

**CENTRO UNIVERSITARIO TECNOLÓGICO  
CEUTEC**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**PROYECTO DE GRADUACIÓN**

**DESARROLLO Y SIMULACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL DISTRIBUIDO DE  
UNA PLANTA LLENADORA DE BOTELLAS CONTROLADO MEDIANTE PLC**

**SUSTENTADO POR**

**RONALDO ANTONIO SARMIENTO ZELAYA, 31741193**

**PREVIA INVESTIDURA AL TÍTULO DE:**

**INGENIERO EN ELECTRÓNICA**

**SAN PEDRO SULA**

**HONDURAS, C.A.**

**ABRIL, 2021**

**CENTRO UNIVERSITARIO TECNOLÓGICO  
CEUTEC**

**INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA**

**AUTORIDADES UNIVERSITARIAS**

**RECTOR**

**MARLON ANTONIO BREVÉ REYES**

**SECRETARIO GENERAL**

**ROGER MARTÍNEZ MIRALDA**

**VICERRECTORA ACADÉMICA CEUTEC**

**DINA ELIZABETH VENTURA DÍAZ**

**DIRECTORA ACADÉMICA CEUTEC**

**IRIS GABRIELA GONZALES ORTEGA**

**SAN PEDRO SULA**

**HONDURAS, C.A.**

**ABRIL, 2021**

**DESARROLLO Y SIMULACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL  
DISTRIBUIDO DE UNA PLANTA LLENADORA DE BOTELLAS  
CONTROLADO MEDIANTE PLC**

**TRABAJO PRESENTADO EN EL CUMPLIMIENTO DE LOS REQUISITOS  
EXIGIDOS PARA OPTAR AL TÍTULO DE:**

**INGENIERO EN ELECTRÓNICA**

**ASESOR:**

**ING. RAMÓN DAGOBERTO BAIDE PEREZ**

**TERNA EXAMINADORA:**

**ING. RICARDO ADONIS CARACCIOLI**

**ING. BENJAMIN ELISEO VASQUEZ**

**ING. CARLOS HUMBERTO CORDON**

**SAN PEDRO SULA**

**HONDURAS, C.A.**

**ABRIL, 2021**

## **DEDICATORIA**

Le dedico este proyecto a mis padres y a mi familia en general por haberme apoyado en todo momento a lo largo de estos años de estudio universitario, por enseñarme el significado de paciencia, trabajo arduo y alentarme a seguir adelante en los momentos más difíciles de este proceso académico como también por ayudarme a aceptar las derrotas y disfrutar las victorias.

**Ronaldo Antonio Sarmiento Zelaya**

## **AGRADECIMIENTOS**

Primeramente, le doy gracias a Dios por la sabiduría que me ha otorgado a lo largo de mi vida, agradezco a mi papá y a mi mamá quienes me han apoyado constantemente en toda mi vida, a mis dos hermanos Nelson y Maciel quienes me han apoyado y alentado para seguir adelante. A mi familia en general, mi abuela Olga quien siempre ha creído en mí, mis tíos y tías que siempre están cuando los necesito, a mis amigos con quienes he pasado buenos momentos en todo el camino y a mi novia quien ha estado conmigo al final de toda esta etapa.

**Ronaldo Antonio Sarmiento Zelaya.**

## **DESARROLLO Y SIMULACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL DISTRIBUIDO DE UNA PLANTA LLENADORA DE BOTELLAS CONTROLADO MEDIANTE PLC**

### **AUTOR:**

Ronaldo Antonio Sarmiento Zelaya

### **RESUMEN**

Se elaboró e implementó un módulo con PLC para el llenado de botellas, que tiene la finalidad de desarrollar los conocimientos, destrezas y habilidades técnicas en la automatización de procesos industriales.

El estudio inicia con la investigación de sistemas automatizados, guía básica para aplicar una metodología de diseño por etapas que abarcan: características del módulo, materiales y componentes seleccionados mediante criterios técnicos, para finalmente elaborar los planos con un software.

El módulo está conformado por una parte de mando mediante un microcontrolador programable, mismo que tiene la función de dirigir el proceso y una parte operativa conformada por accionadores y captadores, los cuales son encargados de llevar a cabo el proceso automatizado.

Mediante un estudio de análisis de materiales se seleccionó el tipo de perfil estructural utilizado en el módulo. Luego se realizará el montaje de componentes mecánicos, neumáticos y eléctricos de acuerdo a sus planos. Instalados estos componentes se procede a realizar la programación e interfaz del PLC, para lo cual fue necesario realizar pruebas de funcionamiento a fin de concluir con el adecuado funcionamiento del módulo.

Palabras Clave: Control, Automatización, Llenado, Proceso, Industria, Programación y sistema.

**DEVELOPMENT AND SIMULATION OF THE DISTRIBUTED CONTROL SYSTEM  
OF A BOTTLE FILLING PLANT CONTROLLED BY PLC**

**AUTHOR:**

Ronaldo Antonio Sarmiento Zelaya

**ABSTRACT**

Module with PLC was elaborated and implemented for bottles filling, in order to develop knowledge, skills and technical abilities in the automation of industrial processes.

The study starts with the research of automated systems, basic guide to be applied a design methodology by stages which cover: characteristics of the module, materials and selected components through technical criteria, and lastly to elaborate the plans with software

The module is composed for one-part controlling by programmable microcontroller which has the function to direct the process and other part operating composed by actuators and captors, which are in charge to carry out the automated process.

Through a materials analysis study, the type of structural profile used in the module was selected. Then the assembly of mechanical, pneumatic and electrical components will be carried out according to your plans. Once these components are installed, the programming and interface of the PLC is carried out, for which it was necessary to carry out functional tests in order to conclude with the proper functioning of the module.

Keywords: Control, Automation, Fill, Process, Industry, Programming and system.

# ÍNDICE

<b>CAPITULO I . INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>CAPITULO II . PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>2</b>
2.1 Antecedentes del Problema .....	2
2.1.1 Estudios Anteriores .....	2
2.2 Planteamiento del problema.....	3
2.2.1 Descripción de la realidad del problema.....	4
2.2.2 Formulación del problema .....	4
2.3 Preguntas de Investigación.....	4
2.3.1 Pregunta General.....	4
2.3.2 Preguntas específicas .....	4
2.4 Hipótesis y Variables de Investigación.....	5
2.4.1 Hipótesis general.....	5
2.4.2 Hipótesis específicas .....	5
2.4.3 Variables .....	5
2.5 Justificación.....	6
2.5.1 Justificación Teórica .....	6
2.5.2 Justificación Practica.....	6
<b>CAPITULO III . OBJETIVOS DEL PROYECTO.....</b>	<b>7</b>
3.1 Objetivo General .....	7
3.2 Objetivos Específicos.....	7
<b>CAPITULO IV . MARCO TEÒRICO .....</b>	<b>8</b>
4.1 Análisis de la situación actual .....	8
4.1.1 Análisis del Macroentorno .....	8

4.1.2 <i>Análisis del Microentorno</i> .....	12
4.1.3 Marco Legal .....	14
4.1.4 Análisis Interno .....	15
4.2 Teorías.....	16
4.2.1 Teoría general del llenado automático .....	16
4.2.2 Elementos de los sistemas de control.....	18
4.2.3 Elementos del proceso.....	23
<b>CAPITULO V . METODOLOGIA.....</b>	<b>27</b>
5.1 Congruencia Metodológica .....	27
5.1.1 Matriz Metodológica.....	27
5.1.2 Operacionalización de las variables.....	28
5.1.3 Hipótesis.....	29
5.2 Enfoques y métodos .....	30
5.3 Diseño de la investigación .....	30
5.4 Técnicas e instrumentos aplicados .....	30
5.4.1 Técnicas Aplicadas.....	30
5.4.2 Instrumentos Aplicados.....	30
5.5 Fuentes de información.....	31
5.5.1 Fuentes Primarias .....	31
5.5.2 Fuentes secundarias.....	31
5.6 Limitantes del Proyecto.....	31
5.7 Cronología de Trabajo.....	32
<b>CAPITULO VI : RESULTADOS Y ANÁLISIS.....</b>	<b>35</b>
6.1 Análisis del diseño y generalidades del sistema .....	35
6.2 Elección de los componentes .....	36

6.2.1 Micronrolador .....	36
6.2.2 Fuente.....	37
6.2.3 Sensor.....	38
6.2.4 Bomba .....	39
6.2.5 Variador de frecuencia .....	40
6.2.5 Motor.....	40
6.3 Resultados y Observaciones.....	41
<b>CAPITULO VII . VIABILIDAD.....</b>	<b>42</b>
7.1 Viabilidad operacional .....	42
7.1.1 Diagrama operacional del sistema de llenado.....	43
7.1.2 Diagrama operacional del sistema de sellado .....	44
7.2 Viabilidad Económica.....	44
7.3 Viabilidad de Mercado .....	45
<b>CAPITULO VIII . APLICABILIDAD .....</b>	<b>47</b>
8.1 Análisis de mercado .....	47
8.1.1 Análisis de la demanda.....	48
8.1.2 Análisis de la oferta.....	53
8.1.3 Análisis de Precios. ....	54
8.1.4 Análisis de la Comercialización.....	55
8.2 Estudio Técnico.....	56
8.2.1 Análisis y determinación de la localización óptima del proyecto.....	56
8.2.2 Tamaño optimo del proyecto .....	59
8.2.3 Suministros.....	59
8.2.4 Identificación y descripción del proceso.....	60
8.2.5 Determinación de la organización humana y jurídica.....	61

8.3 Estudio Económico .....	62
8.3.1 Costos de Producción y Operación .....	62
8.3.2 Inversión total inicial.....	63
8.3.3 Punto de equilibrio .....	63
8.3.4 TIR (Tasa Interna de retorno) .....	64
8.4 Creación del prototipo.....	64
8.4.1 Prototipo.....	64
8.4.2 Estructura .....	65
8.4.3 Control .....	66
8.4.5 Programación del PLC .....	68
<b>CAPITULO IX . CONCLUSIONES.....</b>	<b>72</b>
<b>CAPITULO X . RECOMENDACIONES .....</b>	<b>73</b>
<b>CAPITULO XI Bibliografía .....</b>	<b>74</b>
<b>CAPITULO XII Anexos.....</b>	<b>78</b>
12.1 Data sheet sensor.....	78
12.2 Data sheet fuente- Switching power supply .....	79

## Índice de Figuras

Figura 4.1 llenadora isobárica mixta de CMA BREWERY SYSTEMS .....	9
Figura 4.2 líneas de envasado de pouches preformados de baja, mediana y alta capacidad para el sector alimentario .....	11
Figura 4.3 Equipo de elaboración de cerveza de 8.000 litros por cocción .....	12
Figura 4.4 Sistema de llenado para PET.....	13
Figura 4.5 evolución de las importaciones hondureñas de envases .....	15
Figura 4.6 Maquina de llenado volumétrico GMP .....	17
Figura 4.7 Maquina de llenado por gravedad a nivel .....	18
Figura 4.8 Diagrama de sistemas de lazo abierto .....	20
Figura 4.9 Diagrama de sistemas de lazo cerrado .....	21
Figura 4.10 controladores lógicos programables .....	21
Figura 4.11 Estructura de un PLC .....	22
Figura 4.12 Cinta o banda.....	25
Figura 4.13 Tambor .....	25
Figura 4.14 Motor para banda transportadora .....	26
Figura 6.1 Diagrama Esquemático .....	35
Figura 6.2 PLC SIMENS S7-1200.....	37
Figura 6.3 switching power supply .....	38
Figura 6.4 Sensor fotoeléctrico BEN5M-MDT .....	39
Figura 6.5 Bomba de agua sumergible .....	39
Figura 6.6 Variador de frecuencia.....	40
Figura 6.7 Motor trifásico.....	40

