



UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ

**SISTEMA DE SUPERVISIÓN Y CONTROL
DEL PROCESO DE LLENADO DEL AGUA
PARA LA PREPARACIÓN DE LOS
JARABES EN LOS TANQUES DE
MEZCLADO DEL ÁREA DE LÍQUIDOS
DE LA EMPRESA LABORATORIOS ELMOR SA**

Autor:
Delgado, Donny
C.I.: 20.010.506



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

**SISTEMA DE SUPERVISIÓN Y CONTROL DEL PROCESO DE LLENADO
DEL AGUA PARA LA PREPARACIÓN DE LOS JARABES EN LOS
TANQUES DE MEZCLADO DEL ÁREA DE LÍQUIDOS DE LA EMPRESA
LABORATORIOS ELMOR SA**

**Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de
INGENIERO ELECTRÓNICO**

Autor: Delgado, Donny
C.I.: 20.010.506
Tutor: Ing. Jesús Rodríguez

San Diego, Agosto 2019

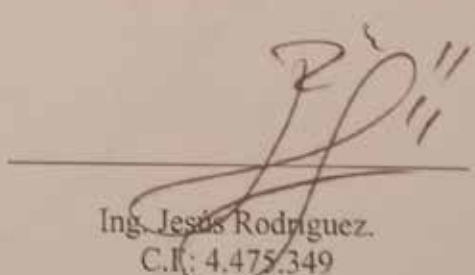


REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

ACEPTACIÓN DEL TUTOR

Quien suscribe, Ing. Jesús Rodríguez, titular de la cédula de identidad N° 4.475.349, en mi carácter de tutor del trabajo de grado presentado por el ciudadano DELGADO DONNY titular de la cédula de identidad N° 20.010.506, titulado **“SISTEMA DE SUPERVISIÓN Y CONTROL DEL PROCESO DE LLENADO DEL AGUA PARA LA PREPARACIÓN DE LOS JARABES EN LOS TANQUES DE MEZCLADO DEL ÁREA DE LÍQUIDOS DE LA EMPRESA LABORATORIOS ELMOR SA”**, presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero en Electrónica, considero que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del jurado examinador que se designe.

En San Diego, a los 13 días de Agosto del año 2019


Ing. Jesús Rodríguez.
C.I: 4.475.349

ACTA DE DECANO

Universidad José Antonio Páez
Decanato de Ingeniería



FI-E-003-2019-2CE

Valencia, 19 de Julio de 2019

Ciudadanos:
Donny Delgado
C.I: 20.010.506
Presente-

Cumplo con informarle que la Comisión de Trabajo de Grado y Pasantías de la Facultad de Ingeniería en su reunión N° 01-2019 de fecha 19-07-2019 aprobó el proyecto de trabajo de grado titulado **SISTEMA DE SUPERVISIÓN Y CONTROL DE PROCESO DEL LLENADO DEL AGUA PARA LA PREPARACIÓN DE LOS JARABES EN LOS TANQUES DE MEZCLADO DEL ÁREA DE LÍQUIDOS DE LA EMPRESA LABORATORIOS ELMOR SA** Presentado por usted como requisitos para optar al título de Ingeniero Electrónico.

Se ratifica la designación del Ing. Jesús Rodríguez C.I: 4.475.349 y la Ing. Alicia De Pizzella C.I: 4.598.880 como Tutores Académicos y Metodológicos que los asesoraran en el desarrollo de este proyecto.

Atentamente,

Prof. Luis Lira

Decano de la Facultad de Ingeniería



c.c. Coordinación de Pasantías y Trabajo de Grado (1).

ÍNDICE GENERAL

Pp.

ÍNDICE DE FIGURAS.....	VIII
RESUMEN.....	IX
INTRODUCCIÓN	1
1.1 Planteamiento del problema	3
1.2 Formulación del problema.....	4
1.3 Objetivos de la investigación	4
1.3.1 Objetivo General.....	4
1.3.2 Objetivos Específicos	4
1.4 Justificación.....	5
1.5 Alcance de la Investigación.....	5
1.6 Limitaciones	5
2.1 Antecedentes	6
2.2 Bases teóricas	8
2.2.1 Sistemas de llenado de fluidos.....	8
2.2.2 Automatización.....	8
2.2.3 Tipos de Automatización	9
2.2.3.1 Automatización fija.....	9
2.2.3.2 Automatización programable	10
2.2.3.3 Automatización flexible	10
2.2.4 Controlador Lógico Programable	10
2.2.4.1 Arquitectura de un PLC	11
2.2.5 Tipos de PLC	12
2.2.5.1 PLC Compacto	13
2.2.5.2 PLC Modular.....	14
2.2.6 PLC S7-300	14

2.2.7 Interfaz de usuario HMI (Interfaz Hombre Maquina)	16
2.2.7.1 Tipos de Interfaz	16
2.2.7 Pantallas HMI	18
2.2.7.1 Características del HMI.....	18
2.2.8 HMI KTP 600	19
2.2.8.1 Componentes del KTP 600	20
2.2.7 Software Estándar STEP 7 BASIC.....	21
2.2.8 Sensor	23
2.2.9 Medidores de Nivel de líquido	24
2.2.9.1 Medidor de nivel de ultra sonido	24
2.2.9.1 Medidor Caudalimetro	25
2.4 Definición de términos básicos	26
3.1. Tipo de Investigación	29
3.2. Nivel de la Investigación	30
3.3. Diseño de la Investigación	30
3.4 Población y Muestra	31
3.4.1. Población	31
3.4.2. Muestra	31
3.5 Técnicas e Instrumentos de recolección de datos.....	31
3.5.1. Técnicas empleadas	32
3.5.1.1. Revisión Documental	32
3.5.1.2. Observación directa.....	32
3.5.2. Instrumentos empleados	32
3.5.2.1. Instrumento de registro	32
3.5.2.2. Instrumento de observación técnicamente asistida	32
3.5.2.3 Entrevista no estructurada:.....	32
3.6 Fases de la Investigación	33
4.1 Fase I	35
4.2 Fase II	37

4.2.1 Caudal	38
4.2.2. Nivel	39
4.2.3 PH	39
4.3 Fase III.....	39
4.3.1 Descripción de la programación	40
· Funciones	44
Para la programación se creó únicamente una función que se encarga de realizar el escalamiento de la señal analógica. (Ver figura 19).....	44
· OB principal	45
4.3.2 Descripción de HMI	48
4.4 Fase IV	51
4.4.1 Factibilidad económica	51
4.4.1.1 Presupuesto del sistema de supervisión y control de llenado de agua .	51
4.4.1.2 Presupuesto del personal	52
4.4.1.3 Detalles de los Beneficios	52
4.4.2 Factibilidad operativa	53
4.4.3 Factibilidad técnica	53
CONCLUSIONES.....	54
RECOMENDACIONES.....	55
REFERENCIAS	56

ÍNDICE DE FIGURAS

CONTENIDO	Pp.
Figura 1. PLC Compacto.	13
Figura 2. PLC Modular	14
Figura 3. Partes del PLC S7-300.....	15
Figura 4. Interfaz Hombre Maquina HMI.....	16
Figura 5. Panel View.....	17
Figura 6. HMI KTP 600.....	20
Figura 7. Vista de la pantalla HMI.....	21
Figura 8. Sensor de nivel de ultra sonido.....	25
Figura 9. Sensor de Nivel Caudalimetro.....	26
Figura 10. Esquema del proceso de llenado actual de la empresa	35
Figura 11. Diagrama de bloques del proceso de llenado actual en la empresa.....	37
Figura 12. Esquema del proceso a diseñar	40
Figura 13. Diagrama de bloques del control de proceso de llenado de los tanques....	41
Figura 14. Bloque de Función 1	42
Figura 15. Bloque de Función 2.....	43
Figura 16. Bloque de Función 3.....	44
Figura 17. Función de escalamiento.....	45
Figura 18. OB principal 1.	46
Figura 19. OB principal 2	47
Figura 20. OB principal 3.	48
Figura 21. HMI Cantidad de agua.....	49
Figura 22. HMI Proceso de Aforación.....	50
Figura 23. HMI Tiempo de agitación.....	50
Figura 24. HMI Alarmas	50



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

**SISTEMA DE SUPERVISIÓN Y CONTROL DEL PROCESO DE LLENADO
DEL AGUA PARA LA PREPARACIÓN DE LOS JARABES EN LOS
TANQUES DE MEZCLADO DEL ÁREA DE LÍQUIDOS DE LA EMPRESA
LABORATORIOS ELMOR SA**

Autor: Delgado, Donny.

Tutor: Ing. Jesús Rodríguez.

Fecha: Octubre 2019.

RESUMEN

Un sistema de control es el conjunto de elementos, que hace posible que otro sistema, proceso o planta permanezca fiel a un programa establecido. Controlar un proceso consiste en mantener constantes ciertas variables, prefijadas de antemano. Las variables controladas pueden ser, por ejemplo: Presión, Temperatura, Nivel, Caudal, Humedad, etc. La necesidad de controlar estas variables es de vital importancia para cualquier proceso ya que estos ofrecen un nivel de seguridad para cualquier ejecución de un producto. En consecuencia el presente trabajo de investigación tiene como objetivo general el diseño de un sistema de supervisión y control de proceso de llenado de agua para la preparación de los jarabes en los tanques de mezclado del área de los líquidos de la empresa de LABORATORIOS ELMOR SA, el cual permitirá controlar el nivel de agua que es ingresada para el mezclado de los jarabes. Para llevar a cabo este proyecto se utilizara un PLC S7-300 en el cual se desarrollara su respectiva programación para el control del nivel de agua. Por otro lado se desarrollara una interfaz gráfica HMI de tal manera que el operario pueda visualizar el control y alarmas de las variables en juego. Este proyecto de investigación estuvo enmarcado dentro de la modalidad de investigación de proyecto factible, bajo los lineamientos de la investigación de campo, con un nivel descriptivo y documental.

Descriptor: Sistema, Control, llenado, tanques, jarabe.

INTRODUCCIÓN

La automatización de un sistema donde se transfieren tareas de producción, que normalmente son realizadas por operadores humanos a un conjunto de elementos tecnológicos y que son utilizadas con el fin de aumentar la productividad, suprimir trabajos forzosos e incrementa la seguridad.

En los sistemas de control automático, es de vital importancia que los dispositivos que actúan como elementos integradores del mismo, ofrezcan un nivel de seguridad que permita garantizar el desarrollo completo del proceso en ejecución en industrias tales como las manufactureras, comerciales, entre otras.

Esta es la razón por la cual se debe utilizar sistemas de control para el llenado y verificar la medida de nivel de líquidos en los sistemas.

Por lo tanto el siguiente trabajo de grado se encuentra enfocado en el diseño de un sistema de supervisión y control del proceso de llenado del agua para la preparación de los jarabes en los tanques de mezclado del área de líquidos de la empresa LABORATORIOS ELMOR SA. Por lo que el problema radica que para la elaboración de estos jarabes se necesita una óptima supervisión y control del agua ya que esta deber ser de una medida exacta al ser agregada a los tanques y agitadores, y así de esta manera el producto no tenga ningún error. Por lo tanto la utilización de este vital liquido deber ser monitoreado y controlado de manera rigurosa evitando su desperdicio y contaminación a la hora de elaborar los medicamentos.

El presente trabajo de investigación está estructurado en cuatro capítulos, con el fin de cumplir las normativas establecidas por la Universidad José Antonio Páez, dichos capítulos se describen a continuación:

Capítulo I: referido al problema, su planteamiento el cual se trata de comprobar durante todo el curso de la investigación por medio de los objetivos generales y específicos, así como la justificación del estudio y su alcance.

Capítulo II: se hace hincapié en los antecedentes, bases teóricas los fundamentos legales.

Capítulo III: Marco Metodológico se plantea la naturaleza de la investigación, la cual por sus características, se trata de una investigación documental con carácter descriptivo, de modo que la estrategia metodológica seleccionada sirvió de guía para el desarrollo del trabajo de grado.

Capítulo IV: Este capítulo se hablara sobre todos los resultados y métodos que se utilizaron para realizar este proyecto.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1 Planteamiento del problema

La industria farmacéutica a nivel mundial se encuentra constantemente innovando en la elaboración de productos que permitan sanar afecciones en el ser humano de la mano de nuevas tecnologías que permitan el uso eficiente de los recursos y materias primas en los procesos. Es por ello, que los nuevos avances tecnológicos han permitido un mejor rendimiento en los procesos de manufactura.

Sin embargo es importante destacar que estos avances tecnológicos dan cabida a nuevos métodos de control en la elaboración de jarabes en donde su principal base para su formulación es el agua, en consecuencia es de vital importancia la medición y control de este vital líquido para obtener productos de calidad.

Actualmente la Empresa Laboratorios Elmor S.A. cuenta con un área de manufactura de líquidos donde se elaboran jarabes que ofrecen alivios en las afecciones de la población Venezolana. La elaboración de estos productos poseen distintas fase y su inicio se da en el área de mezclado donde se agrega los principios activos y excipientes de la formula medicinal de los productos. Los mismos son agregados y mezclados en base a una porción conocida de agua contenida en tanques agitadores.

Por otra parte el agua para elaborar estos productos debe ser de optima pureza y es suministrada por un sistema de generación de agua purificada y trasladada al área a través de un sistema de lazo cerrado que permita su constante flujo evitando la formación de organismos microbiológicos no deseados, presentes en aguas estancadas. Entorno a esto la utilización de este vital liquido deber ser monitoreado y controlado de manera rigurosa con el fin de optimizar su aprovechamiento evitando su desperdicio y contaminación a la hora de elaborar los medicamentos.

En el presente los métodos de control de llenado de agua en la fase de inicio de la preparación de los productos son llevados a cabo a través de observación directa y herramientas mecánicas en donde el operador es el responsable de realizar la medición del nivel del líquido dentro de los tanques dando cabida a la generación de errores como paralaje en la lectura de instrumento, lecturas falsas por detrimento mecánico del instrumento o errores humanos en el proceso de llenado.

