua, publicación disponible en:

https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/6574/Proyecto_Graduacion%20Wilmer.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

Consulta: Mayo, 2018.

Información referente al Proyecto de Graduación sobre el Diseño automatizado para el control del sistema de bombeo de agua potable, publicación disponible en:

https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/6574/Proyecto_Graduacion%20Wilmer.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

Consulta: Mayo, 2018.