Figura 7.1 Diagrama de flujo del sistema general de control automático .....	42
Figura 7.2 Diagrama operacional del sistema de llenado.....	43
Figura 7.3 Diagrama operacional del sistema de sellado.....	44
Figura 8.1 Porcentajes de género según encuesta .....	50
Figura 8.2 Frecuencia de rangos de edades de los encuestados .....	50
Figura 8.3 Lugar de residencia de los encuestados .....	51
Figura 8.4 Frecuencia con la que se consume líquidos embotellados .....	52
Figura 8.5 Porcentaje de interés en adquirir un equipo de monitoreo y control .....	52
Figura 8.6 Porcentaje de interés de precio en pagar un equipo de estos .....	54
Figura 8.7 Macro localización del proyecto .....	57
Figura 8.8 Micro localización del proyecto .....	59
Figura 8.9 Proceso Productivo.....	60
Figura 8.10 Tiempo de retorno de la inversión .....	65
Figura 8.11 Prototipo Finalizado.....	64
Figura 8.12 Base, rodillos y banda del sistema.....	65
Figura 8.13 Base de llenado.....	65
Figura 8.14 PLC 1200 siemens.....	66
Figura 8.15 Sensor reflectivo que detecta la botella.....	67
Figura 8.16 Bomba sumergible en el tanque.....	67
Figura 8.17 Sensor sumergible instalado en el tanque.....	68
Figura 8.18 Control de motor por medio de un variador de frecuencia.....	68
Figura 8.19 Segmento 1.....	69
Figura 8.20 Segmento 2.....	69

Figura 8.21 Segmento 3.....70

Figura 8.22 Segmento 4.....70

Figura 8.23 Segmento 5.....71

## Índice de Tablas

Tabla 5.1.....	28
Tabla 5.2.....	29
Tabla 5.3.....	33
Tabla 7.1.....	45
Tabla 8.1.....	47
Tabla 8.2.....	58
Tabla 8.3.....	62
Tabla 8.4.....	63

## **CAPITULO I . INTRODUCCIÓN**

La automatización de procesos industriales, más que una opción, es una necesidad que se presenta en la actualidad, para el mejoramiento de procesos productivos hoy en día en pequeñas y medianas industrias del país.

Ya existen varias microempresas dedicadas al envasado de botellas, donde los procesos se realizan de forma manual. Cada vez, este mercado va presentando mayor competencia, por lo cual introducir tecnología a este proceso no solo incrementa el aprovechamiento de los recursos, sino que adicionalmente, genera mejoras en los tiempos de producción y en la calidad final de los productos, ocasionando mayores utilidades para el productor, mejores precios y productos para el consumidor final.

En este proyecto se describe el diseño de un sistema automatizado para el envasado de botellas. En la actualidad el llenado de botellas automatizado es de suma importancia, siendo estos uno de los procesos de mayor peso dentro de cualquier industria que se dedica a la distribución de algún servicio que requiere un recipiente, sean estos del rubro de bebidas, de medicinas, enlatados etc.

En el proyecto se crea una oportunidad para entender y estudiar a fondo los procesos continuos y también la posibilidad de aumentar la flexibilidad mediante una integración de los sistemas; es desde aquí de donde surge este proyecto, el cual busca establecer criterios y variables que permitan desarrollar un trabajo de grado haciendo hincapié en el concepto de la ingeniería electrónica, donde se maximice el uso de los recursos. Al hacer énfasis en la máquina se busca un desarrollo práctico de los conceptos adquiridos en asignaturas como ingeniería de control, control digital, máquinas, microelectrónica, sistemas electrónicos, entre otras, cuyo campo de aplicación se encuentra en este proyecto.

## **CAPITULO II . PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN**

La Ingeniería se refiere al conocimiento de las ciencias que se alcanza con estudio, experiencia y práctica, por tal motivo el estudio de un sistema de embotellamiento de líquidos va encaminado a la realización del estudiante. En la realización del actual proyecto intervienen campos de Electrónica, Diseño de sistemas electrónicos y Sistemas de Control y Automatización, dichos fundamentos se los encuentra en la biblioteca en las ramas ya indicadas anteriormente.

### **2.1 Antecedentes del Problema**

En la actualidad el campo industrial exige que los profesionales tengan experiencia en las áreas de automatización, por tal razón en la facultad de Ingeniería Electrónica a existe la necesidad de contar con equipos y máquinas para realizar prácticas referentes a Sistemas de Control y Automatización en los laboratorios.

#### **2.1.1 Estudios Anteriores**

J. Martínez y S. Martínez (2016) desarrollaron un proyecto para optimizar el proceso de envase y empaque de medicamentos, tanto en productos líquidos como sólidos. Buscan reducir tiempos de producción al eliminar los cuellos de botella e implementar un nuevo 4 flujo de procesos. Identificaron un cuello de botella en la etapa de empaque, debido a que todo el proceso es manual y no cuenta con un flujo correcto que guie adecuadamente el proceso. En conclusión, este proyecto propone cambiar el método de empaque, estandarizar los métodos utilizados y crear un nuevo flujo de procesos. Todo ello con la finalidad de reducir costos operativos y optimizar el proceso de envase y empaque.

Sani y Talante (2015) plantean un diseño de una maquina envasadora y dosificadora para lácteos, este diseño lo desarrollaron en base a los requerimientos de la empresa en donde se realiza el estudio, tomaron en cuenta la variedad de tamaños de envases que posee dicha empresa y el tipo de líquido que envasa. El objetivo de llevar a cabo este trabajo de diseño, construcción e implementación de una maquina envasadora es aumentar el volumen de producción de la empresa. En conclusión, en este trabajo se logra incrementar el volumen de producción, reducir la posibilidad de contaminación en el proceso de llenado y reducir la cantidad de personal que interviene el proceso.

Palomino y Manrique (2015) desarrollaron en su tesis el uso de procesamiento digital de imágenes para la clasificación de botellas en un sistema de llenado automático. En donde se clasifica las botellas en dos líneas, las correctamente llenadas que continúan con el proceso de tapado y las mal llenadas que pasan a ser separadas del proceso de tapado, para ser desechadas. Con esto se busca un eficiente control de errores en el proceso de llenado para mejorar la calidad del producto final.

Velásquez y Gonzales (2017) desarrollaron un prototipo automatizado para el llenado y tapado de botellas de plástico. En el control de la automatización se implementa un PLC para ejecutar cada una de las acciones en el proceso. La finalidad de este prototipo de automatización es incrementar la calidad de los productos y la productividad en el proceso de envasado. (Velasquez Costa & Gonzales Prado, 2017)

Velásquez (2004) afirma que: La automatización Industrial es un conjunto de técnicas basadas en sistemas capaces de recibir información del proceso sobre el cual actúan, realizar acciones de análisis, organizarlas y controlarlas apropiadamente con el objetivo de optimizar los recursos de producción, como los materiales, humanos, económicos, financieros, etc. La automatización de una empresa dependiendo del proyecto puede ser parcial o total, y se puede ajustar a procesos manuales o semi automáticos. La automatización de las plantas industriales es un aspecto muy importante en el crecimiento de las empresas ya que se ven en la necesidad de:

- Incrementar la demanda del producto.
- Ofrecer productos de mejor calidad.
- Optimizar el consumo de energía.

(Velasquez C, 2004)

## **2.2 Planteamiento del problema**

Tiempo atrás el envasado de productos líquidos en las plantas industriales se realizaban bajo un sistema manual, semi-artesanal que resulta ineficiente por varias razones, que conlleva a problemas de productividad, manipulación y sobre todo altos riesgos de contaminación que inciden en la calidad de los productos finales.

### **2.2.1 Descripción de la realidad del problema**

Muchas empresas cuentan con un proceso de llenado de botellas totalmente manual, motivo por el cual cada operación del proceso es lenta. Esto también ocasiona un incremento del riesgo de contaminación de los líquidos, debido al manipuleo constante por parte de los operarios. El proceso de llenado requiere de personal fijo y constante por muchas horas seguidas a más en su puesto de trabajo hasta que concluya el proceso. Esta medida es para evitar cualquier tipo de contaminación cruzada, sin embargo, aumenta la fatiga del personal ocasionando que el proceso sea más lento. Para llevar a cabo el proceso de llenado se requiere suspender otras actividades, ya que en los días que se realice dicho proceso se debe utilizar la mayor parte del personal, los cuales se distribuyen en el llenado, sellado y empacado.

### **2.2.2 Formulación del problema**

De acuerdo a lo anterior, se puede decir que la etapa de llenado es de suma importancia para cualquier proceso productivo, sin importar el fluido o sustancia que se esté produciendo.

Entonces nos hacemos las preguntas:

1. ¿Cómo poder cumplir con la demanda de consumo en la creciente población?
2. ¿Es posible mejorar la productividad de la empresa, al realizar un buen diseño de una estación de llenado y sellado, que permita aprovechar al máximo el producto elaborado por la planta, mediante las diferentes técnicas de automatización existentes en la actualidad?

## **2.3 Preguntas de Investigación**

La pregunta general y las preguntas específicas para este proyecto se detallan a continuación:

### **2.3.1 Pregunta General**

¿Qué factores debemos de considerar para la creación y desarrollo de un sistema de control distribuido de una planta llenadora de botellas controlado mediante PLC para ser utilizado?

### **2.3.2 Preguntas específicas**

1. ¿Cuál es el PLC más adecuado para utilizar en la creación de un sistema automatizado de llenado puede mejorar la productividad del proceso de llenado de botellas en una empresa de cualquier rubro?

2. ¿Cómo la implementación de un sistema automatizado de llenado puede mejorar la productividad del proceso de llenado de botellas?
3. ¿Reemplazando operaciones manuales por automáticas en el proceso de llenado de botellas, se reducirán tiempos operativos en las empresas?
4. ¿Automatizando el proceso de llenado de botellas, se mejorará la calidad del producto final?

## **2.4 Hipótesis y Variables de Investigación**

Mediante las hipótesis, anticipamos cuáles son los elementos constitutivos del proyecto bajo estudio, lo que contribuye a describir sus atributos o variables a partir de los valores y cualidades que los mismos poseen.

### **2.4.1 Hipótesis general**

La implementación de un sistema automatizado de llenado mejora la productividad del proceso de llenado de botellas en cualquier empresa que produzca líquidos de cualquier tipo.

### **2.4.2 Hipótesis específicas**

El reemplazar operaciones manuales por automáticas en el proceso de llenado de botellas, debe reducir tiempos operativos en las empresas.

La automatización del proceso de llenado de botellas debería mejorar la calidad del producto final.