Ciertas características del producto también pueden fomentar mediciones erradas del nivel del tanque, como es el caso de productos con alta formación de espuma en donde se dificulta la lectura de los niveles por regla graduada y es necesario que el operador tome más tiempo del requerido para realizar métodos que permitan el asiento del líquido o extracción de la espuma en borde del tanque ocasionando pérdida de horas hombres, recursos y dinero en el proceso de la elaboración de los jarabes.

1.2 Formulación del problema

¿Cómo medir y controlar efectivamente la cantidad de agua empleada en la elaboración de los jarabes en la industria farmacéutica?

1.3 Objetivos de la investigación

1.3.1 Objetivo General

Proponer el Diseño de un Sistema de supervisión y control del Proceso de llenado del agua para la preparación de los jarabes en los tanques de mezclado del área de líquidos de la empresa LABORATORIOS ELMOR SA.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Diagnosticar la operatividad del proceso de llenado de los tanques de manufactura de líquidos.
- Determinar las variables del proceso de llenado de los tanques de manufacturas de líquidos.
- Diseñar un sistema y control del proceso de llenado de los tanques de manufacturas de líquidos

- Realizar un estudio de factibilidad operativa, técnica y económica para el sistema de supervisión y control de llenado de agua para la preparación de los jarabes en los tanques de mezclado del área de líquidos de la empresa LABORATORIOS ELMOR SA.

1.4 Justificación

La realización de esta investigación es de suma importancia, ya que permitirá un mayor control y medición del agua empleada en la elaboración de jarabes, que se traduce en menores costos en la generación de agua purificada permitiendo elaborar jarabes de alta calidad con la cantidad de agua requerida en el mezclado

Así también, la realización de este Trabajo Especial de Grado permitirá cumplir con los requisitos académicos exigidos por la Universidad José Antonio Páez para alcanzar el título de Ingeniero en Electrónica, además de adquirir nuevos conocimientos y poner en práctica todo el aprendizaje e información adquirida durante toda la carrera.

1.5 Alcance de la Investigación

Esta investigación del diseño de este sistema de supervisión y control del proceso de llenado del agua para la preparación de jarabes abarca la industria farmacéutica nacional e internacional

1.6 Limitaciones

El estudio se realiza en un lapso de tres meses y por políticas de la empresa parte del historial de los datos del proceso y costos a utilizar es considerado confidencial, por lo cual no puede ser plasmado como referencia en el trabajo especial de grado. En el desarrollo de la propuesta del Diseño de un Sistema de supervisión y control del Proceso de llenado del agua para la preparación de los jarabes en los tanques de mezclado del área de líquidos de la empresa LABORATORIOS ELMOR SA, acatando las normas y procedimientos descritos en los manuales de operaciones.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

A continuación, se presentan varios proyectos o trabajos integradores efectuados en los últimos años, y tomando aportes valiosos para la investigación que pueda brindar cada uno de ellos.

2.1 Antecedentes

Aguilera. P (2016) realizo un trabajo de investigación el cual se tituló **“Programación de PLC”**, para optar al grado de maestro en ciencias de la ingeniería de manufactura con especialidad en automatización en la Universidad Autónoma de Nuevo León, México. El propósito de esta tesis es el de presentar métodos sistemáticos aprovechando las funciones y posibilidades que ofrecen actualmente los autómatas en comparación a los sistemas clásicos empleados hace unas décadas. Como ejemplo hace hincapié en el diseño mediante los denominados Gráficos Funcionales de Control de Etapas y Transiciones (GRAFCET) que permite con una gran sencillez el desarrollo del proyecto y aprovechamiento de automatismos secuenciales. Hace un análisis de las herramientas por eventos discretos y propone una metodología para el diseño de la automatización de procesos industriales usando para ello lenguajes de programación que se puedan usar en los Controladores Lógicos Programables (PLC).

Dicho trabajo de investigación, apporto el procedimiento general para la programación del PLC, además, de la información necesaria para realizar una conexión correcta entre el PLC y el HMI, la cual es necesaria para llevar a cabo este proyecto.

De la misma manera Espinoza, M (2017) en su proyecto de investigación titulado **“Sistema de automatización para el llenado de un tanque de agua por bombas con la ayuda de sensores”**. Presentado ante la Universidad Nacional de

Ingeniería para optar por el título en Ingeniería Electrónica. Ecuador. Este proyecto está basado en un sistema de automatización para el llenado de un tanque de agua de una planta de producción la cual suministra la misma por gravedad. El sistema en sí pretende controlar el nivel del tanque por sensores capacitivos instalados en el tanque aéreo, los cuales serán ubicados en tres niveles diferentes para activar o desactivar los motores en el momento oportuno. Estos motores fueron controlados por un sensor cada uno, los cuales bombean agua del río hasta el tanque. Este proyecto es un sistema que busca controlar el llenado de acuerdo a la demanda de agua que hay en la producción, es decir que si existiera un solo un motor, la velocidad de llenado puede que no sea suficiente con respecto a la demanda, y que provoque en algún momento el vacío total causando paro en la producción.

El proyecto se vincula con el actual en función de la selección del PLC Siemens S7-300 que será propuesto en este trabajo de grado, por otro lado la elección del software de programación del PLC SIMATIC-S7. La elección correcta del software y PLC para la realización del proyecto es esencial, en este trabajo de grado se propone material de instrucción de cómo utilizar el lenguaje de programación KOP (lenguaje escalera), el cual fue elegido para el desarrollo de este proyecto, por lo que es necesario considerar toda la información disponible y herramientas empleadas para el desarrollo de este proyecto.

Por otra parte Tigrero, O (2015) desarrollaron un trabajo de investigación que se tituló **“Diseño y construcción de un SCADA para el control y supervisión de un sistema de llenado de tanques de agua”**, para optar por el título de ingeniero electrónico en la Universidad Politécnica Salesiana sede Guayaquil, Ecuador. El trabajo de investigación tuvo como objetivo diseñar un sistema de supervisión y adquisición de datos (SCADA) para un sistema de llenado de tanques de agua. El cual este sistema la programación fue desarrollo en el programa STEP-7 usando un PLC S7-300, por otro lado en este trabajo de grado se desarrolló un panel de control con una Interface Hombre Maquina (HMI) para el control y monitoreo del sistema de llenado de los tanques de agua.

La información aportada al presente trabajo de investigación fue, las características y datos específicos acerca del PLC S7-300 el cual fue escogido para el desarrollo de este proyecto. Por otro lado el diseño de una Interfaces Hombre Maquina (HMI) con el propósito de realizar un control y monitoreo del sistema de llenado de los tanques de agua.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Sistemas de llenado de fluidos

En las industrias se requiere por lo general tener una producción continua de un producto, si dicho producto requiere tener el control del volumen de agua dentro de su proceso de fabricación o en cuyo caso se desea evitar que un líquido se derrame o se pierda dentro del proceso, se debe tener un control para la medición del nivel del líquido que se esté tratando dentro de un recipiente contenedor, sin embargo a nivel industrial se torna más compleja su resolución.

Los sistemas de llenado de agua o algún fluido son indispensables en las industrias y estos son controlados a través de sensores y actuadores de forma automática a través de un programador lógico controlado o un circuito de control eléctrico común. Los sensores envían una señal al controlador para que la bomba arranque o pare dependiendo del nivel que se requiera en el tanque, los sensores más comunes empleados para controlar el rebose de un tanque son los sensores de boya o flotadores, los cuales envían un pulso al PLC.

2.2.2 Automatización

Es un sistema donde se transfieren tareas de producción, realizadas habitualmente por operadores humanos a un conjunto de elementos tecnológicos. La automatización industrial ha efectuado un enorme progreso en las últimas décadas. Elementos de hardware cada día más potentes, la incorporación de nuevas funcionalidades, y el desarrollo de las redes de comunicación industriales, permiten realizar excelentes sistemas de Automatización Industrial en tiempos mínimos.

Según lo anterior explicado Guzmán, E (2018) define automatización como:

“La Automatización Industrial es la aplicación de diferentes tecnologías para controlar y monitorear un proceso, máquina, aparato o dispositivo que por lo regular cumple funciones o tareas repetitivas, haciendo que opere automáticamente, reduciendo al mínimo la intervención humana.”

- **Parte de Mando:** suele ser un autómeta programable (tecnología programada), aunque hasta hace bien poco se utilizaban relés electromagnéticos, tarjetas electrónicas o módulos lógicos neumáticos (tecnología cableada). En un sistema de fabricación automatizado el autómeta programable está en el centro del sistema. Este debe ser capaz de comunicarse con todos los constituyentes de sistema automatizado.
- **Parte Operativa:** es la parte que actúa directamente sobre la máquina. Son los elementos que hacen que la máquina se mueva y realice la operación deseada. Los elementos que forman la parte operativa son los accionadores de las máquinas como motores, cilindros, compresores y los captadores como fotodiodos, finales de carrera.

2.2.3 Tipos de Automatización

Según sea el tipo de proceso que se desea automatizar pueden clasificarse en diferentes tipos de automatizado, esto depende tanto del tipo de material que se desea manejar, como la cantidad del mismo y a su vez de cantidad de diferentes productos finales que se pueden obtener con el producto inicial.

2.2.3.1 Automatización fija

Este tipo de automatización es usado cuando la cantidad de producción es muy alta, y por tanto se puede justificar económicamente el alto costo del diseño de equipo especializado para procesar el producto, con un rendimiento alto y tasas de producción elevadas. Además de esto, otro inconveniente de la automatización fija es que una vez definido, es relativamente difícil cambiar o variar el diseño del producto. Por lo tanto, es inflexible en proporcionar variedad de productos, y además su ciclo de vida que va de acuerdo a la vigencia del producto en el mercado, pero la

justificación económica para la automatización fija se encuentra en productos con grandes índices de demanda y volumen.

2.2.3.2 Automatización programable

Se emplea cuando el volumen de producción es relativamente bajo y hay una diversidad de producción a obtener. Los equipos de producción se diseñan para ser adaptable a las variaciones de configuración de los productos en lotes. Cuando se completa un lote de productos se programan los equipos para procesar el siguiente lote. Pero en esto, es difícil cambiar y reconfigurar el sistema para un nuevo producto o secuencia de operaciones. Por lo tanto, se requiere un tiempo de configuración extenso para variar la secuencia de operaciones o adoptar un nuevo producto.

2.2.3.3 Automatización flexible

Es más adecuada para un rango de producción medio. Estos sistemas flexibles poseen características de la automatización fija y de la automatización programada. Los sistemas flexibles suelen estar constituidos por una serie de estaciones de trabajo interconectadas entre sí, con este tipo de automatización se puede obtener al mismo tiempo y en un mismo sistema de fabricación, diversos productos

2.2.4 Controlador Lógico Programable

Es un dispositivo electrónico que se programa para realizar acciones de control automáticamente, básicamente es un cerebro que activa componentes de maquinarias para ejecutar tareas que pudieran ser muy lentas, imperfectas o peligrosas para el ser humano. Estos dispositivos se usan en la actualidad en todo tipo de aplicaciones industriales, resolviendo requerimientos en control de procesos y secuencias de la maquinaria, dentro del sector industrial y ha penetrado las aplicaciones domésticas y comerciales con mayor auge en la última década. Según Delgado, E (2017) un PLC es lo siguiente:

Los “**PLC**” (**Programable Logic Controllers**), por sus siglas en inglés) son dispositivos electrónicos que puede programar, el proveedor que lo suministra o programadores que laboran en su empresa y personalizará este equipo con funciones automáticas según sus necesidades de control. Un PLC es un cerebro electrónico que

acciona a otros componentes de su maquinaria para que ejecuten acciones que pudieran ser peligrosas o muy lentas al hacerlas manualmente.

2.2.4.1 Arquitectura de un PLC

Estos dispositivos tienen una arquitectura de hardware muy parecida a un computador personal, sus componentes básicos son, la fuente de alimentación, unidad de procesamiento central (CPU), módulos de entrada/salida, módulos de memoria y por último la unidad de programación. A continuación se explicaran más a fondo dichos componentes.

- **Fuente de alimentación**

La principal función de la fuente de alimentación en un controlador, es suministrar la energía eléctrica al CPU y demás tarjetas según sea la configuración del PLC. En los circuitos interiores de una fuente de alimentación se transforma la tensión alterna de la red de suministro eléctrico a una tensión continua, en niveles que garanticen el funcionamiento correcto del hardware del PLC.

- **Unidad de procesamiento central (CPU)**

Como su nombre lo indica se encarga de interpretar cada una de las instrucciones que tiene programado el PLC, este recibe las ordenes por medio de la consola de programación y el módulo de entradas y las procesa para enviar respuestas al módulo de salidas.

- **Módulos de entrada/salida**

Son las tarjetas electrónicas que proporcionan el vínculo entre la CPU del PLC y los dispositivos de campo del sistema. A través de ellas se origina el intercambio de información, ya sea con la finalidad de adquirir de datos, o para el mando o control de las máquinas presentes en el proceso, donde, los módulos de entrada son los encargados de recibir las señales que proceden de los sensores. La señal puede ser analógica o digital, Las señales analógicas son señales continuas (tensión, intensidad, resistencia) que pueden tomar cualquier valor, entre ciertos límites, y que serán transformados a valores digitales en función de la resolución del módulo en cuestión.

Las señales digitales son señales binarias de tipo todo o nada y se utilizan en automática de eventos discretos.

Una vez que el PLC interpreta las órdenes que le llegan desde la CPU, las descodifica y las amplifica para enviarlas a los actuadores. La señal será analógica cuando se vaya a actuar sobre un dispositivo analógico (válvula modulante, un variador de velocidad) y digital pueden ser de 3 tipos, las cuales son, salida a triac (corriente alterna), salida a relé (corriente alterna o continua) o a salida a transistor (corriente continua).