### **2.4.3 Variables**

- Variable independiente 1: Implementación de un sistema automatizado de llenado.
- Variable dependiente 1: Mejora la productividad.
- Variable independiente 2: Reemplazar operaciones manuales por automáticas.
- Variable dependiente 2: Reduce tiempos operativos.
- Variable independiente 3: La automatización del proceso de llenado de botellas.
- Variable dependiente 3: Mejora la calidad del producto final.

## **2.5 Justificación**

Es importante destacar que las razones por las que se ha decidido diseñar la MAQUINA AUTOMATICA PARA LLENADO DE BOTELLAS, se debe a que la mayoría de proyectos realizados, no solo a nivel industrial sino académicos, están enfocados al tratamiento de fluidos y en ocasiones a trabajar específicamente sobre una de las etapas anteriormente mencionadas, únicamente.

### **2.5.1 Justificación Teórica**

Debido a que el mercado se vuelve cada vez más competitivo y exigente, surge la necesidad de automatizar el proceso de envasado para obtener productos finales de mejor calidad y más competitivos.

### **2.5.2 Justificación Practica**

Este proyecto busca mejorar la productividad en el proceso de llenado de cualquier empresa en el país, mediante la implementación de un sistema automatizado de llenado. Esta necesidad de mejorar la productividad, surge a la alta demanda de productos líquidos en Honduras, que se viene dando en el último año. Siendo cada vez más complicado cumplir con esa demanda, ya que aumenta el recurso humano para el llenado del producto, lo que a su vez genera un incremento en el riesgo de contaminación de los productos, debido al aumento del personal manipulando el producto.

## **CAPITULO III . OBJETIVOS DEL PROYECTO**

En este capítulo se presentan los objetivos tanto general como específicos que se buscan alcanzar con el desarrollo de este proyecto de manera integral.

### **3.1 Objetivo General**

Diseñar e implementar un sistema de control distribuido de una planta llenadora botellas mediante un PLC.

### **3.2 Objetivos Específicos**

- Identificar el PLC adecuado para el control de un sistema de control distribuido de una planta llenadora de botellas.
- Mejorar la productividad del proceso de llenado de botellas en el país.
- Reducir tiempos operativos en el proceso de llenado de botellas, reemplazando operaciones manuales por automáticas.
- Mejorar la calidad del producto final, automatizando el proceso de llenado de botellas.

## **CAPITULO IV . MARCO TEÒRICO**

La automatización y el control industrial está en la esencia de la industria desde sus orígenes e incluso antes. A lo largo de la historia ha habido una fascinación por crear mecanismos de ingeniería capaces realizar todo tipo de acciones humanas.

Desde la fabricación artesana de los primeros autómatas, las rudimentarias aplicaciones a través de máquinas de vapor, los telares automatizados con cintas perforadas, hasta el gran avance que supuso para la automatización y el control industrial actual, el desarrollo de los controladores programables conocidos como PLC que desarrolla la capacidad de cables eléctricos para transmitir datos. Este hito puede ser considerada como la Génesis del Control Industrial, que ha evolucionado hasta los sistemas de vanguardia de la producción industrial contemporánea. (MAVAL, 2018)

### **4.1 Análisis de la situación actual**

En la actualidad el llenado de botellas automatizado es de suma importancia, siendo estos uno de los procesos de mayor peso dentro de cualquier industria que se dedica a la distribución de algún servicio que requiere un recipiente, sean estos del rubro de bebidas, de medicinas, enlatados etc. Su principal objetivo desde el inicio del diseño es la de ocupar el mínimo espacio, pero siempre teniendo suficiente área para lo que es el manejo y el mantenimiento de esta línea de llenado.

#### **4.1.1 Análisis del Macroentorno**

A medida que los negocios se transforman y se insertan en el mundo digital, se acelera la necesidad de implementar una solución que facilite la automatización de procesos. Esto, para agilizar la ejecución de las aplicaciones; minimizar los errores e impulsar la productividad y el éxito de la empresa.

CMA BREWERY SYSTEMS lanza al mercado una envasadora de última generación, una llenadora isobárica mixta que permite trabajar con botella y lata que desde CBS califican como «la primera del mercado de su tipo». «Este nuevo sistema de llenado, patentado, permite a una micro cervecería disponer de los dos formatos de envase convencionales en una sola máquina con el consiguiente ahorro de espacio y dinero que ello supone», explican en CMA Brewery Systems. (FACTORIADECERVEZA, 2020)

Esta nueva envasadora de última generación desarrollada por CMA BREWERY SYSTEMS puede además conectarse a la Red para recibir actualizaciones de software y asistencia remota. «A diferencia de otros sistemas de envasado, existentes en el mercado, que oxigenan la cerveza, la tecnología desarrollada lleva a cabo el proceso de embotellado/enlatado primero aplicando vacío para extraer el aire del envase, seguidamente se lleva a cabo una purga de CO<sub>2</sub>, el presurizado, el llenado a contrapresión y el despresurizado. Los modelos comercialmente disponibles son de 1,2, 4 y 6 cabezales de llenado. Todas las llenadoras de 4 y 6 cabezales pueden operar (por encargo) de forma automática mediante la instalación de un autómata en el cuadro eléctrico». (FACTORIADECERVEZA, 2020)

En la figura 4.1 podemos visualizar una envasadora isobárica mixta, para botellas y latas.



Figura 4.1 llenadora isobárica mixta de CMA BREWERY SYSTEMS (FACTORIADECERVEZA, 2020)

Proceso, etapa o revolución, lo cierto es que la denominación no importa a la hora de ver los efectos, pues la automatización es una realidad que ya está cambiando la forma en que empresas y trabajadores se vinculan con el empleo.

El auge de nuevas tecnologías y la constante creación de máquinas y software capaz de realizar tareas que hasta el momento realizaba el hombre es una realidad. Países como Japón y Estados Unidos están liderando el cambio que llevará a las industrias a una nueva revolución.

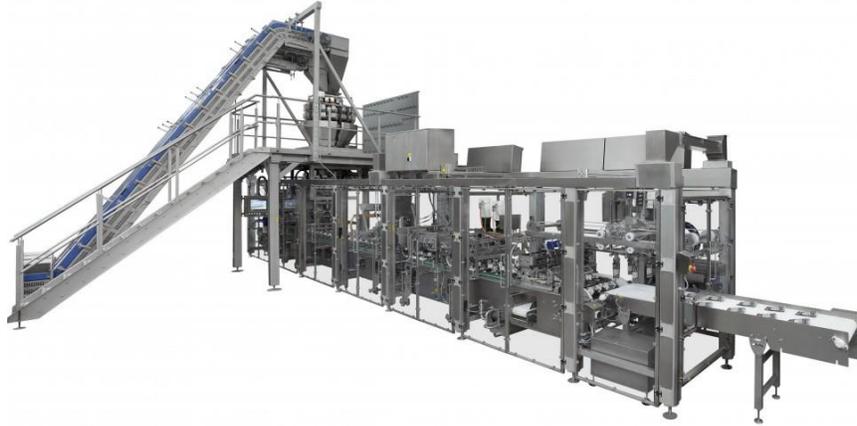
De hecho, de acuerdo a un estudio que realizó el Instituto Global McKinsey, entre 75 y 375 millones de personas deberán hacer cambios en su perfil profesional antes de 2030. Estos cambios, evidentemente, tendrán la finalidad de ajustarse al nuevo escenario laboral que generarán la digitalización y robotización de los empleos. (Universia, 2018)

Waldner Dosomat es un fabricante alemán especializado en la construcción de máquinas de envasado FS (Fill and Seal) para tarrinas y tarros (plástico, vidrio, cerámica, cartón, aluminio), botellas (plástico y vidrio) y pouches, siempre partiendo de envases preformados.

En concreto, para el envasado de pouches, la tecnología totalmente servomotorizada de Waldner Dosomat permite proyectar líneas de baja, mediana y muy alta cadencia con máquinas rotativas y multilineales de hasta 500 pouches por minuto. Cada estación del proceso de envasado de las máquinas Waldner Dosomat aseguran un control eficiente y un perfecto manejo del envase pouch. Hay múltiples opciones de llenado, incluyendo sistemas de llenado avanzado combinado con un sellado por ultrasonidos. Los pouches pueden ser bolsas planas o stand-up pouches, con o sin tapón. (Martorell, 2020)

Esta generación de máquinas permite dosificar productos bombeables como líquidos, cremogenados de verduras y frutas, así como productos secos no bombeables. Se diseñan las máquinas a medida para cada proyecto incluyendo diferentes estaciones de llenado de los pouches: sistemas de multipesadoras para productos secos o grumosos, sistemas de tornillo sinfín para productos en polvo, sistemas de dosificación por pistón para los productos bombeables y sistemas de caudalímetros para los líquidos. Además, si es necesario, Waldner Dosomat propone sistemas automáticos de carga de los pouches a la salida de la envasadora en bandejas para el sistema de autoclave para productos que requieren de una vida útil larga dentro y fuera de la cadena de frío. (Martorell, 2020)

En la figura 4.2 observamos una máquina de envasado FS (Fill and Seal) para tarrinas y tarros, botellas y pouches, siempre partiendo de envases preformados.



*Figura 4.2* líneas de envasado de pouches preformados de baja, mediana y alta capacidad para el sector alimentario. (Martorell, 2020)

La cervecera de Guadalajara acaba de concluir la tercera gran ampliación de sus instalaciones en menos de cuatro años. Sienta las bases para producir hasta 2.000.000 de litros al año. La cervecera artesanal Arriaca acaba de concluir una nueva ampliación de sus instalaciones. Esta nueva inversión, que supera los 750.000 euros, ha permitido, entre otras cosas, la puesta en marcha de un nuevo equipo de elaboración, el incremento de la capacidad de fermentación en fábrica y la ampliación de la línea de enlatado. (Redacción, 2020)

Equipo de elaboración de cerveza de 8.000 litros por cocción. Ampliación línea de envasado de cerveza. En 2016, Arriaca fue la primera cervecera artesana española en apostar por el formato lata para esta bebida. Desde entonces, su producción de lata se ha multiplicado por diez. Es por ello que la fábrica alcarreña ha ampliado las líneas de envasado, introduciendo una nueva de enlatado que incluye un sistema de despaletización automático que permite el llenado de 6.000 envases por hora. (Redacción, 2020)

En la figura 4.3 vemos como la inversión ha permitido, entre otras cosas, la puesta en marcha de un nuevo equipo de elaboración.



*Figura 4.3* Equipo de elaboración de cerveza de 8.000 litros por cocción (Redacción, 2020)

En los últimos años, las máquinas comprendidas en esta categoría se han vuelto increíblemente más sofisticadas al incorporar, como nunca antes, mayores funciones integradas y componentes de valor agregado para hacer el proceso de envasado más rápido y eficiente. Como consecuencia, el mercado global de envasado flexible está en plena expansión y se espera que alcance un valor de USD 125,66 mil millones para el año 2021. A medida que la gente adquiere mayor conciencia relativa a la salud y desarrolla un impulso hacia la comodidad, los consumidores han empezado a buscar bolsas de galletas más pequeñas y saludables que pueden comerse fácilmente eligiendo el control en las porciones como el método para reducir peso y adquirir un estilo de vida más saludable. El mayor porcentaje de este crecimiento se espera que provenga de Asia y en particular de países como India y China y de sus industrias de alimentos y bebidas que están expandiéndose rápidamente. (Green, 2018)

#### ***4.1.2 Análisis del Microentorno***

En Honduras, la digitalización del sistema manufacturero solo se aplica en un 30 por ciento en las empresas. La automatización del sistema de producción es una característica propia de la Cuarta Revolución Industrial o la también llamada Industria 4.0. Existen variadas tecnologías que las empresas deben adoptar, pero depende de cada sector, de cada industria, empresa o Pyme adaptarse a los nuevos sistemas de gestión y a los procesos productivos; un cambio que les permitirá evolucionar y crear sinergias con las que deben hacerse más fuertes y competitivos. (EIPaís.hn, 2018)

San Pedro Sula es la ciudad más grande del norte de Honduras, ubicada a unos 40 kilómetros de las playas del Caribe. Es la capital industrial del país centroamericano y un centro de comercio importante con cerca de un millón de habitantes.

En esta ciudad tiene su sede principal Corinsa, una empresa privada familiar con una facturación de 200 millones de dólares, aproximadamente, y 2.500 empleados. Corinsa se ha especializado exclusivamente en la producción y venta de bebidas sin alcohol, y por más de 53 años se ha dedicado al negocio de los refrescos gaseosos, abasteciendo todo el país. Para ello, cuenta con 550 camiones, de los cuales 70 por ciento son propios, y con 12 centros de distribución. (Rojas, El empaque o conversión, 2019)

Hasta 1985, el embotellado en Corinsa era bastante consistente. La planta producía exclusivamente Pepsi Cola y Teem en dos tamaños de envases. Mirinda fue el primer producto que ingresó para cambiar esta tradición, como parte de una estrategia de diversificación, hasta 2007 la marca Gatorade, de Quaker Oats, se importada de Estados Unidos; hoy en día, 35.000 cajas unitarias (24 unidades de 0,5 litros) salen mensualmente de la planta. Lo mismo sucede con la marca Lipton, de Unilever. En la actualidad, Corinsa produce alrededor de 110.000 cajas unitarias, al mes, de los cuatro sabores del té helado, que es además el único té listo para beber en el mercado hondureño. (Rojas, El empaque o conversión, 2019)

En la figura 4.4 visualizamos un sistema de llenado de Krones para refrescos gaseosos, que trabaja a temperaturas de entre 4 y 18 grados centígrados.



*Figura 4.4* Sistema de llenado para PET (Rojas, El empaque o conversión, 2019)

Desde finales de 2013, Cervecería Hondureña produce la cerveza rubia Miller Lite. GEA Brewery Systems ha implementado la adaptación técnica de la planta de San Pedro Sula

(Honduras). Puede producir hasta 1,5 millones de hectolitros de cerveza y posee una cuota de mercado del 95%. En 2001 entró a formar parte del segundo grupo cervecero más grande del mundo: SABMiller. (Oltmanns, 2015)

Para GEA, el reto especial de este proyecto consistía en integrar un proceso casi totalmente automatizado en una bodega de elaboración manual. El contrato contemplaba la ingeniería, los componentes (válvulas, bombas, instrumentos, equipos eléctricos), la gestión de la instalación eléctrica y mecánica, el software y la puesta en marcha. GEA Brewery Systems se hizo cargo de la gestión global de los proyectos de las empresas involucradas, concretamente de Cervecería Hondureña, GEA Westfalia Separator y Pentair. La excelente cooperación de estos agentes resultó clave para lograr la ejecución óptima de los proyectos. (Oltmanns, 2015)

En la actualidad en Honduras, Las diferentes necesidades que han existido en las múltiples industrias han inspirado a la ingeniería a diseñar una amplia diversidad de máquinas mediante métodos de automatización que se han ido mejorando. Este proceso ha sido una herramienta fundamental para obtener soluciones precisas a las distintas problemáticas existentes. El diseño, desarrollo e implementación de estas máquinas ha mejorado el desarrollo tecnológico de dichas empresas.

#### **4.1.3 Marco Legal**

Respecto al marco legal, debe señalarse que la actividad descrita en esta guía carece de normativa específica, siendo la principal normativa general la siguiente:

- Ley Orgánica 3/2007, que recoge las modificaciones realizadas el 22 de marzo de 2007 de la Ley 21/1995, Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 251/1997, de 21 de febrero de 1987, por el que se aprueba el Reglamento del Consejo de Coordinación de la Seguridad Industrial.
- Real Decreto 411/1997, de 21 de marzo, que se modifica el RD 2200/1995, de 28 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de la Infraestructura para la Calidad y Seguridad Industrial.
- Real Decreto 697/1995, de 28 de abril, por el que se aprueba el Reglamento del Registro de Establecimientos Industriales de ámbito estatal.

- Real Decreto 2200/1995, de 28 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de la Infraestructura para la Calidad y la Seguridad Industrial.

#### 4.1.4 Análisis Interno

La industria de envase tiene gran impacto en el nivel de competitividad del resto de las industrias sean estas de exportación o dirigidas a un mercado local altamente competitivo, pues es en estos casos que la demanda de presentación de los productos se hace cada vez más exigente.

Los productos de envase son materiales utilizados para contener y guardar un producto, con el fin de protegerlo y diferenciarlo de otros para su comercialización. Además, el empaque corresponde a materiales que encierran el producto con o sin el envase, con el propósito de preservarlo y proveer su entrega al consumidor. De esta forma ambos materiales se comercializan de forma conjunta para desarrollar y colocar el producto al mercado.

Para darnos una idea de la magnitud de lo importante que es el envasado dentro de una industria que se dedica a este rubro nos valdremos de la siguiente grafica que nos muestra la evolución de la exportación de este tipo de productos.

**Grafico 1. Honduras: Evolución de las importaciones hondureñas de envases**

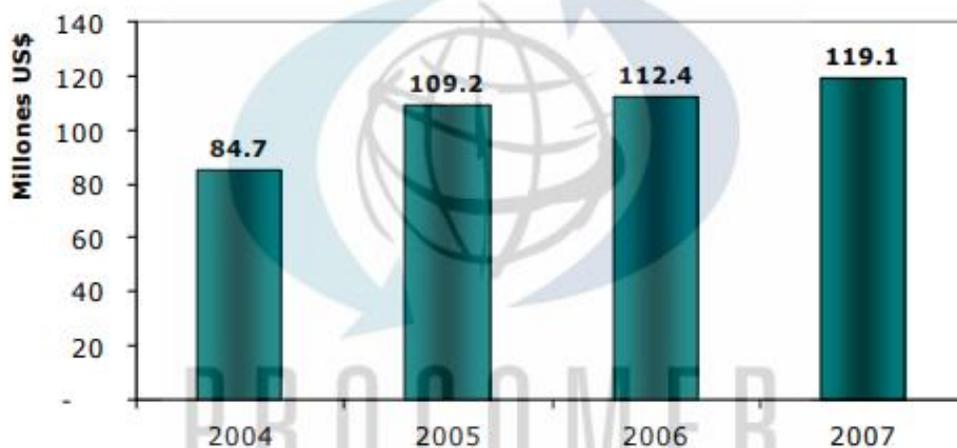


Figura 4. 5 Evolución de las importaciones hondureñas de envases. (Moreira, 2008)

## **4.2 Teorías**

El objeto de un sistema de control automático es mantener bajo control una o más salidas del proceso. Se utiliza la palabra proceso en un sentido muy general, entendiendo que el mismo es el conjunto de fenómenos físicos que determinan la producción de las variables controladas.

### **4.2.1 Teoría general del llenado automático**

Los controles automáticos tienen una intervención cada vez más importante en la vida cotidiana para la ingeniería y la ciencia, estos sistemas dinámicos aportan una base en la solución de problemas industriales, sistemas de pilotaje de aviones y hasta un simple tostador.

Controlar consiste en seleccionar, de un conjunto específico o arbitrario de elementos (o parámetros, configuraciones, funciones, etc.), aquellos que, aplicados a un sistema fijo, hagan que este se comporte de una manera predeterminada.

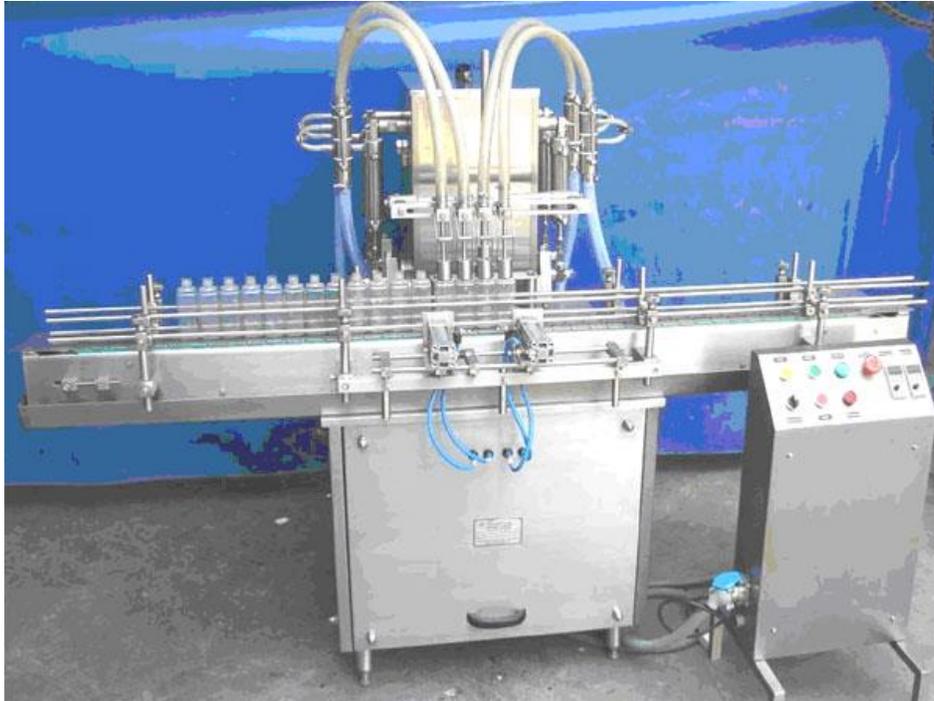
#### **4.2.1.1 Tipos de llenado**

En su función más literal, el proceso de llenado consiste en la función de confeccionar envases de productos líquidos como bebidas y agua. El llenado de los envases es ocasionado por la transferencia del líquido desde el tanque principal contenedor hacia la botella. La exactitud dependerá de una tecnología de llenado para determinar el volumen correcto de producto, para ello se visualizan 2 tipos de sistemas de llenado automático

##### **4.2.1.1.1 Llenado volumétrico**

El sistema prevé una serie de pistones de dosificación previa, los cuales recogen el producto de la campana situada en el centro de la llenadora y lo dosifican en el interior del envase. Por medio de ese principio de funcionamiento, la precisión de llenado es muy elevada.

(ave-technologies, s.f.)



*Figura 4.6* Máquina de llenado volumétrico GMP (ave-technologies, s.f.)

#### **4.2.1.1.2 llenado por gravedad a nivel**

Los sistemas de llenado EVO-G son adecuados para el embotellado de bebidas sin gas, vino o agua sin gas.