- **Módulos de memoria**

Son dispositivos electrónicos los cuales se pueden conectar en la CPU, destinados a guardar información de manera provisional o permanente. Se cuentan con dos tipos de memorias, volátiles (RAM) y no volátiles (EPROM Y EEPROM), según requieran o no de energía eléctrica para la conservación de la información. Las capacidades de memoria de estos módulos se diseñan para diferentes tamaños, las más típicas son: 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128, 256 Kb, y más.

- **Unidad de programación**

Son denominados también terminales de programación, son el medio de comunicación entre el hombre y la máquina, a través de la escritura y lectura, con estos terminales podemos realizar la modificación, monitoreo, forzado, diagnóstico y la puesta a punto de los programas guardados en los PLC. Estos aparatos están constituidos por un teclado y un dispositivo de visualización, donde el teclado muestra todos los símbolos (números, letras, instrucciones, entre otros) necesarios para la escritura del programa y otras acciones anteriormente señaladas. El visualizador o pantalla pone a la vista todas las instrucciones programadas o registradas en la memoria.

2.2.5 Tipos de PLC

Debido a la gran variedad de necesidades que existen en una industria, los PLC pueden variar sus características, tanto como sus funciones, su capacidad, en el

número de I/O, también su tamaño de memoria, su aspecto físico y otros, debido a esto es posible clasificar los controladores lógicos programables en dos tipos básicos de estos dispositivos, los cuales se explicaran más a fondo a continuación.

2.2.5.1 PLC Compacto

Este tipo de PLC tiene incorporada la fuente de alimentación, su CPU y los módulos de entrada y salida en un solo módulo principal y permiten manejar desde unas pocas entradas y salidas hasta varios cientos, pero no pueden expandir sus modelos, pero tiene la opción de acoplarles una gran variedad de módulos especiales, como las siguientes:

- Ø Entradas y salidas análogas.
- Ø Módulos contadores rápidos.
- Ø Módulos de comunicaciones.
- Ø Interfaces de operador.
- Ø Expansiones de entrada y salida.

En representación de lo anterior, Solbes, R (2013) define el PLC compacto de la siguiente forma “Se llama PLC compacto al dispositivo que integra en un único modulo, todos los componentes del autómeta programable (fuente de alimentación, unidad de control, entradas y salidas)”, en la figura 1, se muestra el modelo básico de un PLC compacto.



Figura 1. PLC Compacto.

Fuente: <http://dSPACE.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/1335/1/108T0005.pdf>

2.2.5.2 PLC Modular

Este dispositivo tiene la característica de que todo el dispositivo viene separados en diferentes módulos, la fuente de alimentación, la CPU, luego el módulo de entradas/salidas, todos estos módulos se ubican sobre un chasis, para que estén unidos, dicho elemento debe ser fijado firmemente sobre una superficie que sea adecuada, el PLC modular tiene la ventaja de que pueden ser configurados conforme a las necesidades ya que cada módulo esta por separado y puedes armar tu PLC según tus necesidades, continuando lo anterior explicado, Solbes, R (2013) define el PLC modular de la siguiente manera “Se dice que un PLC es modular cuando los componentes que forman el autómatas programable se sitúan en módulos diferentes, los cuales se acoplan entre sí mediante conectores especiales”, a continuación en la figura 2, se ilustra un modelo de PLC modular.



Figura 2. PLC Modular

Fuente: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/1335/1/108T0005.pdf>

2.2.6 PLC S7-300

El PLC S7-300 es un controlador lógico programable que ofrece la flexibilidad y capacidad de controlar una gran variedad de dispositivos para las distintas tareas de automatización.

Gracias a su diseño compacto, configuración flexible y amplio juego de instrucciones, el S7-300 es idóneo para controlar una gran variedad de aplicaciones.

La CPU incorpora un microprocesador, una fuente de alimentación integrada, así como circuitos de entrada y salida en una carcasa compacta, conformando así un potente PLC.

Una vez cargado el programa en la CPU, ésta contiene la lógica necesaria para vigilar y controlar los dispositivos de la aplicación. La CPU vigila las entradas y cambia el estado de las salidas según la lógica del programa de usuario, que puede incluir lógica booleana, instrucciones de conteo y temporización, funciones matemáticas complejas, así como comunicación con otros dispositivos inteligentes.

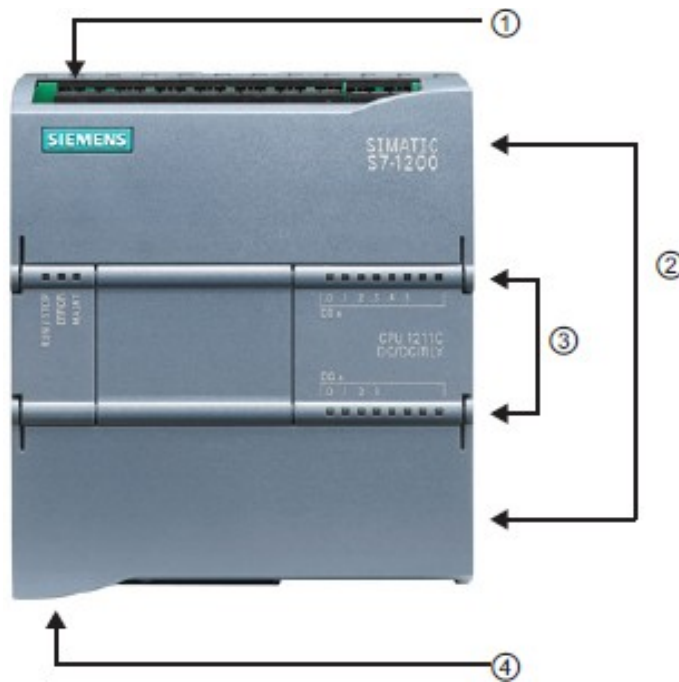


Figura 3. Partes del PLC S7-300

Fuente: <http://dSPACE.espace.edu.ec/bitstream/123456789/1335/1/108T0005.pdf>

En la tabla 1 se muestra la descripción de las partes de un PLC S7-300. (ver figura 3).

Tabla 1. Descripción de la parte de un PLC S7-300

Fuente: Autor

#	Descripción
1.	Conector de corriente.

2.	Conectores extraíbles para el cableado de usuario (detrás de las tapas).
2.	Ranura para Memory Card (debajo de la tapa superior).
3.	LEDs de estado para las E/S integradas
4.	Conector PROFINET (en el lado inferior de la CPU).

2.2.7 Interfaz de usuario HMI (Interfaz Hombre Maquina)

Por medio de esta se presentan los datos a un operador (humano), y este controla todo el proceso el cual se hace por medio de un ordenador. La interfaz de usuario dispone de dos medios que son:

- Ü **Entrada:** que permite al usuario manipular un sistema.
- Ü **Producto:** el cual reproduce las órdenes que el operario haya asignado al proceso.

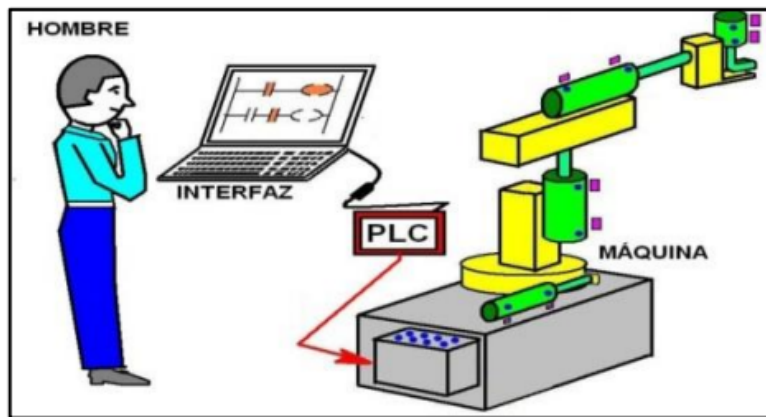


Figura 4. Interfaz Hombre Maquina HMI

Fuente: <http://coparoman.blogspot.com/2013/05/15-medio-de-programacion-de-unrobot.html>

2.2.7.1 Tipos de Interfaz

En la actualidad existen dos tipos básicos de HMI, los cuales cumplen la misma función, la cual es permitir que el operador tenga toda la información posible del proceso el cual está supervisando, sin embargo, cada tipo de HMI varía sus Características dependiendo del lugar en el cual se vaya a ubicar, a continuación se explicaran cuáles son estos tipos de HMI.

- **Panel View:** Este dispositivo consta de un panel frontal en el cual se ubican botones y una pantalla, la cual por lo general es táctil para facilitar el uso del equipo, estos dispositivos se caracterizan porque son instalados donde las condiciones de trabajo son hostiles, y un simple computador no podría operar, en la figura 3, observamos un modelo de un HMI de Panel View.



Figura 5. Panel View

Fuente: <https://www.google.com/search?qpanel+view&rlz &sourceInms&tbmisch&sa>

- **Computador y software HMI:** Este tipo de HMI es usado, cuando la información del proceso la queremos observar en un estación de control, donde las condiciones de trabajo son las adecuadas para que se encuentre un computador, esto es necesario, debido a que este tipo de HMI, está conformado por un software HMI el cual es instalado en una computador de uso normal, esto tiene una gran factibilidad económica, debido a que el terminal de operador, tiene un precio muy elevado, debido a sus características de resistencia a entornos hostiles. en la figura 4, observamos un ejemplo de este tipo de HMI.

2.2.7 Pantallas HMI

Los sistemas Human Machine Interface (HMI). Es un dispositivo o sistema que permite el interfaz entre la persona y la máquina se están masificando cada vez más a nivel industrial. Esta tendencia se debe principalmente a la necesidad de tener un control más preciso y agudo de las variables de producción y de contar con información relevante de los distintos procesos en tiempo real.

Clasificación de la gama Simatic HMI Basic Paneles.

- KP300 básica mono.
- KTP400 básica mono.
- KTP600 básica mono.
- KTP600 color básica.
- KTP1000 color básica.
- KTP1500 color básica.

2.2.7.1 Características del HMI

- HMI Basic funcionalidad para el entorno de PROFIBUS o PROFINET.
- Alternativa de bajo precio a los paneles de la serie 170.
- Puede ser utilizado en todo el mundo con 32 idiomas configurables (de las cuales 5 son en línea conmutable).
- Teclas configurables con retroalimentación táctil.
- Funcionalidad HMI básica (sistema de alarmas, gestión de recetas, funcionalidad de curvas de tendencia y cambio de idioma).
- Configuración con SIMATIC WinCC flexible y WinCC 11 BASIC.
- Se puede reemplazar o añadir dispositivos de acuerdo al crecimiento del proceso en la industria.
- El cableado y la interconexión es muy baja que sustituyen sistemas cableados estos pueden ser: elementos físicos como botones, interruptores, equipos de relés, lámparas, led, por sistemas compactos.
- Es muy corto el sistema de implementación.

Las características de los HMI mencionado anteriormente se muestran en la tabla 1, y así de esta manera poder seleccionar correctamente qué HMI se utilizara para el trabajo de grado, se debe realizar una comparación de ciertas características como se realiza a continuación.

Tabla 2. Tabla de características principales de los HMI

Fuente: Autor (2019)

Característica	HMI300	HMI600	HMI1500
Pantalla	3,7 pulgadas	5.7 pulgadas	5.7 pulgadas
Interfaz Profinet	No Disponible	Disponible	Disponible
Panel	Básico	Básico	Avanzado
Wincc	V.11	V.15	V.15
Precio	200\$	300\$	3600\$

En la tabla 2 se realiza la comparación de ciertas características que se han considerado más importantes para la escogencia del HMI para este trabajo de grado. Se debe decir que el HMI600 tiene unas características por encima de las otras opciones para ser elegido como el HMI de este trabajo de grado. En primer lugar, tiene una pantalla de 5.7 pulgadas lo cual permite que la representación de las pantallas creadas se vean en un tamaño conveniente y más fácil de manejar para el operador.

En segundo lugar, posee una interfaz Profinet la cual es esencial para poder realizar múltiples conexiones tanto como HMI o interfaces SCADA. No obstante, el factor determinante ha sido el precio. El HMI600 tiene un precio bastante accesible, y posee todas las características primordiales para el diseño automatización del trabajo de grado.

2.2.8 HMI KTP 600

El HMI está equipado con una pantalla de 5,7 pulgadas que ofrece 256 colores. Una resolución de 320 x 240 píxeles permite que la representación de las pantallas de operación sea menos compleja en un tamaño conveniente.

El panel puede ser operado por una pantalla táctil analógica resistiva y, complementariamente, de 6 teclas de función libremente configurables que cuando se acciona proporcionar retroalimentación táctil. El color KTP600 Basic es el ideal HMI-componente para el pequeño y mediano sistemas de controlador S7-300.



Figura 6. HMI KTP 600

Fuente: Manual de Operación Simatic Siemens.

2.2.8.1 Componentes del KTP 600

1. Conexión para la fuente de alimentación.
2. Interfaz Profinet.
3. Escotaduras para una mordaza de fijación.
4. Pantalla/pantalla táctil.
5. Junta de montaje.
6. Teclas de función.
7. Placa de características.
8. Nombre del puerto.
9. Guía para una tira rotulable.
10. Conexión de la tierra funcional.