El llenado con este sistema ocurre por simple gravedad; tras haber alcanzado el nivel de llenado programado en el envase, el producto excedente regresa al depósito.

El depósito y todas las partes en contacto con el producto están enteramente construidas en acero inoxidable AISI 316 para la máxima higiene. 15 Si se trabaja con botellas de plástico PET/PE/HDPE, la máquina puede estar equipada con el sistema “Neck Holding”. (Dellatoffola, s.f.)



Figura 4.7 Maquina de llenado por gravedad a nivel (Dellatoffola, s.f.)

## 4.2.2 Elementos de los sistemas de control

El objeto de un sistema de control automático es mantener bajo control (de allí que se denominan variables controladas) una o más salidas del proceso. Se utiliza la palabra proceso en un sentido muy general, entendiéndose que el mismo es el conjunto de fenómenos físicos que determinan la producción de las variables controladas. Desde el punto de vista matemático, el proceso quedará representado por un conjunto de relaciones fundamentales, a través de las cuales las variables controladas quedan puestas en función de dos tipos de variables independientes:

- Variables aleatorias
- Variables manipuladas

### 4.2.2.1 Las variables aleatorias

Son aquellas variables que escapan a cualquier control o posibilidad de manipulación, es decir, que adoptan valores que pueden variar al azar dentro de ciertos límites prácticos, constituyen perturbaciones, pues una vez obtenidos los valores deseados en las variables controladas, se tiende a apartarlas de los mismos. (Conalep, 2014)

### 4.2.2.2 Las variables manipuladas

Si al proceso ingresaran solamente las variables aleatorias, no se dispondría ningún grado de control sobre el mismo y el valor de las variables controladas sería, también, aleatorio. Para poder introducir cualquier grado de control, se deberá disponer de variables sobre cuyos valores

sea posible operar; de allí que se denominen variables manipuladas. Son precisamente estas variables las que permiten gobernar el sistema, y su característica esencial es que pueden ser manejadas a voluntad dentro de ciertos límites. El problema de controlar el proceso consiste en eliminar los efectos de las perturbaciones producidas por la variación de las variables aleatorias, mediante la introducción de variaciones compensatorias en las variables manipuladas. (Conalep, 2014)

#### **4.2.2.3 Controlador**

La parte del sistema que sintetiza las variables manipuladas es el controlador, contiene el programa necesario para introducir las variaciones en las variables manipuladas, a fin de obtener el comportamiento deseado de las variables controladas. Para ello el controlador puede disponer de distintos tipos de información:

- Referencia.
- Pre compensación.
- Realimentación.

(Conalep, 2014)

##### **4.2.2.3.1 Valores de referencia**

Estos valores, que pueden ser constantes o variables en el tiempo, representan el comportamiento deseado en las variables controladas, por eso se les suele denominar también valores deseados o valores de comando. Si el sistema tuviera un grado de control perfecto, idealmente los valores de las variables controladas deberían ajustarse en todo momento a los valores de referencia.

En el caso del control manual, las funciones asignadas al controlador en un sistema automático los valores de referencia están presentes en las intenciones del operador, y constituyen su idea acerca de los resultados deseables del proceso.

Ante la presencia de una perturbación (modificación de una variable aleatoria) el controlador debe iniciar una acción correctiva trabajando con las variables manipuladas, a fin de eliminar el efecto de la perturbación sobre las variables controladas. Para cumplir esa función, se dispone de dos técnicas completamente distintas en su enfoque, aunque compatibles entre sí, diferenciándose en la información relativa a las variables aleatorias y a las variables controladas.

(Conalep, 2014)

El estudio de los controles automáticos es impórtate debido a que proporciona una comprensión básica de todos los sistemas dinámicos, así como apreciación y utilización de las leyes fundamentales de la naturaleza. Debemos tener en cuenta que existen 2 tipos de sistemas de control en diferentes lazos de tipo abierto y cerrado.

#### 4.2.2.3.2 Pre compensación

La primera de las técnicas disponibles (ingreso de las variables aleatorias al controlador) recibe el nombre de pre compensación. El control se efectúa previendo el efecto de cada perturbación sobre las variables controladas, y realizando los ajustes necesarios en las variables manipuladas para compensarlo. Mediante esta técnica se corrige el efecto de la perturbación (en el caso ideal) antes de que esta llegue realmente a afectar las variables controladas. Sin embargo, aunque esto pueda parecer muy promisorio, en la práctica puede presentar considerables dificultades. (Conalep, 2014)



Figura 4.8 Diagrama de sistemas de lazo abierto. (Blogspot, Ejemplo sencillo, 2019)

#### 4.2.2.3.3 Realimentación

La otra técnica, ampliamente utilizada, es la realimentación. Da lugar, como se expresará anteriormente, a los sistemas de lazo cerrado, y se caracteriza por reincorporar los valores controlados al elemento controlador. De esta manera, éste puede efectuar una comparación continua de los valores controlados con los de referencia, e iniciar una acción correctiva cada vez que se aparten de los mismos. En este caso no se requiere de parte del controlador la adaptación a un modelo matemático preciso del proceso controlado. El controlador puede incluso ignorar por completo las variables aleatorias, toda vez que no le interese la causa de las variaciones sino solamente corregirlas. Puede afirmarse, pues, que se realiza un control a posteriori y con pleno conocimiento de los resultados. El controlador no necesita suponer que los resultados de sus correcciones son adecuados, pues dispone permanentemente de la información relativa a la salida

del proceso y efectúa sus correcciones sobre la base de dicha información. Tolera perfectamente variaciones de los parámetros propios del proceso, y la existencia de fuentes de perturbación desconocidos o con mecanismos suficientemente complicados para dificultar su tratamiento matemático. (Conalep, 2014)

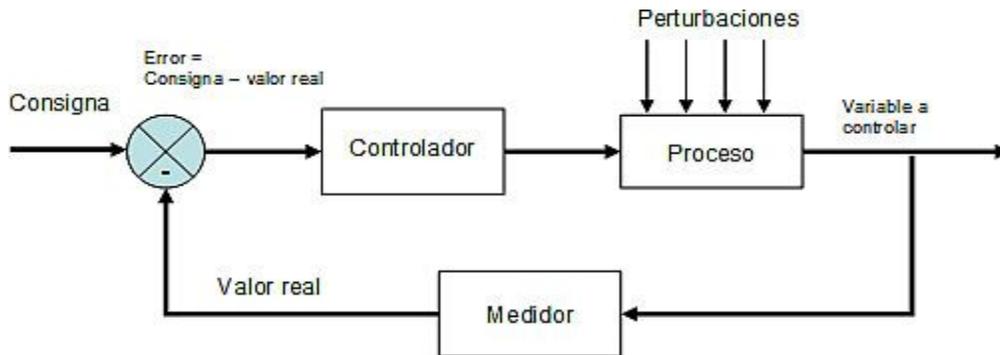


Figura 4.9 Diagrama de sistemas de lazo cerrado. (Blogspot, Ingeniería clasica, 2014)

#### 4.2.2.3.4 Controladores lógicos programables

El PLC es un equipo electrónico diseñado para controlar en tiempo real secuencias en máquinas y procesos por medio de entradas y salidas las mismas que se encuentran controladas por una lógica de programación mediante funciones lógicas, secuencias, temporizadores y contadores. (Alvarez P, 2004)



Figura 4.10 controladores lógicos programables (PLC) (Alvarez P, 2004)

El funcionamiento básico del PLC se basa en recibir información de las entradas de los diferentes dispositivos como sensores, pulsadores, entre otros, los cuales convierten esta información en señales lógicas que son enviadas a la CPU del PLC, la cual procesa esta

información y envía señales a las salidas, permitiendo así activar los diferentes dispositivos como: contadores, motores, cilindros neumáticos, luces piloto, etc.

Tipos de PLC's: Se pueden clasificar de acuerdo a su estructura externa en:

#### 4.2.2.3.4.1 Tipo Compacto

Este tipo de PLC consiste en un solo cuerpo en la que se integran todos sus elementos como: fuente de alimentación, CPU, entradas y salidas. Además, posee una variedad de módulos de expansión de entradas, salidas, módulos de comunicación, etc.

#### 4.2.2.3.4.2 Tipo Modular

Su CPU es independiente de la fuente de alimentación, así como de sus entradas y salidas, son lo más utilizados en la industria debido a que estos PLC's se arman de acuerdo a la complejidad de los procesos, permitiendo instalar una gran variedad de módulos de entrada y salidas logrando así, mejorar las características del PLC.

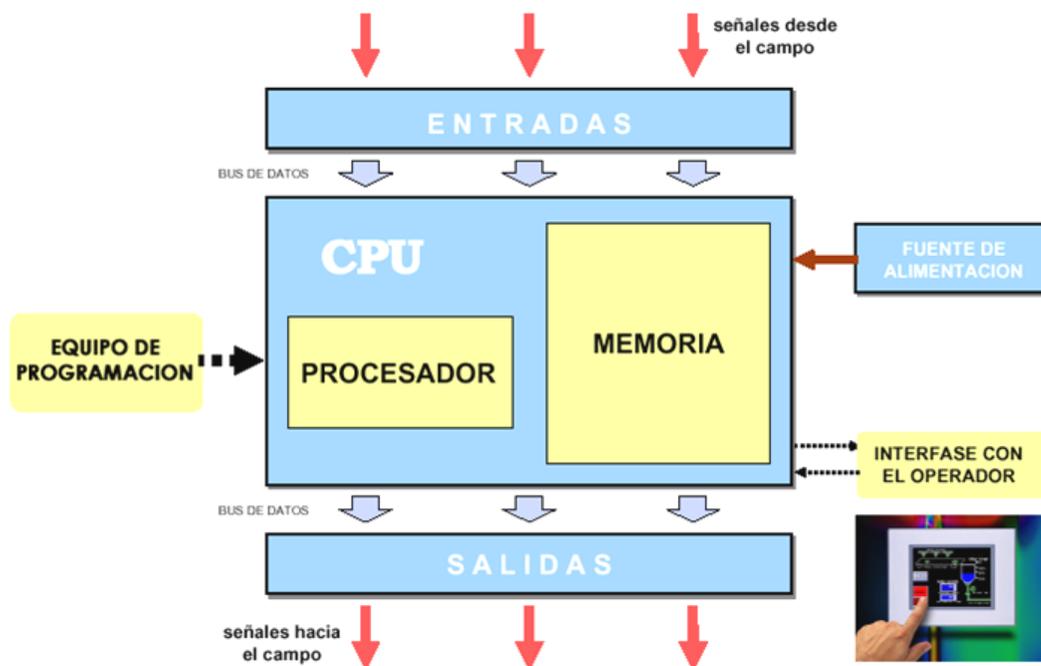


Figura 4.11 Estructura de un PLC. (Electrin, 2016)

Criterios de selección de un PLC. Los parámetros a tomar en cuenta para seleccionar un PLC son los siguientes:

- Fuente de alimentación del PLC.
- Cantidad de entradas y salidas, si estas son analógicas o digitales.
- Tipo de lenguaje de programación del PLC.
- Disponibilidad de software para la programación del PLC.
- Disponibilidad de servicio técnico y refacciones.
- Capacidad de almacenamiento de memoria.
- Costo del PLC

#### **4.2.2.3.4.3 Lenguajes de programación.**

Se puede definir que un programa es un conjunto de instrucciones ordenadas de una forma determinada, reconocibles por el PLC, a través de su unidad de programación y de esta manera realizar la secuencia de control deseada por el usuario. Al igual que los PLC's, también los lenguajes de programación se han ido desarrollando, en la actualidad las instrucciones pueden ser computadas o realizadas a mayor velocidad.