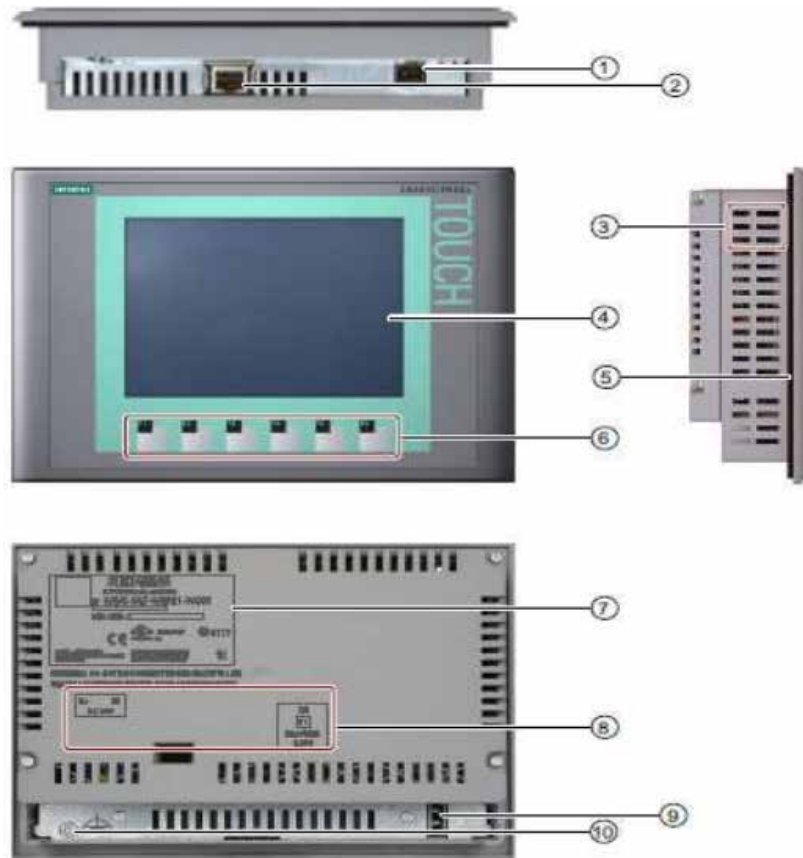


Figura 7. Vista de la pantalla HMI.
Fuente: Manual de Operación Simatic Siemens.

2.2.7 Software Estándar STEP 7 BASIC

Los lenguajes de programación SIMATIC integrados en STEP 7 cumplen con la norma DIN EN 6.1131-3. El software estándar se ejecuta bajo los sistemas operativos MS Windows 2000 Professional (en adelante llamado Windows 2000) y MS Windows XP Professional (en adelante llamado Windows XP) y MS Windows Server 2003, estando adaptado a su funcionamiento gráfico y orientado a los objetos.

El software estándar le asiste en todas las fases de creación de soluciones de automatización, tales como:

- Crear y gestionar proyectos.
- Configurar y parametrizar el hardware y la comunicación.

- Gestionar símbolos.
- Crear programas.
- Cargar programas en sistemas de destino.
- Comprobar el sistema automatizado.
- Diagnosticar fallos de la instalación

El interface de usuario del software STEP 7 ha sido diseñado siguiendo los criterios ergonómicos más avanzados, lo que permite conocer rápidamente sus funciones. La documentación del software STEP 7 contiene la información completa en la Ayuda en pantalla y en los manuales electrónicos en formato PDF.

Este programa está compuesto por los siguientes elementos:

- **Barra de menús:** Permite ejecutar funciones utilizando el ratón o combinaciones de teclas. El menú Herramientas se puede personalizar agregando aplicaciones propias. Barras de herramientas: Permiten acceder fácilmente con el ratón a las funciones de STEP 7-Micro/WIN 32 utilizadas con frecuencia. El contenido y el aspecto de cada una de las barras de herramientas se pueden personalizar.
- **Barra de navegación:** Incorpora grupos de botones para facilitar la programación: "Ver": Seleccione esta categoría para visualizar los botones Bloque de programa, Tabla de símbolos, Tabla de estado, Bloque de datos, Bloque de sistema, Referencias cruzadas y Comunicación. "Herramientas": Seleccione esta categoría para visualizar los botones del Asistente de operaciones y del Asistente TD 200.
- **Árbol de operaciones:** Ofrece una vista en árbol de todos los objetos del proyecto y de todas las operaciones disponibles en el editor de programas actual (KOP, FUP o AWL). Para insertar unidades de organización del programa adicionales (UOP), en el área de proyectos del árbol, haga clic con el botón derecho del ratón en la carpeta en cuestión. Asimismo, puede pulsar el botón derecho del ratón en una UOP individual para abrirla, cambiar su

nombre, borrarla o editar su hoja de propiedades. Estando en el área de operaciones del árbol, puede hacer clic con el botón derecho del ratón en una carpeta o en una operación individual, con objeto de ocultar el árbol entero. Tras abrir una carpeta de operaciones, puede insertar operaciones en la ventana del editor de programas (sólo en KOP y FUP, no en AWL), haciendo doble clic en la operación en cuestión o utilizando el método de arrastrar y soltar.

- **Tabla de variables locales:** Contiene asignaciones hechas a las variables locales (es decir, a las variables utilizadas por las subrutinas y las rutinas de interrupción). Las variables creadas en la tabla de variables locales utilizan la memoria temporal. El sistema se encarga de gestionar la asignación de direcciones. Las variables locales sólo se pueden utilizar en la unidad de organización del programa (UOP) donde se hayan creado.
- **Editor de programas:** Contiene la tabla de variables locales y la vista del programa correspondiente al editor (KOP, FUP, o AWL) que se esté utilizando en el proyecto actual. En caso necesario, la barra de división se puede arrastrar para ampliar la vista del programa y cubrir la tabla de variables locales. Si se han creado subrutinas o rutinas de interrupción además del programa principal (OB1), aparecerán fichas en el lado inferior de la ventana del editor de programas. Para desplazarse entre las subrutinas, las rutinas de interrupción y el programa principal (OB1) puede hacer clic en la ficha en cuestión.

2.2.8 Sensor

Proporciona una señal analógica o digital al controlador, la cual representa el punto actual en el que se encuentra el proceso o sistema. La señal puede representar ese valor en tensión eléctrica, intensidad de corriente eléctrica o frecuencia. En este último caso la señal es de corriente alterna, a diferencia de los dos anteriores, que son con corriente continua.

2.2.9 Medidores de Nivel de líquido

Los medidores de nivel de líquidos trabajan midiendo directamente la altura del líquido sobre la línea de referencia, la presión hidrostática, el desplazamiento producido en un flotador por el propio líquido contenido en el tanque del proceso, aprovechando características eléctricas del líquido o bien utilizando otros fenómenos. Los primeros instrumentos de medida directa se dividen en: sonda, cinta y plomada, nivel de cristal, nivel de flotador, magnético, palpador servooperado y magnetoestrictivo.

Los aparatos que miden el nivel aprovechando la presión hidrostática son:

- Medidor manométrico.
- Medidor de tipo burbujeo.
- Medidor de presión diferencial de diafragma.

El empuje producido por el propio líquido lo aprovecha el medidor de desplazamiento. Los instrumentos que utilizan las características eléctricas del líquido son:

- Medidor resistivo conductivo.
- Medidor capacitivo.
- Medidor ultrasónico.
- Medidor de radar.
- Medidor de radiación.
- Medidor láser.
- Medidor caudalímetro.

2.2.9.1 Medidor de nivel de ultra sonido

Se basa en la emisión de un impulso ultrasónico a una superficie reflectante y la recepción del eco del mismo en un receptor. El retardo en la captación del eco depende del nivel del estanque. Los sensores trabajan a una frecuencia de unos 20 KHz. Estas ondas atraviesan con cierto amortiguamiento o reflexión el medio ambiente de gases o vapores y se reflejan en la superficie del sólido o del líquido. La

precisión de estos instrumentos es de ± 1 a 3 %. Son adecuados para todos los tipos de estanques y de líquidos o fangos pudiendo construirse a prueba de explosión. Presentan el inconveniente de ser sensibles a la densidad de los fluidos y de dar señales erróneas cuando la superficie del nivel del líquido no es nítida como es el caso de un líquido que forme espuma, ya que se producen falsos ecos de los ultrasonidos. La utilización de la computadora permite, a través de un programa, almacenar el perfil ultrasónico del nivel, y así tener en cuenta las características particulares de la superficie del líquido, tal como la espuma, con lo cual se mejora la precisión de la medida.

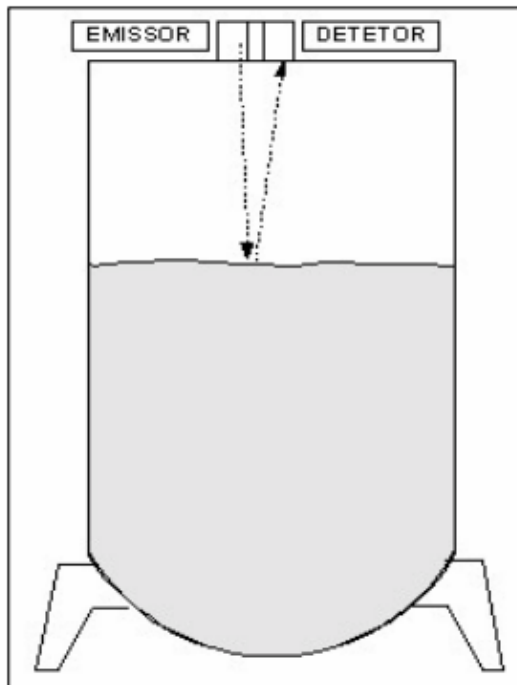


Figura 8. Sensor de nivel de ultra sonido

Fuente: <http://materias.fi.uba.ar/7609/material/S0303MedicionNivel1.pdf>

2.2.9.1 Medidor Caudalimetro

En contraste con los contadores de agua, los caudalímetros no tienen legalmente unas exigencias metrológicas iniciales. Antes de salir de fábrica se someten a una serie de ensayos de calibración que les confieren un mínimo de calidad descrito en las

especificaciones técnicas de cada a aparato, pero sin ser sometidos a una certificación metrológica legal por parte de las autoridades. No obstante, existen o están en elaboración estándares específicos para los tipos de caudalímetros más comunes. Por ejemplo, la norma internacional EN ISO 6817: 1992 describe el principio de funcionamiento, la instalación, prestaciones y adecuada calibración de los caudalímetros electromagnéticos. La norma ISO 9104 (EN 29104) evalúa el funcionamiento de estos instrumentos y las variables que afectan a su medición. De igual forma, la norma internacional ISO 5167-1 especifica la forma y el modo de empleo de instrumentos de medida de caudal basados en la medida de la presión diferencial, como diafragmas, toberas y tubos Venturi insertados en una tubería de sección circular en carga. Esta norma, al igual que la anterior para caudalímetros electromagnéticos, cubre las informaciones necesarias para el cálculo del caudal y de su incertidumbre asociada, además de sus requisitos constructivos.



Figura 9. Sensor de Nivel Caudalimetro

Fuente: (Caudalimetro, 2016 pag. 4)

2.4 Definición de términos básicos

Actuador: Es un dispositivo que produce la entrada para la planta de acuerdo con la señal de control.

Automatización: Aplicación de máquinas o de procedimientos automáticos en la realización de un proceso o en una industria.

Controladores: Dispositivos electrónicos con fin de lograr que una máquina o dispositivo funcione mediante mandos.

Error: es la diferencia entre la señal de referencia y la señal de salida real.

Interfaz: Es el mecanismo o herramienta que posibilita esta comunicación mediante la representación de un conjunto de objetos, iconos y elementos gráficos que vienen a funcionar como metáforas o símbolos de las acciones o tareas que el usuario puede realizar en la computadora.

Planta: es el elemento físico que se desea controlar y puede ser: un motor, un horno, un sistema de disparo, un tanque de combustible.

PC: solo envía y/o recibe señales digitales.

PLC: computador lógico programable.

Proceso: operación que conduce a un resultado determinado

Programación: la programación refiere a la acción de crear programas o aplicaciones, a través del desarrollo de un código fuente, el cual se basa en el conjunto de instrucciones que sigue el ordenador para ejecutar un programa.

Transmisor: es en conjunto un sensor que convierte el valor de una magnitud física, en una señal eléctrica normalizada sea esta digital o análoga; y un circuito de acondicionamiento que permite su manejo.

Sensor: es un dispositivo que convierte el valor de una magnitud física (presión, flujo, temperatura) en una señal eléctrica codificada ya sea en forma analógica o digital. También es llamado transductor.

Señal análoga: es la señal continua en el tiempo.

Señal digital: es una señal que solo toma valores de 0 y 1

Señal de control: es la señal que produce el controlador para modificar la variable controlada de tal forma que se disminuya o elimine el error.

Señal de referencia: es el valor que se desea alcanzar la señal de salida.

Señal de salida: es la variable que se desea controlar (posición, velocidad, presión, nivel etc.).

Sistema: conjunto de cosas ordenadas y relacionadas entre sí. Método o grupo de órganos que regulan una función.

Software: está compuesto por un conjunto de programas que son diseñados para cumplir una determinada función dentro de un sistema, ya sean estos realizados por parte de los usuarios o por las mismas corporaciones dedicadas a la informática.

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

El marco metodológico de la investigación se puede definir como la explicación de los mecanismos que se utilizan para analizar la problemática de la investigación. Arias, F. (2012), según el marco metodológico expresa que: “La metodología del proyecto incluye el tipo o tipos de investigación, las técnicas y los instrumentos que serán utilizados para llevar a cabo la indagación. Es el “cómo” se realizará el estudio para responder al problema planteado.” (pág. 110).

3.1. Tipo de Investigación

Con respecto al tipo de investigación, Tamayo, M (1998) expresa sobre la investigación descriptiva “Comprende la descripción, registro, análisis e interpretación de la naturaleza actual, y la composición o procesos de los fenómenos. El enfoque se hace sobre conclusiones dominantes o sobre cómo una persona, grupo o cosa se conduce o funciona en el presente. La investigación descriptiva trabaja sobre realidades de hecho, y su característica fundamental es la de presentarnos una interpretación correcta.”

Según el autor Arias, F. (2012): “La investigación descriptiva consiste en la caracterización de un hecho, fenómeno, individuo o grupo, con el fin de establecer su estructura o comportamiento. Los resultados de este tipo de investigación se ubican en un nivel intermedio en cuanto a la profundidad de los conocimientos se refiere”. (pag.24).

En relación con lo expresado anteriormente, se dice que la presente investigación puede calificarse como documental – descriptiva, pues constituye un estudio sistemático de investigaciones previas ya comprobadas, y a su vez, se realiza bajo el esquema de un proyecto factible, cuyo enfoque se centra en la posibilidad de llevar teorías generales al ámbito práctico, y cuyo esfuerzo se destina a la

implementación de propuestas, que pueden materializarse y brindar soluciones a problemas que se plantean en la sociedad.

3.2. Nivel de la Investigación

El nivel de investigación se refiere según Arias, F (2012) “al grado de profundidad con que se aborda un objeto o fenómeno”. Así pues, el nivel de investigación establece hasta qué punto se llevará a cabo el estudio del tema o problema planteado. Tomando en cuenta el tipo de investigación, se conocerá el nivel en el cual se basa todo el estudio. También el nivel permite saber qué factores tienen que intervenir para el desarrollo de toda la investigación.

Tomando en cuenta lo anteriormente expuesto, el nivel de investigación que se emplea es Exploratoria, definido por el autor Arias, F (2012) como “la investigación exploratoria es aquella que se efectúa sobre un tema u objeto desconocido o poco estudiado por lo que sus resultados constituyen una visión aproximada de dicho objeto es decir un nivel superficial de conocimientos.

3.3. Diseño de la Investigación

El diseño de la investigación es el conjunto de directrices que toma el investigador con el fin de observar, analizar y plantear una solución de ser posible a la problemática objeto de la investigación. Según el autor Santa Paella y Feliberto Martins (2010), define: El diseño experimental es aquel según el cual el investigador manipula una variable experimental no comprobada, bajo condiciones estrictamente controladas. Su objetivo es describir de qué modo y porque causa se produce o puede producirse un fenómeno. Busca predecir el futuro, elaborar pronósticos que una vez confirmados, se convierten en leyes y generalizaciones tendentes a incrementar el cúmulo de conocimientos pedagógicos y el mejoramiento de la acción educativa. (pag.86). Según el autor Santa Paella y Feliberto Martins (2010), define: La Investigación de campo consiste en la recolección de datos directamente de la realidad donde ocurren los hechos, sin manipular o controlar las variables. Estudia los fenómenos sociales en su ambiente natural. El investigador no manipula variables

debido a que esto hace perder el ambiente de naturalidad en el cual se manifiesta.
(pag.88)

3.4 Población y Muestra

3.4.1. Población

La población es todo individuo de características considerables en las estadísticas de una investigación. Para esta investigación la Población es la empresa Laboratorios ELMOR S.A.

En la población del siguiente trabajo de grado se tomara de la empresa Laboratorios ELMOR S.A. específicamente en el área de mezclado junto a todos los elementos que la componen entre ella.

3.4.2. Muestra

La muestra es todo aquel subconjunto considerado en una determinada población, a la cual se aplicará la posterior técnica de recolección de datos. Tomando en cuenta la definición la muestra de esta investigación es el área de mezclado de líquidos de la empresa Laboratorios ELMOR S.A.

La muestra que se utilizara en el siguiente trabajo de grado es un solo tanque de área de mezclado de la empresa Laboratorios ELMOR S.A.

3.5 Técnicas e Instrumentos de recolección de datos

Los instrumentos de investigación son parte fundamental de la misma ya que son los medios por los cuales el investigador puede recolectar datos sobre la problemática en la que está trabajando, teniendo esto en cuenta Sabino (1996) lo define como:

“Un instrumento de recolección de datos es en principio cualquier recurso de que pueda valerse el investigador para acercarse a los fenómenos y extraer de ellos información. De este modo el instrumento sintetiza en si toda la labor previa de la investigación, resume los aportes del marco teórico al seleccionar datos que corresponden a los indicadores y, por lo tanto a las variables o conceptos utilizados”(p.149,150).

Y por técnica se va a anotar la definición que nos da el diccionario de metodología anteriormente citado, el cual establece que las técnicas de investigación

son: “Conjunto de mecanismos, medios y sistemas de dirigir, recolectar, conservar, reelaborar y transmitir los datos sobre estos conceptos” (p.150).

3.5.1. Técnicas empleadas

3.5.1.1. Revisión Documental

La revisión documental es hacer una recopilación de información sobre textos e investigaciones generados por otros investigadores que tienen relación directa o indirecta con la problemática que es razón de estudio. Hurtado (2007) define este concepto como:

“... es una técnica en la cual se recurre a información escrita, ya sea bajo la toma de datos que pueden haber sido producto de mediciones hechas por otros como texto en sí mismo constituyen los eventos de estudio”(p.427).

3.5.1.2. Observación directa

La observación directa es el proceso en el cual el investigador recolecta datos directamente desde el medio ambiente del fenómeno a estudiar, por otro lado Hurtado (2007) la define como: "... un proceso de atención, recopilación, selección y registro de información para el cual el investigador se apoya en sus sentidos”(p.459).

3.5.2. Instrumentos empleados

3.5.2.1. Instrumento de registro

Permite poseer un soporte de la información en periodos de tiempo relativamente largos de modo que el investigador pueda recuperar la información cuando lo necesite.

3.5.2.2. Instrumento de observación técnicamente asistida

Principalmente se contara con el empleo de algún dispositivo de medición de variables físicas de interés presentes en la realización de todas las experiencias que tenga el investigador con el fenómeno a estudiar.

3.5.2.3 Entrevista no estructurada:

La Torre M (2007), asegura que:

“La entrevista no estructurada, no requiere menos tiempos de preparación, porque no necesita tener por anticipado las palabras precisas

de las preguntas. Analizar las respuestas después de la entrevista lleva más tiempo que con la entrevista estructuradas. El mayor costo radica en la preparación, administración y análisis de las entrevistas estructuradas para pregunta cerradas.” (p. 26)

Se realizaron entrevistas no estructuradas, las cuales fueron aplicadas al personal que labora en el área, tales como, técnicos, ayudantes y supervisores, mediante reuniones autónomas, indagando en los métodos utilizados en el mismo.

3.6 Fases de la Investigación

Fase I: Diagnostico operativo del proceso de llenado de los tanques de manufactura de líquidos.

En esta fase se examinara detalladamente las condiciones actuales de la empresa con el objetivo de obtener información por parte de todos los elementos de estudios en la unidad de análisis (operarios, máquinas, ambiente físico). Por otro lado se realizara una inspección al proceso de llenado de los tanques de manufactura de líquidos de la empresa LABORATORIOS ELMOR S.A. Por otro lado se las técnicas que se usaran para el diagnóstico son las de observación directa y técnica de revisión documental.

Fase II: Determinación de los parámetros en el proceso de llenado de los tanques de manufacturas de líquidos.

En esta fase determinaran los parámetros que son involucrados en el proceso de llenado de los tanques de manufacturas de líquidos, tomando nota de las variables que son incluidas para poder determinar el diseño de automatización.

Fase III: Diseño del sistema de supervisión y control del proceso de llenado de los tanques de manufacturas de líquidos.

Mediante la información obtenida, se realiza la selección para la automatización del diseño del sistema de supervisión y control del proceso de llenado de los tanques de manufacturas de líquidos. Se realizara la programación en un lenguaje de escalera para el PLC. Por otro lado se diseñara un HMI (Interfaz Hombre Maquina) para el diseño del sistema de supervisión y control del proceso de llenado de los tanques.

Fase IV: Estudio de factibilidad técnica, operativa, económica, social y ambiental para el sistema de supervisión y control de llenado de agua para la preparación de los jarabes en los tanques de mezclado del área de líquidos de la empresa LABORATORIOS ELMOR SA.

En esta fase se evaluará el impacto económico, técnico, operativo, social y ambiental del sistema de supervisión y control de llenado de agua para la preparación de los jarabes en los tanques de mezclado del área de líquidos, y los beneficios que tendrá de la implementación de este sistema y si el mismo es factible o no.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1 Fase I: Diagnostico de la operatividad del proceso de llenado de los tanques de manufactura de líquidos.

Actualmente en la empresa Laboratorio Elmor el proceso de llenado de los tanques de manufactura de líquidos se realiza bajo el siguiente esquema. (Ver figura 10).

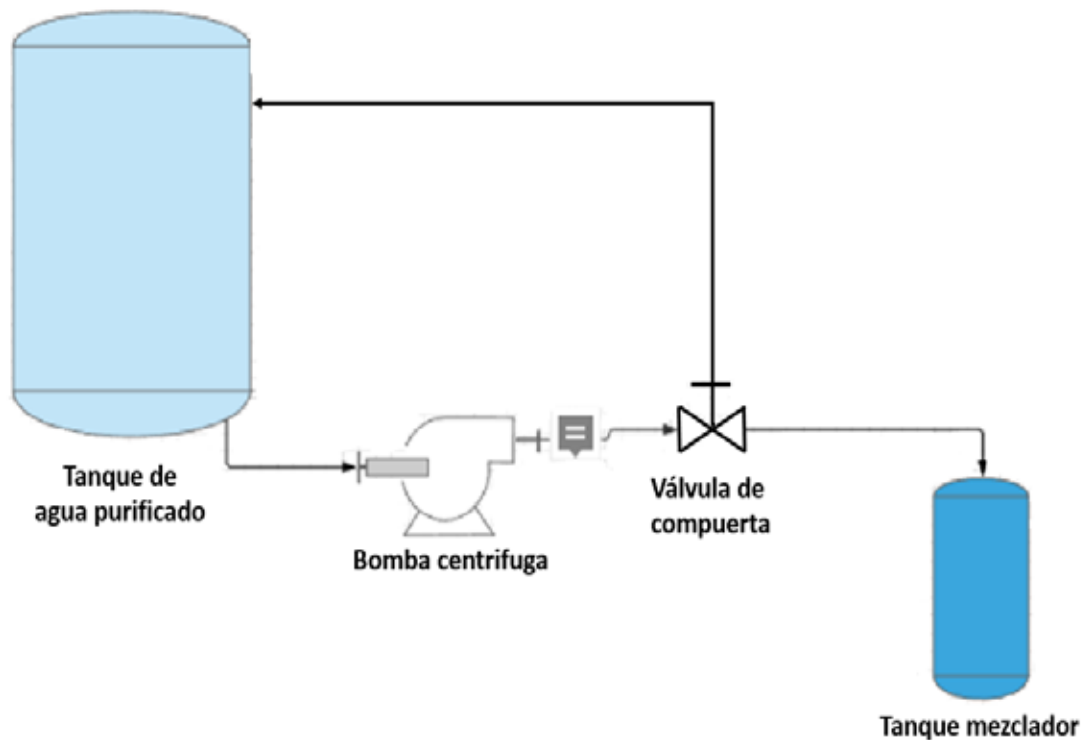


Figura 10. Esquema del proceso de llenado actual de la empresa
Fuente: Delgado (2019)

Este proceso consiste en que el operador a través de una válvula manual se encarga de realizar este llenado manualmente. Existiendo una presión de 60 psi generado por el sistema de agua purificada por los loops de distribución, el operador se encarga de ver su instrucción de trabajo y ver la cantidad de agua necesaria que necesita para iniciar el lote de jarabes a preparar, y empieza a surtir el tanque de agua purificada y va verificando el nivel del agua a través de una regla graduada la cual esta verificada por el departamento de metrología y en condiciones generales en buen estado, esta misma es insertada en el tanque al inicio de haber empezado el llenado.

De esta manera empieza el llenado del tanque y verificación de nivel de agua hasta que lleguen al límite obtenido, luego de este proceso empieza el mezclado para obtener los jarabes, los operadores manualmente se encargan de agregar componentes como ácido cítrico, acetaminofén y otras cantidades de componentes que se necesiten para la realización del jarabe. Luego de haber agregado estos componentes empieza el mezclado con unos motores o agitadores que se encuentran al final de cada tanque, el tiempo en el que el mezclado debe durar es variable según la instrucción de manufactura del producto. Por ultimo después de la finalización del mezclado viene el proceso de aforación, el cual este proceso es el que se mide la concentración de la mezcla por el departamento de calidad, si el valor del es demasiado acido el operador se encarga de volver a abrir la válvula para poder introducir más agua en la mezcla este valor de agua es calculado por una fórmula de verificación obtenida por la empresa, se calcula el valor y se agrega el agua a ojo por ciento del operador, ya que este mismo no puede volver a introducir la regla graduada puesto que ya esto se considera como un elemento invasivo al jarabe y puede producir alguna afección en los pacientes que consuman el jarabe.

Este proceso puede ser automatizado en el control del nivel del llenado de los tanques de líquidos ya que por ser un proceso completamente manual los operadores pueden tener ciertos errores que pueden ser prevenidos.

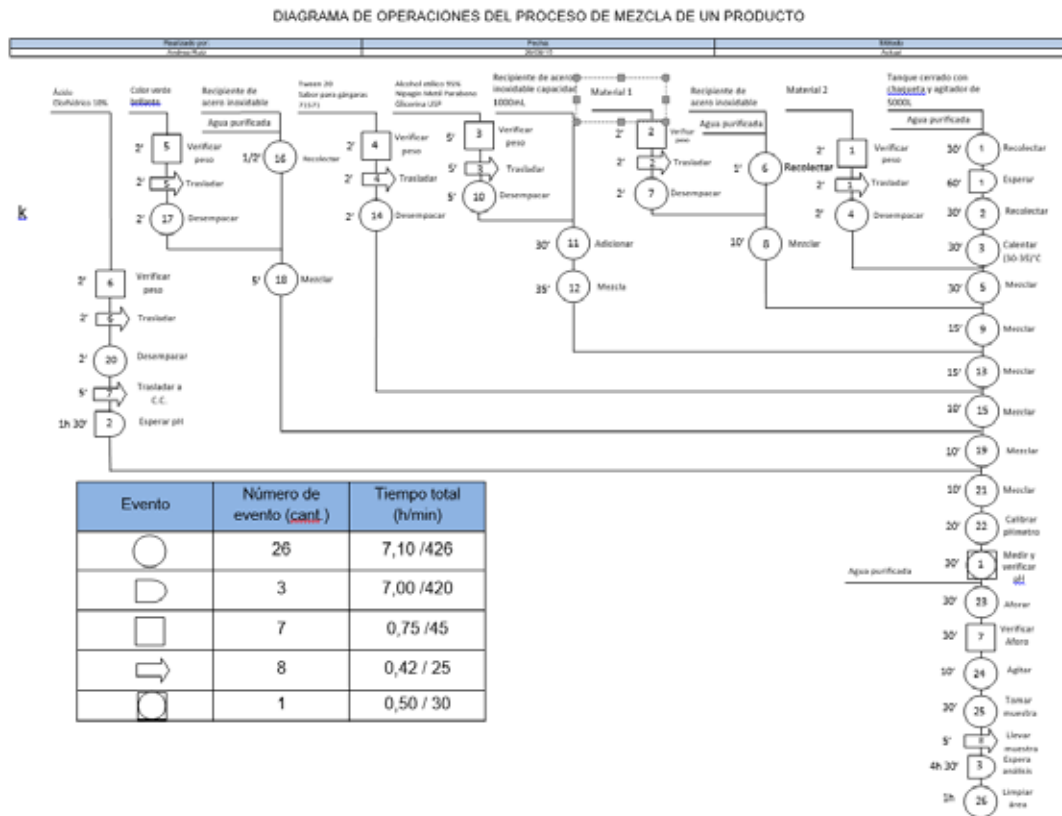


Figura 11. Diagrama de bloques del proceso de llenado actual en la empresa
Fuente: Delgado (2019)

En la figura 11 se observa el diagrama de bloques del proceso de llenado de agua de los tanques de manufacturas de líquidos actual en la empresa.