#### **4.2.3 Elementos del proceso**

A continuación, se definen los elementos que conforman el proceso de llenado y sellado de botellas.

##### **4.2.3.1 Bandas transportadoras**

Las cintas transportadoras, también denominadas transportadores de banda, se utilizan para trasladar mercancía y productos que requieren una mayor estabilidad o que debido a su tamaño o características no se pueden transportar con transportadores de rodillo. Las bandas también pueden actuar como puntos de procesamiento desde las que se opera sobre los artículos o productos que se trasladan.

El funcionamiento una cinta transportadora consiste en el movimiento de un soporte físico continuo, la banda o cinta, montado sobre unas plataformas de dimensiones variables y que pueden contar con distintos tipos de accesorios (guardas laterales, topes, desviadores, barandillas, ruedas y otro tipo de accesorios neumáticos o mecánicos). La velocidad y capacidad

de carga dependerán tanto de las características del material a desplazar (polvo, grano fino, paquetes, etc.) como del tipo de cinta transportadora.

Aunque su principio básico de funcionamiento pueda parecer simple (el movimiento de una banda debido al giro de los tambores o poleas que a su vez son accionados por un motor); el sistema de una cinta transportadora utilizada en la industria es bastante más complejo y llevan aparejado un importante desarrollo tecnológico con aplicaciones técnicas realmente innovadoras.

(Eurotransis, s.f.)

#### **4.2.3.1.1 Componentes básicos**

Las bandas transportadoras están conformadas por varios componentes, que hacen posible su trabajo en el proceso.

##### **4.2.3.1.1.1 Cinta o banda**

Uno de los principales materiales utilizados es la tela engomada, pero pueden tener composición muy variable, principalmente derivados del caucho. También podemos encontrar bandas modulares plásticas, realizadas en poliéster, PVC, poliamida, acetal, etc. Esto permite disponer de cintas transportadoras para muy diversos usos.

En la composición o estructura de la banda pueden variar el número de capas y las distintas calidades de revestimiento según su uso en cada tipo de industria (resistencia a fuego, aceites y grasa, productos químicos, resistencia a la tensión, deslizamiento, etc.). Recordemos que sobre una cinta transportadora se pueden trasladar desde materiales abrasivos o cortantes (arenas, gravas, etc.) como productos más delicados (por ejemplo, frutas). (Eurotransis, s.f.)



*Figura 4.12* Cinta o banda (Eurotransis, s.f.)

#### **4.2.3.1.1.2 Tambores**

Los tambores son los rodillos que, con su giro, provocan el avance de la cinta debido a la fricción de esta sobre ellos (transmisión de banda) o por la acción de piñones y bandas dentadas (transmisión de cadena). En un esquema general de la transmisión de una cinta transportadora de banda tenemos que el movimiento se genera en el tambor motriz al que irá conectado el motor. Por su parte, el tambor de reenvío provocará el retorno de banda hacia la parte superior. Los tambores de inflexión se sitúan por la parte inferior de la banda a la salida del tambor motriz y a la entrada del tambor de reenvío para modificar el ángulo de salida y entrada a estos. De esta forma, se asegura que la superficie de banda que entre en contacto con ellos sea la óptima para conseguir así el máximo rendimiento y eficiencia. (Eurotransis, s.f.)



*Figura 4.13* Tambor (Eurotransis, s.f.)

#### 4.2.3.1.1.3 Motor

Según la localización del tambor motriz podemos encontrar motorización en cabezal o frontal y motorización central. La potencia y características del motor dependerán del tipo de cinta transportadora y su uso. Igualmente, la capacidad de automatización de su funcionamiento será un aspecto muy importante en algunos sistemas de producción. (Eurotransis, s.f.)



*Figura 4.14* Motor para banda transportadora (Eurotransis, s.f.)

## **CAPITULO V . METODOLOGIA**

La metodología de acuerdo con EcuRed (s.f.) es una parte del proceso investigativo que nos permite sistematizar los métodos y técnicas necesarias para poder completarlas. Según el método que escojamos, estos nos facilitan el descubrimiento de conocimientos seguros y confiables que nos puedan llevar a la solución de nuestros problemas planteados.

### **5.1 Congruencia Metodológica**

La congruencia metodológica de esta investigación estará plasmada en la siguiente matriz metodológica, en la operacionalización de las variables y en la hipótesis.

#### **5.1.1 Matriz Metodológica**

Una Matriz metodológica permite al investigador diseñar de forma general el proceso investigativo que va a emprender. Garantiza que cada uno de los elementos o la información que usará para la investigación, se correlacionen entre sí, es decir, que haya congruencia horizontal y vertical entre los elementos medulares de la investigación.

La matriz metodológica que se va a emplear para este proyecto de investigación incluye:

Tabla 5.1

*Matriz Metodológica. Fuente*

Preguntas	Objetivo	Hipótesis	Contenido	Instrumentos
¿Qué factores debemos de considerar para la creación y desarrollo de un sistema de control distribuido de una planta llenadora de botellas controlado mediante PLC para ser utilizado?	Diseñar e implementar un sistema de control distribuido de una planta llenadora de botellas mediante un PLC.	A través de este diseño se pueden controlar los parámetros necesarios para el llenado de botellas obteniendo con él una elaboración eficaz.	Estudio de un sistema de control y el estudio de los factores que caracterizan la llenadora, analizando como por medio de un PLC su producción puede llegar a ser más rápida.	Documentos, manuales, artículos web e investigaciones anteriores.
¿Cómo la implementación de un sistema automatizado puede mejorar la productividad del proceso de llenado de botellas?	Mejorar la productividad del proceso de llenado de botellas en el país.	La implementación de este sistema puede darnos muy buenos resultados al momento de ver la efectividad.	Etapas que lleva el sistema automatizado tomando en cuenta que tiene condiciones automatizadas de manejo y mantenimiento.	Libros, manuales de sistemas, fichas técnicas.
¿Reemplazando operaciones manuales por automáticas en el proceso de llenado de botellas, se reducirán tiempos operativos en las empresas?	Reducir tiempos operativos en el proceso de llenado de botellas, reemplazando operaciones por automáticas.	Al utilizar las operaciones automáticas puede reducir los tiempos operativos que conllevan cada proceso.	La reducción de tiempo.	A través de un controlador de los parámetros para medir tiempos.
¿Automatizando el proceso de llenado de botellas, se mejorará la calidad del producto final?	Mejorar la calidad del producto final, automatizando el proceso de llenado de botellas.	Haciendo uso de todas las medidas necesarias para poder tener un desarrollo exitoso	Utilizar el mejor proceso automatizado	Investigaciones anteriores, publicaciones científicas, revistas.

*(Elaboración propia, 2020).*

### 5.1.2 Operacionalización de las variables

Las variables permitirán que el proceso automatizado sea capaz de realizar un llenado eficaz y rápido.

#### 5.1.2.1 Variables Independientes

Tabla 5.2

*Operacionalización de las variables. Fuente.*

Variable	Definición conceptual	Dimensión	Indicador	Instrumento
Velocidad	Relación que se establece entre el espacio o la distancia que recorre un objeto y el tiempo que invierte en ello.	Llenadora de 5 a 10 válvulas de 100 a 1000 botellas/hora en 1L.	Cantidad de vueltas que da la banda sobre los tambores.	Sensor de contacto y un contador.
Eficiencia	Capacidad para realizar o cumplir adecuadamente una función.	La máquina de trabajar entre 70% y 85% de eficacia la mayor parte del tiempo.	Tiempo durante el mes en el cual la maquina no hizo su ciclo de llenado de botellas por cualquier problema.	Informe detallado del ingeniero de turno.
Cantidad		La botella puede contener un litro de líquido máximo.	Cantidad de líquido que ingresara a la botella	Válvula que será configurada para llenar la botella con un litro de líquido.

*(Elaboración Propia, 2020).*

#### 5.1.2.2 Variables Dependientes

La variable dependiente en este proyecto se podrá medir a través de qué tan eficiente y funcional es el sistema de automatización.

### 5.1.3 Hipótesis

A través de un sistema de automatización se puede desarrollar y ejecutar un modelo de llenado de botellas donde la empresa se adaptará a las condiciones necesarias para un desarrollo

óptimo del producto, buscando así tener un ambiente controlado en el cual la empresa pueda mejorar la productividad, calidad del producto, y eficiencia del proceso.

## **5.2 Enfoques y métodos**

Para realizar este proyecto de investigación se decidió utilizar un enfoque mixto que según Chen (2006) los define como la integración sistemática de los métodos cuantitativo y cualitativo en un solo estudio con el fin de obtener un panorama completo del fenómeno en estudio, y señala que éstos pueden ser conjuntados de tal manera que las aproximaciones cuantitativa y cualitativa conserven sus estructuras y procedimientos originales.

Al utilizar ambos enfoques podemos tener un sentido más amplio y al usar evidencia numérica entre otros se pueden responder las preguntas investigativas y al estudiar las variables de los fenómenos la investigación se hace descriptiva.

## **5.3 Diseño de la investigación**

Para la presente investigación no se tomará una población de análisis por lo tanto no se podrá tener una muestra para el estudio.

## **5.4 Técnicas e instrumentos aplicados**

“Una técnica es un conjunto de instrumentos y medios a través de los cuales se efectúa el método”. (FERRER, 2010)

En este apartado se definirán el concepto de las técnicas e instrumentos aplicados para el desarrollo del proyecto.

### **5.4.1 Técnicas Aplicadas**

Las técnicas aplicadas en este proyecto son el análisis de datos, la estimación mediante software y la revisión de investigaciones de estudios previos.

### **5.4.2 Instrumentos Aplicados**

“Un instrumento de medición es un recuso que utiliza el investigador para registrar información o datos sobre las variables que tiene en mente” (Coallo, 2014)

Los instrumentos aplicados para en este proyecto es el uso de software como ser Tia portal para realizar el código que utilizara el PLC y también el diseño y conexión del equipo.

También tenemos los sensores que se conectaran al programa principal para realizar la lectura de las variables a controlar y así activara los distintos actuadores para mantener el sistema automatizado activo y andante.

## **5.5 Fuentes de información**

Las fuentes de información de acuerdo con EcuRed (s.f.) son los “diversos tipos de documentos que contienen datos útiles para satisfacer una demanda de información o conocimiento”. Para este proyecto de investigación tenemos dos tipos de fuentes las cuales son las siguientes:

### **5.5.1 Fuentes Primarias**

“Las fuentes primarias proporcionan datos de primera mano, pues se trata de documentos que incluyen los resultados de los estudios correspondientes” (Hernandez Sampieri, Metodología de la investigación, 2014)

Como fuentes primarias de este proyecto se usaron prototipos de proyectos anteriores, como el prototipo automatizado para el llenado y tapado de botellas de plástico de Jose Velazques Costa y Juber Gonzales Prado aceptado el 14 de junio del 2017.