4.2 Fase II: Determinación de los parámetros del proceso de llenado de agua de los tanques de manufacturas de líquidos

Una variable de proceso es una condición física o química del proceso que es de interés medir y/o controlar ya que puede alterar el proceso de manufactura de alguna manera.

Existen muchas variables a medir y, que son de interés industrial. Dichas variables pueden clasificarse en físicas y químicas. Típicamente en la instrumentación industrial se consideran las siguientes cuatro variables como las principales:

- Caudal.
- Nivel.
- PH.

4.2.1 Caudal

Es una magnitud física que mide la proyección de la fuerza en dirección perpendicular por unidad de superficie, y sirve para caracterizar cómo se aplica una determinada fuerza resultante sobre una línea. En el Sistema Internacional de Unidades la presión se mide en una unidad derivada que se denomina pascal (Pa) que es equivalente a una fuerza total de un newton actuando uniformemente en un metro cuadrado. En el Sistema Inglés la presión se mide en libra por pulgada cuadrada (pound per square inch o psi) que es equivalente a una fuerza total de una libra actuando en una pulgada cuadrada. La presión es la magnitud escalar que relaciona la fuerza con la superficie sobre la cual actúa, es decir, equivale a la fuerza que actúa sobre la superficie. Cuando sobre una superficie plana de área A se aplica una fuerza normal F de manera uniforme, la presión P viene dada de la siguiente forma:

$$p = \frac{F}{A} \quad \dots\dots (1)$$

En un caso general donde la fuerza puede tener cualquier dirección y no estar distribuida uniformemente en cada punto la presión se define como:

$$p = \frac{dF_n}{dA} \quad \dots\dots (2)$$

Donde n es un vector unitario y normal a la superficie en el punto donde se pretende medir la presión. La definición anterior puede escribirse también como:

$$p = \frac{dF}{dA}$$

N: es el vector normal a la superficie.

A: es el área total de la superficie S.

4.2.2. Nivel

El nivel del tanque viene dado por las características de la muestra donde se desarrollará el proyecto. Este tanque posee una capacidad de 3000 LTS identificado con código de activo fijo TQ 3 y durante la observación de variables se pudo determinar que el nivel máximo adecuado debe ser de 2800 litros debido a que permite evitar desbordamientos durante la fase de agitación de los productos .

4.2.3 PH

El PH es una de las variables más importante que debe controlar y dominar en el proceso de llenado de agua de los tanques de manufactura de líquidos, especialmente en la tercera etapa del proceso, si bien sabe el proceso consta de tres etapas donde la medición del PH es la última. Según las normas de calidad de la Empresa Laboratorios ELMOR S.A establece la siguiente tabla que especifica, según el PH medido por control de calidad si se debe agregar agua a la mezcla si esta misma se considera muy acida.

Tabla 3. Niveles de PH

PH	1	2	3	4	5	6	7
Litros	600	500	400	300	200	100	0

Fuente: Delgado (2019)

4.3 Fase III: Diseño del sistema de supervisión y control del proceso de llenado de los tanques de manufacturas de líquidos.

La propuesta de automatización consiste en la elaboración de un programa en ambiente escalera en Step 7 que permitirá controlar el nivel del agua vertido en el tanque mezclador y alcanzado el nivel requerido sea capaz de accionar el motor agitador el tiempo programado desde una pantalla HMI desde donde también se podrá visualizar el nivel del tanque por la referencia de un sensor por ultra sonido. Desde la pantalla HMI también se podrá visualizar una pantalla en la cual ya conociendo el nivel de posterior a

la medición de campo de la mezcla agitada de ser necesario agregar más agua. (Ver figura 14).

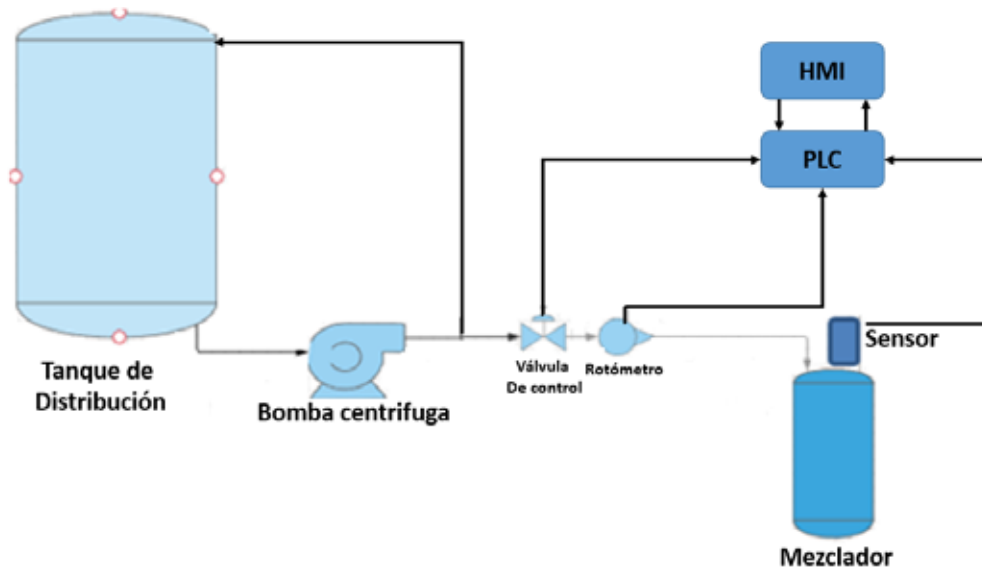


Figura 12. Esquema del proceso a diseñar
Fuente: Delgado (2019)

4.3.1 Descripción de la programación

Para el programa de automatización se creó únicamente un OB1 que se encuentra en el Main principal, donde se verá la automatización para el sistema de llenado de los tanques de manufactura de líquidos. Antes de realizar la descripción de cada segmento que comprende el programa es importante realizar un diagrama de bloques el cual nos indica cómo podemos crear una ruta para realizar la automatización con más claridad.

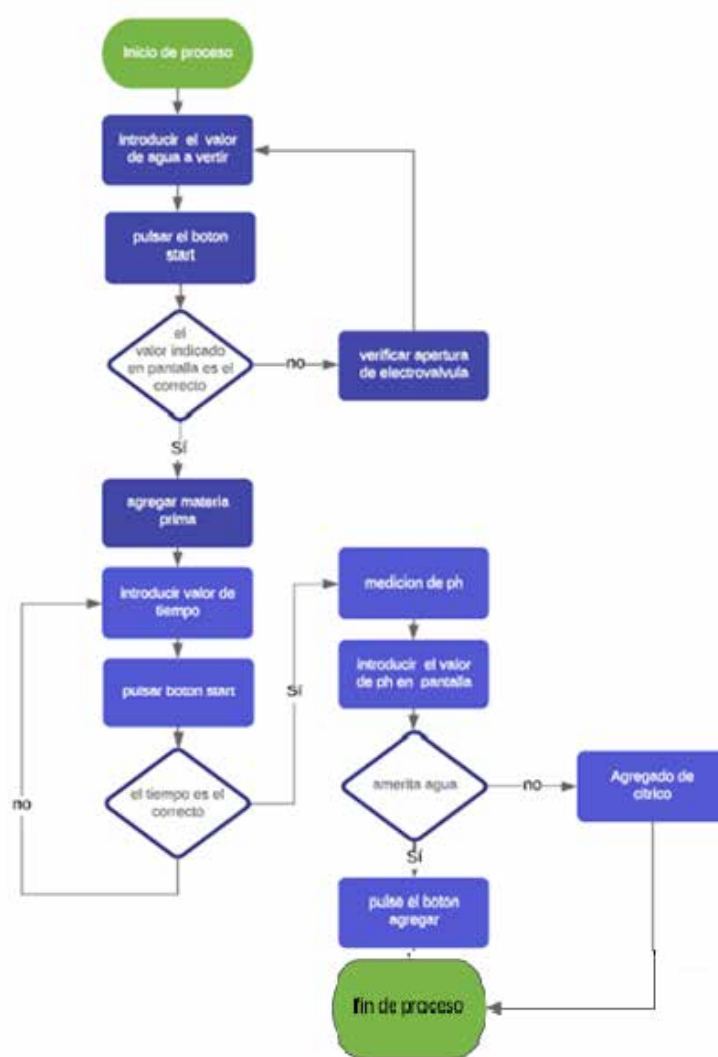


Figura 13. Diagrama de bloques del control de proceso de llenado de los tanques.

Fuente: Delgado (2019)

Ü Bloques de Funciones

Se crearon tres bloques de funciones para la programación del diseño, el primer bloque de función se encarga de calcular la cantidad de litros que ingresa el operador, a través del caudal y el tiempo transcurrido, por lo que es importante hacer una conversión de dato real a dato time primeramente, con esta conversión nos permite manejar el caudal por un tiempo transcurrido. (Ver figura 16).

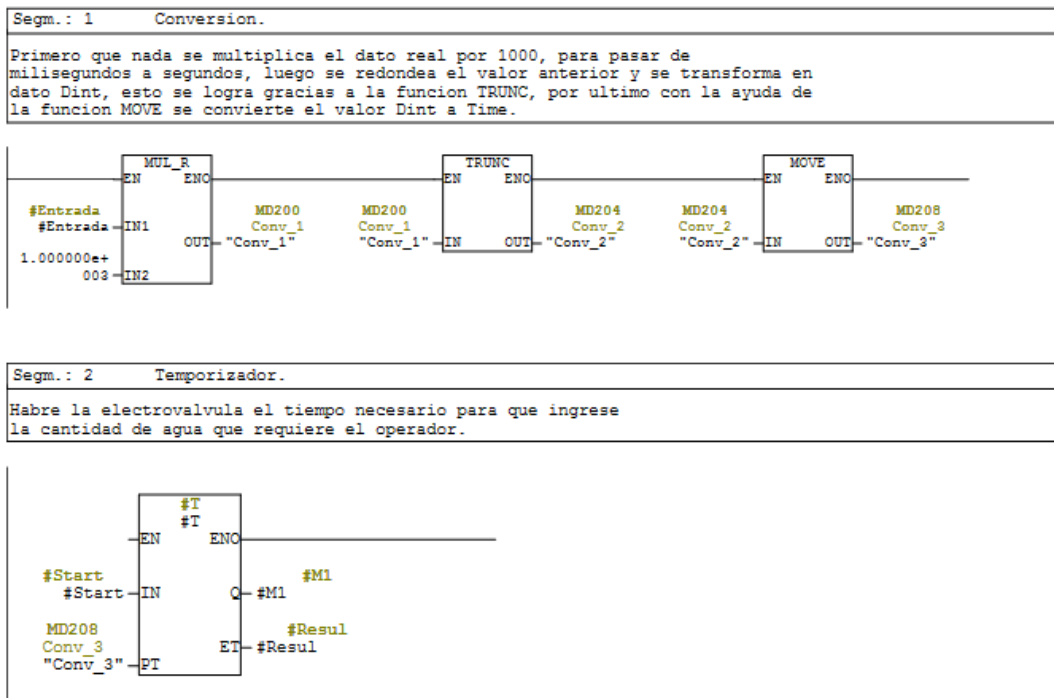


Figura 14. Bloque de Función 1

Fuente: Delgado (2019)

El segundo bloque de función se encarga del tiempo de agitación que ingresa el operador, dependiendo del jarabe que se vaya a preparar el operador tiene sus indicaciones dadas por la empresa. En este bloque también se hace una conversión de dato real al dato de tiempo. (Ver figura 17).