### **5.5.2 Fuentes secundarias**

Según UAH (s.f.) las fuentes secundarias “contienen información organizada, elaborada, producto de análisis, extracción o reorganización que refiere a documentos primarios originales”.

Las fuentes secundarias utilizadas en esta investigación para concretar la información fueron artículos científicos, páginas de internet, foros, blogs e investigaciones anteriores.

## **5.6 Limitantes del Proyecto**

Las limitantes al hacer el proyecto durante este periodo universitario fueron las siguientes:

- La pandemia mundial del SARS-CoV-2 (COVID-19) que comenzó desde principios del mes de marzo y nos ha conllevado a la cuarentena desde entonces.
- Tiempo limitado para una búsqueda a profundidad debido a que también trabajo.
- La duración del periodo universitario ya que se debe concluir una investigación en un periodo delimitado de 10 semanas.

## **5.7 Cronología de Trabajo**

La investigación se realizó a través de diferentes actividades, las cuales se verán detalladas en la siguiente tabla y representadas posteriormente en un diagrama de Gantt.

Tabla 5.3

*Cronograma de actividades.*

#	Actividad	Tiempo	Comienzo	Fin	P
1	Primera reunión.	1 días	21/10/20	21/10/20	
2	Elección del tema de investigación. Búsqueda de 3 propuestas.	5 días	21/10/20	26/10/20	1
3	Entrega de propuestas de proyectos.	1 día	26/10/20	26/10/20	2
4	Segunda reunión.	1 día	30/10/20	30/10/20	1
5	Realización de portadas, dedicatoria y agradecimientos.	2 días	30/10/20	01/11/20	4
6	Elección del tema final.	1 día	02/11/20	03/11/20	3
7	Tercera reunión.	1 día	06/11/20	06/11/20	4
8	Realización de la introducción.	3 días	07/11/20	07/11/20	5
9	Lectura sobre proyectos anteriores.	5 días	08/11/20	12/11/20	6
10	Cuarta reunión.	1 día	13/11/20	13/11/20	7
11	Entrega de la primera entrega corregida.	2 días	11/11/20	11/11/20	8
12	Comienzo capítulo dos. Realización de los antecedentes	1 día	13/11/20	13/11/20	10
13	Realización de la definición del problema.	1 día	14/11/20	14/11/20	12
14	Completar las preguntas de investigación.	1 día	15/11/20	15/11/20	13
15	Realización de la hipótesis y la justificación del proyecto.	1 día	16/11/20	16/11/20	14
16	Hechura del capítulo 3, objetivo general y específicos.	1 día	17/11/20	17/11/20	15
17	Reunión 5.	1 día	18/11/20	18/11/20	10
18	Realización del capítulo 4, marco teórico.	2 días	19/11/20	20/11/20	16
19	Pasar los capítulos a formato APA y entregar segundo avance.	1 día	21/11/20	21/11/20	18
20	Trabajar en la corrección del segundo avance.	4 días	22/11/20	25/11/20	19
21	Reunión 6.	1 día	26/11/20	26/11/20	17
22	Entrega de correcciones.	1 día	26/11/20	26/11/20	20
23	Realización del capítulo 5, metodología.	4 días	27/11/20	30/11/20	19
24	Reunión 7.	1 día	01/12/20	01/12/20	21
25	Realización del capítulo 6, análisis y resultados.	3 día	02/12/20	04/12/20	23
26	Entrega del tercer avance.	1 día	04/12/20	04/12/20	25
27	Corrección del tercer avance.	2 días	04/12/20	06/12/20	26
28	Reunión 8.	1 día	05/12/20	05/12/20	24
29	Realización capítulo 7, viabilidad.	4 días	07/12/20	10/12/20	27
30	Entrega del cuarto avance.	1 día	13/12/20	13/12/20	29
32	Entrega final del informe del proyecto.	1 día.	19/12/20	19/12/20	30

*(Elaboración propia, 2020)*

# Planificador de proyectos

Seleccione un periodo para resaltarlo a la derecha. A continuación hay una leyenda que describe el gráfico.

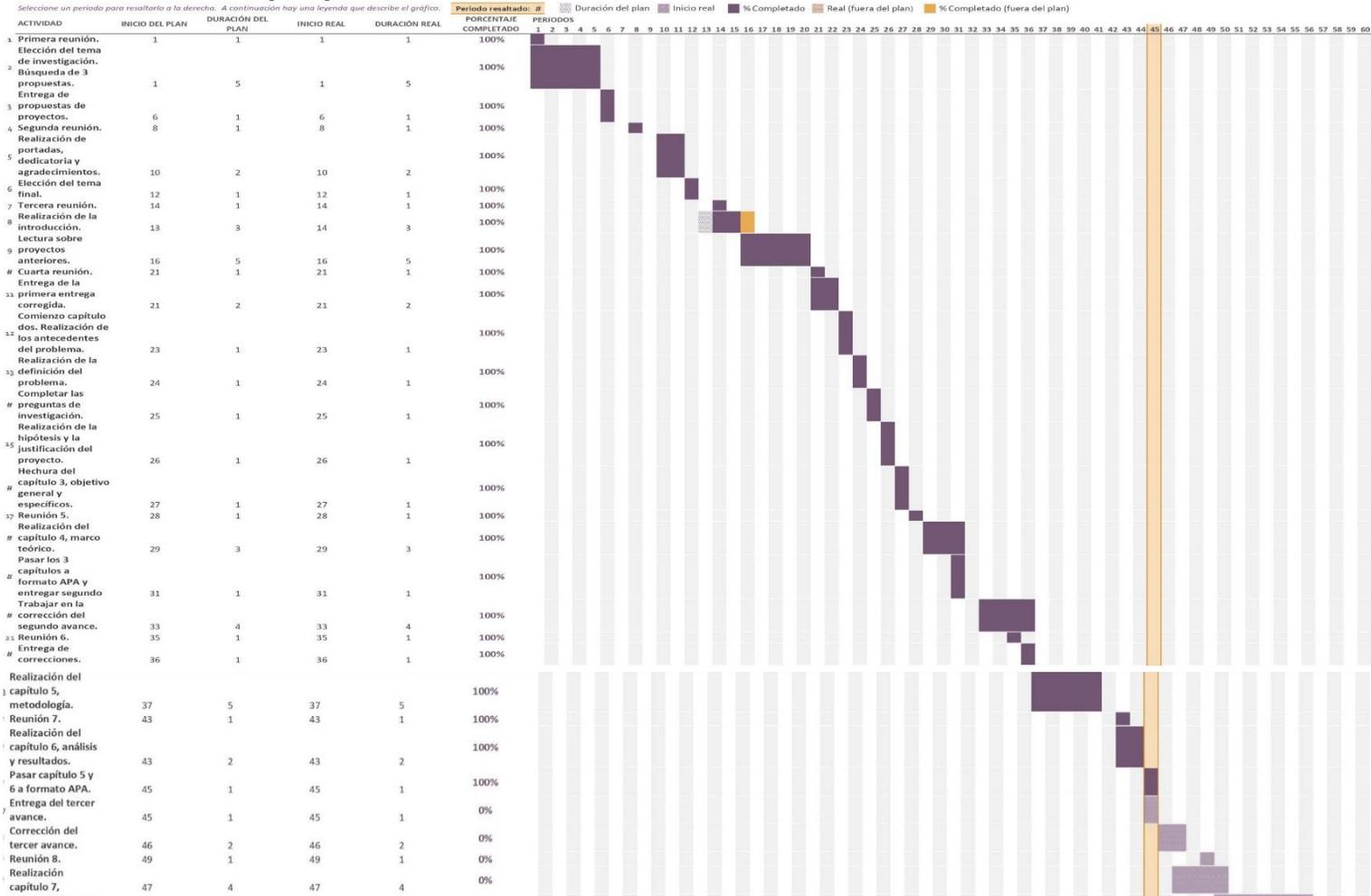


Figura 5.1 Diagrama de Gantt (Elaboración propia, 2020).

## CAPITULO VI : RESULTADOS Y ANÁLISIS

Este capítulo será dividido en cuatro secciones en las cuales se va a explicar cómo de la funcionalidad del sistema y como por qué se eligieron cada uno de los componentes.

### 6.1 Análisis del diseño y generalidades del sistema

El módulo a construir será una maquina llenadora de botellas a pequeña escala con características industriales. Además, este módulo me permitirá complementar los conocimientos adquiridos en las materias de automatización de procesos.

La máquina constará básicamente de dos partes elementales que son la parte de mando y la parte operativa. La parte de mando será la encargada de controlar y dirigir el sistema automatizado por medio de un controlador lógico programable, mientras que la parte operativa será aquella que lleve a cabo el proceso mediante elementos eléctricos, neumáticos y electrónicos.

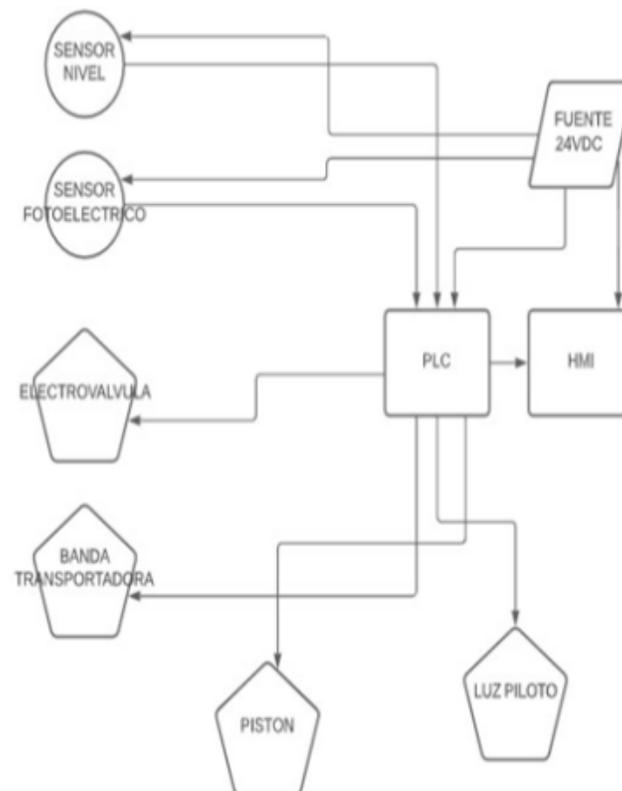


Figura 6.1 Diagrama Esquemático. (Elaboración propia, 2021)

El proceso de envasado automático de líquidos involucra varios procesos intermedios que deben cumplirse con exactitud para que este proceso sea eficaz y seguro. Los procesos intermedios se enumerarán:

1. Desplazar los envases hasta el punto de llenado
2. Detener los envases exactamente en el lugar del llenado
3. Liberar el líquido en el interior de los envases
4. Determinar el volumen del líquido dentro de los envases
5. Continuar el desplazamiento hacia otro proceso

Cada uno de estos procesos automáticamente hablando, se desarrollan en dependencia de la calidad con que se necesite el resultado, e incluso con la rapidez que se necesite. Además, depende del tipo de líquido y envase que se esté manipulando. Se suponen los envases en la banda transportadora, la cual comienza a moverse y se detiene automáticamente siempre que un recipiente llega al lugar del llenado. El líquido se libera hasta que se llene el envase y luego que esté lleno, la banda transportadora comienza a moverse hasta que llegue otro envase.