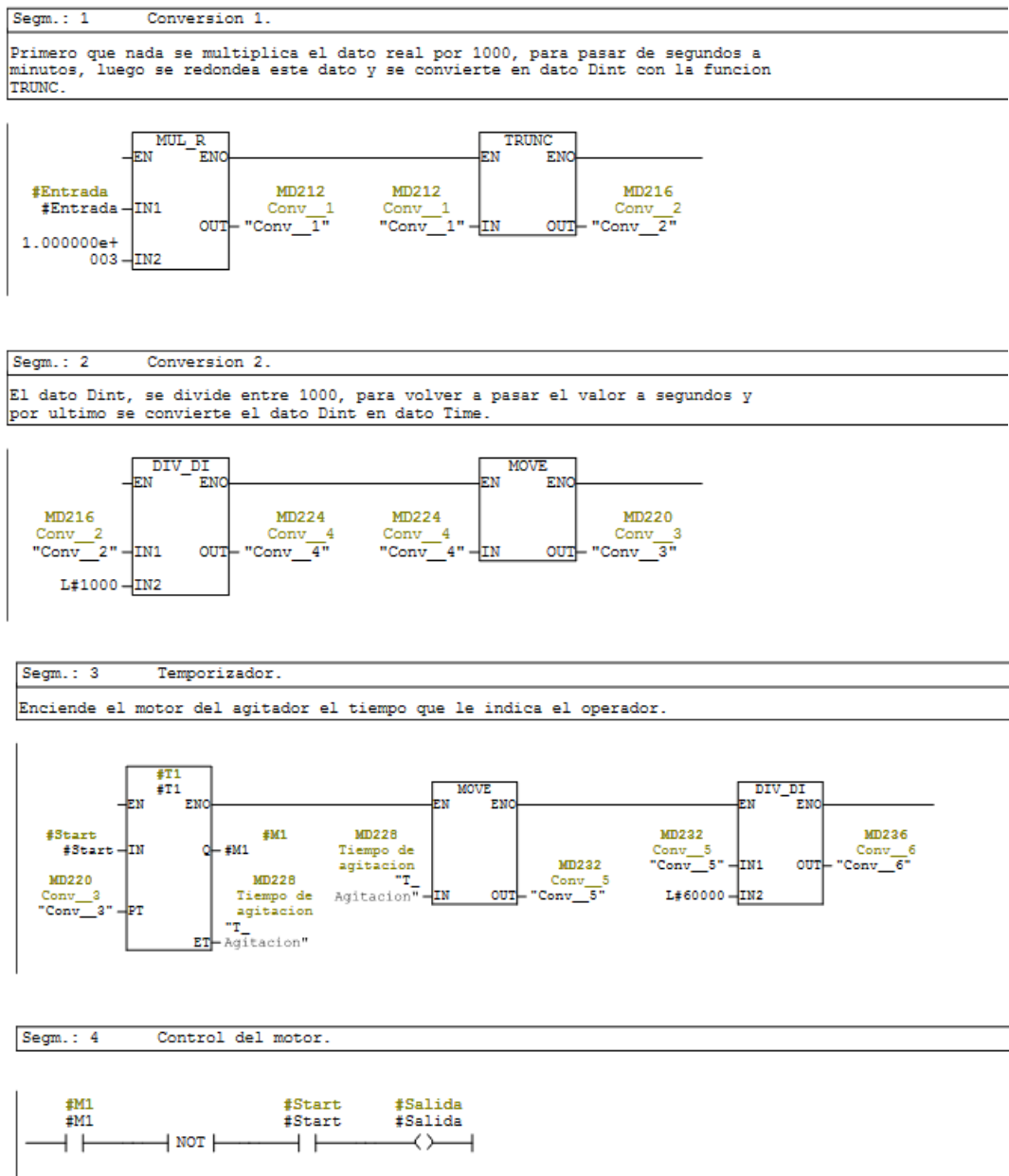


Figura 15. Bloque de Función 2

Fuente: Delgado (2019)

Para el tercer bloque de función, se calcula la cantidad de agua por el valor de obtenido. Según el valor obtenido por la tabla 3 evaluado por departamento de

calidad da ciertas dan indicaciones para agregar agua. La programación del bloque se especificó según estos valores de calidad. (Ver figura 18).

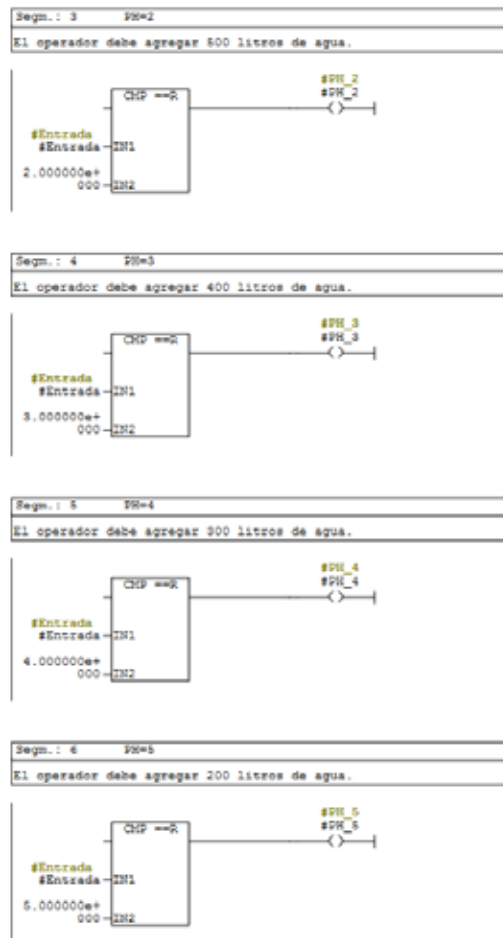


Figura 16. Bloque de Función 3

Fuente: Delgado (2019)

· Funciones

Para la programación se creó únicamente una función que se encarga de realizar el escalamiento de la señal analógica. (Ver figura 19).

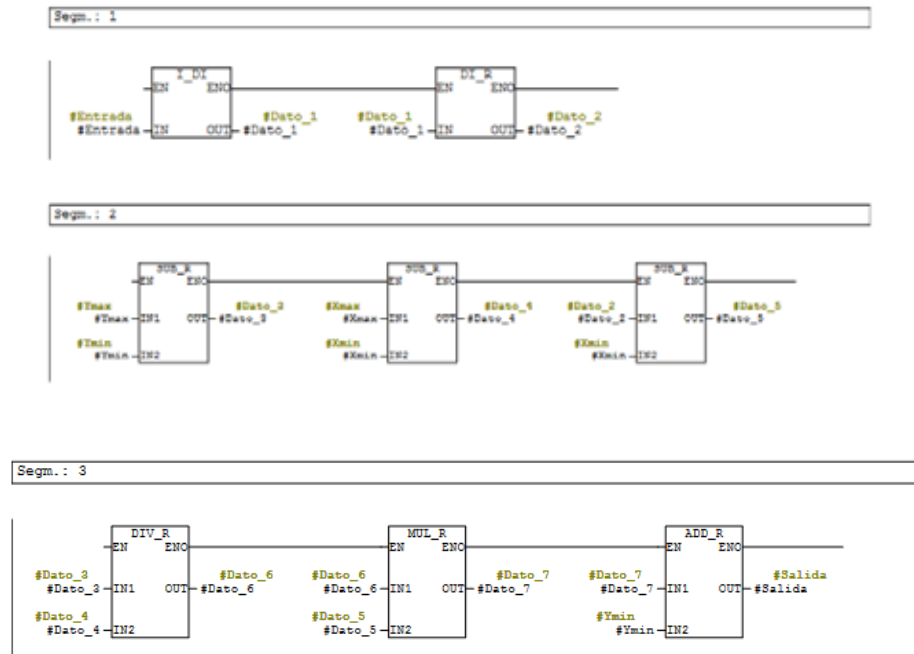


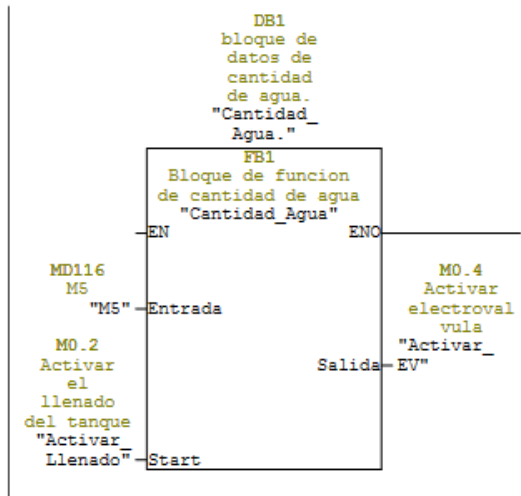
Figura 17. Función de escalamiento
Fuente: Delgado (2019)

- **OB principal**

En el OB principal se muestra toda la programación la cual consta de tres procesos, para el primer proceso tenemos el llenado del tanque principal usando el bloque de función creado anteriormente, seguidamente se hace el cierre o apertura de la electroválvula. (Ver figura 19). Para el segundo proceso inicia la agitación del mezclado del jarabe según la función del bloque 2. Esta agitación depende del tiempo que coloque el operador directamente en el HMI. (Ver figura 20).

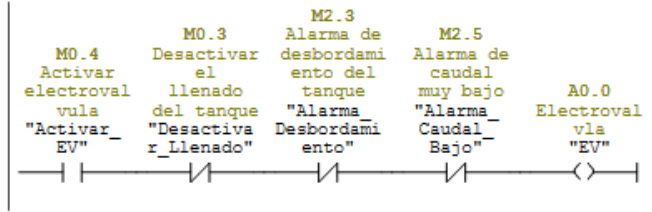
Segm.: 9 Conversion del dato Real a Time.

El FB1 habre la electrovalvula el tiempo estimado para que ingrese la cantidad de agua que indica el operador.



Segm.: 10 Control de la EV.

Apertura y cierre de la electrovalvula.



Segm.: 11 Iniciar agitacion.

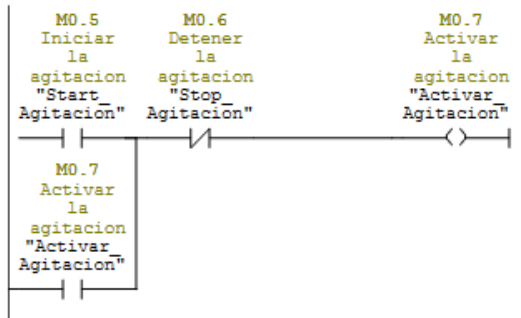
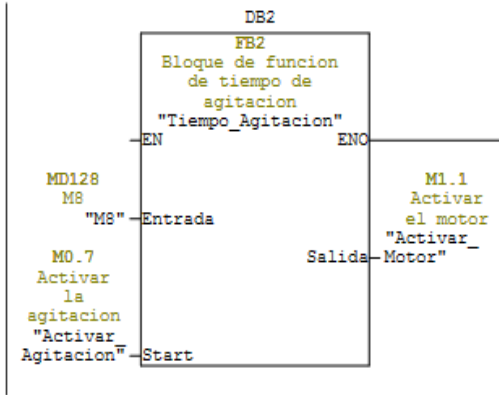
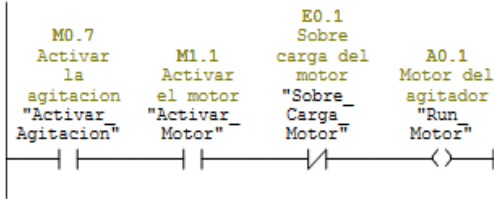


Figura 18. OB principal 1.
Fuente: Delgado (2019)

Segm.: 15 Conversion del dato Real a Time.
 El FB2 enciende el motor del agitador el tiempo que indica el operador.



Segm.: 16 Encendido y apagado del motor del agitador.



Segm.: 17 Alarma sobre carga motor.



Figura 19. OB principal 2
 Fuente: Delgado (2019)

Para la tercera etapa del proceso tenemos la aforación el cual este se encargará de agregar más litros si el se encuentra entre los valores ya especificados en la tabla 3. Para hacer este proceso se hace el uso de la función de bloque 3. (Ver figura 22).

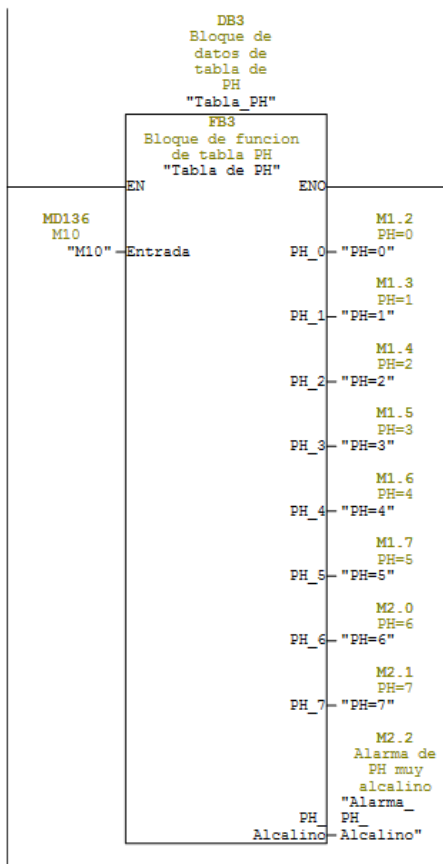


Figura 20. OB principal 3.
Fuente: Delgado (2019)

4.3.2 Descripción de HMI

Para la utilización de las 4 pantallas HMI en el proceso de automatización el cual primeramente es necesario encender el sistema y colocar el modo automático, para empezar el llenado del tanque, el operador introduce el valor del agua para la realización del jarabe colocando este valor en el Set Point, seguidamente se activa el botón Start y empieza el llenado del tanque, luego que el tanque se haya llenado. El operador se dirigirá a una segunda pantalla HMI, la cual esta se encargara de la etapa del mezclado siendo controlado por el programa, colocando un valor en horas y minutos. Por último, en la etapa de aforación después de que el departamento del

control de calidad indique el valor del de la solución si es necesario se agrega o no más líquido. Siendo estos 3 etapas del proceso principal automáticos para el control de llenado de los tanques.

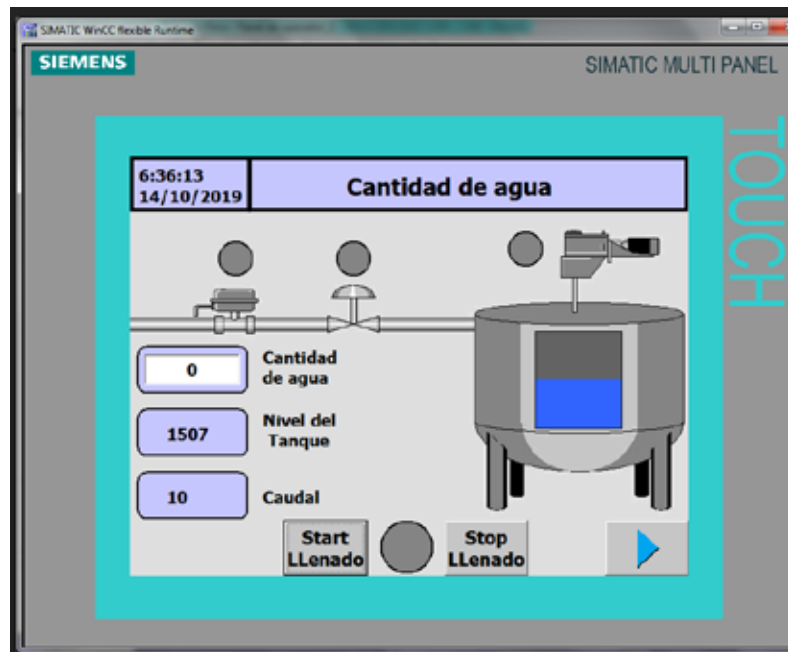


Figura 21. HMI Cantidad de agua
Fuente: Delgado (2019)

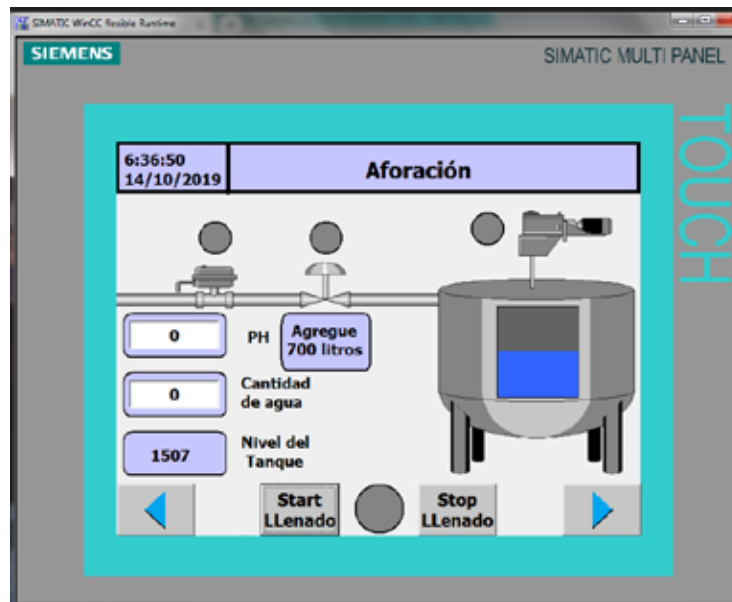


Figura 22. HMI Proceso de Aforación

Fuente: Delgado (2019)

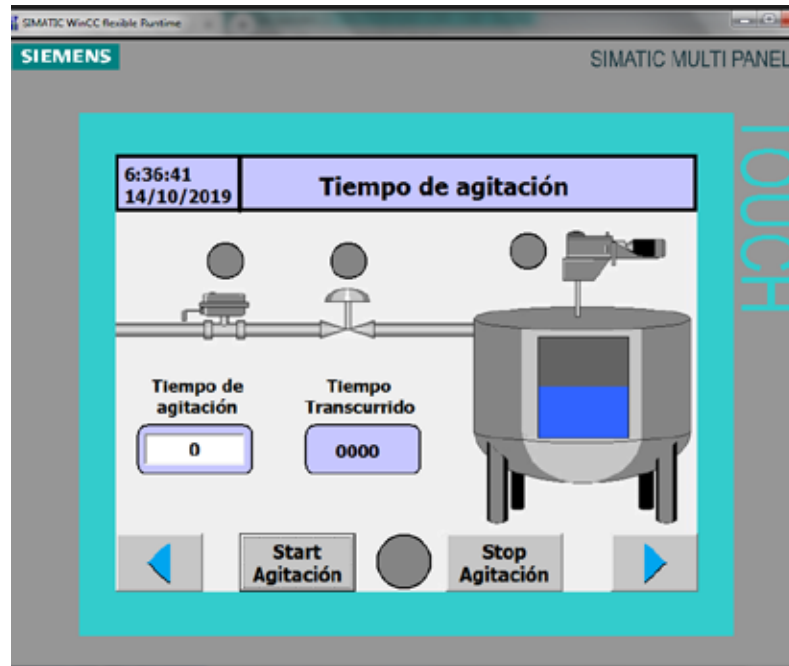


Figura 23. HMI Tiempo de agitación

Fuente: Delgado (2019)

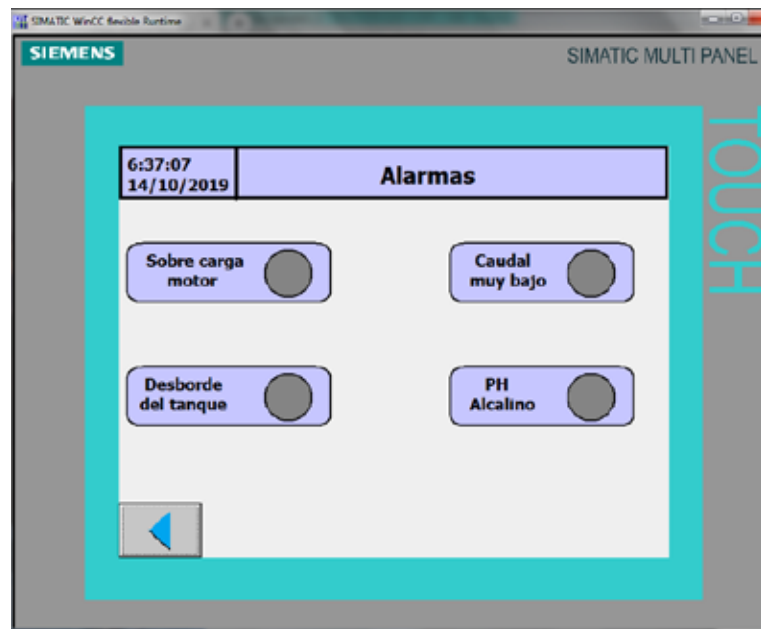


Figura 24. HMI Alarmas

Fuente: Delgado (2019)

4.4 Fase IV: Estudio de factibilidad operativa, técnica y económica para el sistema de supervisión y control de llenado de agua para la preparación de los jarabes en los tanques de mezclado del área de líquidos de la empresa LABORATORIOS ELMOR SA.

4.4.1 Factibilidad económica

A continuación se definen los recursos monetarios necesarios para la adquisición de activos fijos tangibles e intangibles requeridos para el desarrollo y la puesta en marcha el proyecto.

4.4.1.1 Presupuesto del sistema de supervisión y control de llenado de agua

Se requiere de una inversión inicial para conseguir los recursos necesarios para que el sistema pueda empezar a funcionar. Se detallara el costo de los equipos para el sistema de supervisión y control de llenado de agua y el costo del personal necesario para el desarrollo del sistema, cabe destacar que los precios referenciales mencionados se tomaron de distintos proveedores por lo que pueden existir diferencias entre uno y otro, a continuación se resumen estos diferentes gastos, clasificados en distintas categorías. (Ver tabla 4), (Ver tabla 5).

Tabla 4. Presupuesto inicial

ITEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL (\$)
1	Sensor de nivel de ultrasonido	1	180	180
2	Pantallas HMI-KTP 600	3	1000	3000
3	PLC S7-300	1	1000	1000
4	Electroválvula	1	35	35
TOTAL				4475 \$

4.4.1.2 Presupuesto del personal

Tabla 5. Presupuesto del personal

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL (\$)
1	Ing. Electrónico	Horas	72	5	360
2	Asistente técnico	Horas	24	2	48
3	Soporte técnico	Horas	24	2	48
TOTAL					456 \$

Fuente: Delgado (2019)

4.4.1.3 Detalles de los Beneficios

Beneficios Tangibles

El costo de producción de una unidad de jarabe con acetaminofén es de 7000 Bs para el mes de julio según reporte del departamento de costos de la empresa Laboratorios Elmor S.A.

En el cronograma actual de planificación se tiene previsto fabricar 12 lotes anuales de 7000 unidades con un costo de 49.000.000 Bs cada lote. Implementando el sistema propuesto se puede reducir los tiempos de espera en el proceso de llenado y mezcla los pasos 1 ,2,3,5 del diagrama de proceso de producción de un jarabe mostrados en la figura 11 a la mitad, reduciendo el tiempo de preparación de los jarabes de 7,10 horas a 6 horas permitiendo programar 16 lotes anuales en el cronograma de planificación anual permitiendo generar mayores ganancias a la compañía en el año

Beneficios Intangibles

- Mejor información.
- Certeza y trazabilidad en el uso de agua purificada
- Mejores condiciones de trabajo.
- Acceso rápido a la información.
- Respuesta más rápida a la preparación de jarabes.

4.4.2 Factibilidad operativa

La viabilidad operativa de este trabajo de grado, consiste en la automatización del sistema de un Sistema de supervisión y control del Proceso de llenado del agua para la preparación de los jarabes en los tanques de mezclado del área de líquidos de la empresa LABORATORIOS ELMOR SA, el cual mejorara el tiempo empleado para la generación de las etapas a automatizar, por otro lado disminuirá la tasa de error para la preparación de los jarabes. El trabajo de grado cumple con la viabilidad operativa, ya que habrá mayor seguridad para el operario del sistema, será más eficiente y se lograra mantener al cliente más satisfecho.

4.4.3 Factibilidad técnica

La factibilidad técnica consiste en el funcionamiento del sistema, proyecto o idea, atendiendo a sus características tecnológicas y a las leyes de la naturaleza involucradas. La Factibilidad Técnica del presente trabajo para el sistema de automatización es viable, ya que consta de una pantalla HMI por lo que el sistema a automatizar sería mucho más óptimo y eficiente que el sistema actual que se encuentra en la empresa, permitiendo al usuario un interfaz amigable que permita visualizar las variables del proceso de llenado de agua más rápido eficiente y de manera confiable eliminando la incertidumbre de instrumentos mecánicos expuestos a daños de operación y errores humanos .

CONCLUSIONES

A continuación, se presentan las conclusiones más resaltantes del estudio realizado, así como las recomendaciones para futuras investigaciones.

- Û El desarrollo de este trabajo de grado se enfocó en la aplicación de los conocimientos adquiridos durante en la carrera de Ingeniería Electrónica mención control y automatización, como lo es la aplicación de las tecnologías de la automatización. Para este caso fue direccionada a un proceso de llenado de líquido de agua para la preparación de los jarabes en los tanques de mezclado del área de líquidos de la empresa Laboratorios Elmor SA, proceso .
- Û El trabajo de grado realizado, cumple con el objetivo principal planteado el cual permite disminuir los tiempos de preparación de los jarabes en los tanques de mezclado del área de líquidos de la empresa LABORATORIOS ELMOR SA. Permitiendo mayor productividad
- Û La programación del PLC usado es sencilla y permite enfocarse en la lógica del programa. Se establecio límites y alarmas que permiten evitar desbordes y usos ineficientes del agua purificada
- Û La programación está diseñada y cargada en el programa STEP 7 gracias a su sencillez y a su entorno que es muy intuitivo para la programación.

RECOMENDACIONES

- Û Se recomienda utilizar los tanques en el cual se realizaron el estudio de las capacidades para un uso y almacenamiento óptimo de líquidos dentro de los tanques agitadores
- Û Se recomienda realizar un diseño de interfaz SCADA para ver todo el proceso del sistema.
- Û Ser recomienda realizar respaldos periódicos para garantizar que los datos y valores utilizados no sean duraderos con respecto al tiempo
- Û Se recomienda de existir la necesidad y posibilidad adaptar un sistema de monitoreo a través de dispositivos móviles

REFERENCIAS

Bibliográficas

- Aguiar, M (2012). **Sistema de control de llenado de tanques por sensores.**
Recuperado en:
<http://dspace.espace.edu.ec/bitstream/123456789/1335/1/108T0005.pdf>
- Aguilera, P (2016). **Programación de PLC.** Recuperado en:
<https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/9294/ContrerasHurtadoJuanJose2013.pdf;jsessionid8B8F6719F0983D83E2EA5922851F8A89?sequence2>
- Arias, F. (2012). **El proyecto de investigación. Introducción a la metodología científica.** Caracas: Editorial Episteme.
- Dubs de Moya, R. (2002). **El Proyecto Factible: una modalidad de investigación.** Caracas, Venezuela.
- Espinoza, M (2017). **Sistema de automatización para el llenado de un tanque de agua por bombas con la ayuda de sensores.** Recuperado en:
<http://dspace.espace.edu.ec/bitstream/123456789/1335/1/108T0005.pdf>
- Franco, I. (2018). **Propuesta de mejora del proceso de distribución de agua mediante la implementación de un sistema automatizado para la empresa Colgate-Palmolive Company.** Carabobo: Editorial UJAP
- Hurtado, J. (2007). **El proyecto de investigación.** Caracas: Editorial Quirón.
- Mijares, H y García, L. (2007). **Normas para la Elaboración y Presentación de los Anteproyectos, Proyectos y Trabajos de Grado.** Carabobo: Editorial UJAP
.Caracas: Editorial Fedupel.
- Sabino, C. (1996). **Introducción a la Metodología de Investigación.** Caracas: Editorial: Panapo.

- Santa Paella; Feliberto Martins Pestana (2010). **Metodología de la investigación cuantitativa**. Caracas: Editorial: Fedupel
- Tamayo, M. (1998). **El proceso de la investigación científica**. 3ra edición. México: Editorial Limusa.
- Perez. M. (2012). **Configuración de un PLC**. México. Editorial BMJ.
Electrónicas
- Pérez, H. (2015). **Simulación y control de del nivel de tanque**. Recuperado en:
<https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/11329/1/AC-ESPEL-EMI-0295.pdf>
- Tigrero, O (2015). **Diseño y construcción de un SCADA para el control y supervisión de un sistema de llenado de tanques de agua**. Recuperado en:
<https://repository.DiseñoyconstrucciondeunSCADa.pdf;jsessionid8B8F6719F0983D83E2EA5922851F8A89?sequence2>