Una vez tenemos el envasado lleno, nuestro siguiente objeto será taparlo. El proceso de tapado vendrá determinado de manera manual.

## **6.2 Elección de los componentes**

En este apartado se desplegará como se eligieron los componentes para el sistema.

### **6.2.1 Microntrolador**

SIMATIC S7-1200

Se trata de un controlador compacto que facilita la realización de tareas productivas sencillas, pero de alta precisión. Su diseño, es escalable y flexible, en sus cinco CPU's, y reduce los requisitos de espacio en el cuadro de control. Por esta flexibilidad y adaptabilidad, el software es fácil de aprender y de usar, con una navegación sencilla gracias a que los símbolos y los menús están estandarizados en todas las vistas.

- Alta capacidad de procesamiento. Cálculo de 64 bits.

- Interfaz Ethernet / PROFINET integrado.
- Entradas analógicas integradas.
- Bloques de función para control de ejes conforme a PLCopen.
- Programación mediante la herramienta de software STEP 7 Basic o Tia portal para la configuración y programación no sólo del **S7-1200**, sino de manera integrada los paneles de la gama Simatic Basic Panels.

Con el equipo **S7-1200**, el personal de mantenimiento y gerentes en general, pueden obtener información de los diagnósticos transmitidos por adelantado, y así prever contingencias y tomar decisiones previas que aseguren el flujo correcto de cada proceso.

(AUTYCOM, s.f.)



Figura 6.2 PLC SIMENS S7-1200 (AUTYCOM, s.f.)

### 6.2.2 Fuente

#### Switching power supply

La fuente de alimentación conmutada de 24 V CC de tamaño compacto está instalada en riel DIN con una potencia nominal de 35 W y una corriente nominal de 1,5 A, SMPS de alta calidad y bajo costo, con protección contra cortocircuitos, sobrecargas y sobretensiones, fuente de alimentación ideal para equipos industriales, domésticos y de oficina.

- POWER: 35W
- INPUT: 110/220VAC 50/60 Hz 0.8/0.45A

- OUTPUT: 24VDC-1.5<sup>a</sup>



Figura 6.3 Switching power supply (VIPAUSA, s.f.)

### 6.2.3 Sensor

#### Sensor fotoeléctrico-BEN5M-MDT

Con distancias de detección intermedias es ideal para conteo o presencia ausencia de partes, dentro de la carcasa se encuentra una fuente de luz y un receptor, el haz de luz emitido por la fuente incide en un reflector y es detectado por el receptor. Cuando se interrumpe el haz se activa una señal indicando la presencia de un objeto.

- Tipo de detección: tipo retrorreflectante
- Distancia de detección: 5m
- Objetivo de detección: material opaco de min. Ø60mm
- Fuente de luz: LED infrarrojo
- Tiempo de respuesta: Max. 1 ms
- Fuente de alimentación: 12-24VDC  $\pm$  10%
- Modo de operación: luz encendida / oscuridad encendida
- Tipo de conexión: Tipo de cable (Ø5, 2m)
- Salida de control: NPN, PNP.



Figura 6.4 Sensor fotoeléctrico BEN5M-MDT (WAGO, s.f.)

#### 6.2.4 Bomba

Bomba de agua sumergible 110-120V 739.7GPH (2800LP)

Esta bomba sumergible está diseñada para ofrecer confiabilidad y funcionamiento ultra silencioso y años de servicio. El tamaño del perfil pequeño hace que la bomba sea fácil de ocultar. Tiene Flujo ajustable y es fácil de limpiar.

- Caudal máximo: 739,7 GPH (2800L/H)
- H-Max (altura de elevación): 3,2 M (10,5 pies)
- Potencia: 32 vatios
- Voltaje: 110 V @ 60Hz
- Longitud del cable de alimentación: 1,45 M (4.76FT)
- Diámetro de salida: 17mm (0,67 pulgadas)
- Altura de salida: 30mm (1,18 pulgadas)



Figura 6.5 Bomba de agua sumergible (WAGO, s.f.)

### 6.2.5 Variador de frecuencia

Se utilizo un variador de frecuencia trifásico 220V de 1 hp para un motor trifásico 220V DE 0.5 hp para poder regular la frecuencia del motor.

Características de control

Variedad de opciones de control de motor, tales como:

- Relación volts/hertz (V/Hz)



Figura 6.6 Variador de frecuencia (Systems, s.f.)

### 6.2.5 Motor

Se utilizo un motor trifásico 220/380V de 0.5 hp de 1680 RPM y de 2.0/1.2 A a 60 Hz.



Figura 6.7 Motor trifásico (WEG, s.f.)

### **6.3 Resultados y Observaciones**

La búsqueda de este proyecto es obtener una efectividad en la industria al momento de llenar y sellar las botellas y poder hacer frente ante la demanda de productos líquidos en el país. Todo esto es posible por medio de un sistema automatizado.

Por medio de este sistema y el código cargado en Tia Portal se puede encontrar lo siguiente: Al darle STAR al sistema el motor enciende y comenzamos con el movimiento de la banda transportadora, las válvulas se activarán cuando la botella este debajo de ella permitiendo un llenado limite, luego serán transportadas al sistema de sellado.

## CAPITULO VII . VIABILIDAD

La viabilidad de una investigación consiste en los recursos disponibles para poder implementar un proyecto en una institución o sobre un área específica, para resolver un problema dado.

### 7.1 Viabilidad operacional

La viabilidad operacional consiste en saber o comprobar si los problemas dados pueden solventarse a través de la solución propuesta del proyecto.

En el siguiente diagrama se muestra la operación general del proyecto, sus partes y funcionamiento general del proyecto.

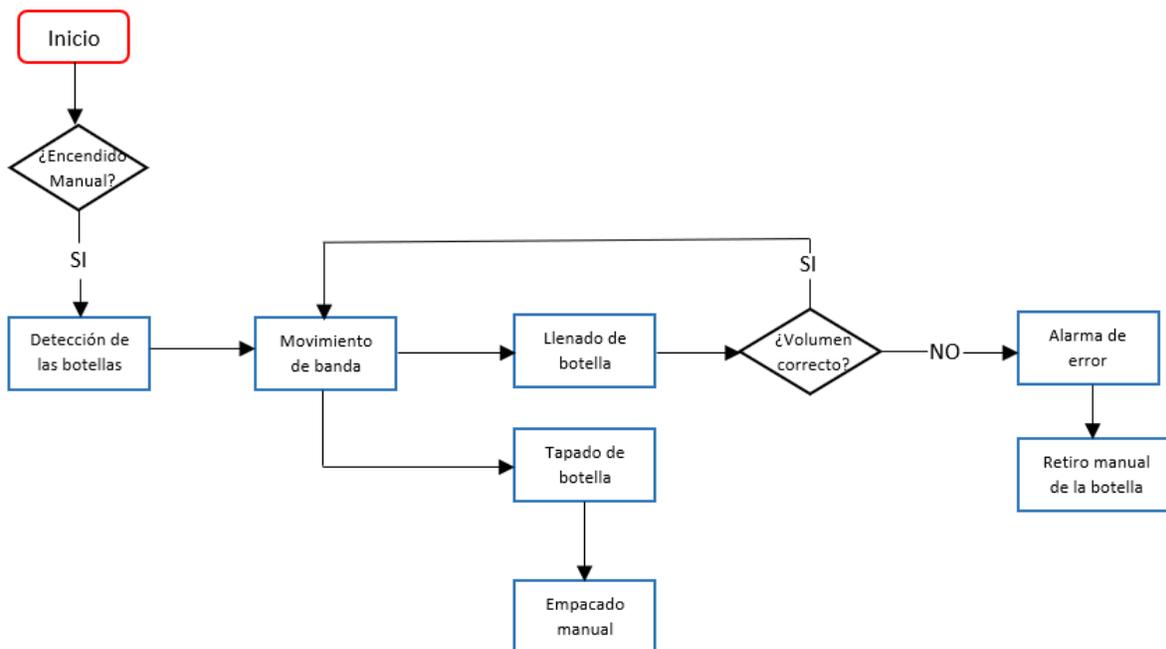


Figura 7.1 Diagrama de flujo del sistema general de control automático (Sarmiento, 2020)

En el diagrama anterior se muestra el funcionamiento general del sistema para monitoreo y control de llenado y sellado de botellas.

Todo inicia cuando se enciende el sistema y antes de arrancar el usuario tiene que colocar las botellas de la banda transportadora, al momento de que el sensor detecta la botella la banda se mueve hacia cada uno de los procesos, siempre y cuando la botella tenga el nivel adecuado se

pasara al siguiente proceso que sería el de sellado, para luego poder almacenar las botellas y distribuir las.

### 7.1.1 Diagrama operacional del sistema de llenado

En el siguiente diagrama se muestra cómo funciona el sistema de llenado

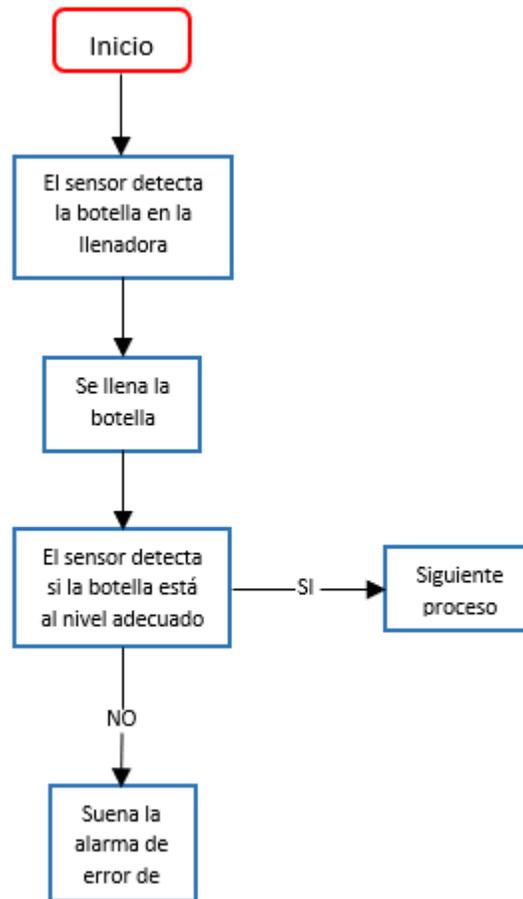


Figura 7.2 Diagrama operacional del sistema de llenado (Sarmiento, 2020)

En el diagrama de arriba de la figura 7.2 se puede ver el funcionamiento del sistema de llenado, se puede visualizar como el sensor al detectar la botella enciende el sistema de llenado, para luego pasar al siguiente sensor donde se medirá el nivel del líquido en la botella.

### 7.1.2 Diagrama operacional del sistema de sellado

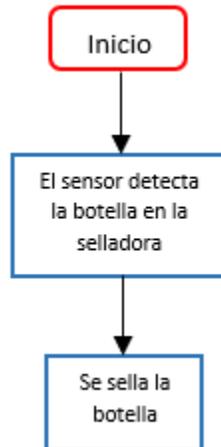


Figura 7.3 Diagrama operacional del sistema de sellado (Sarmiento, 2020)

En el diagrama de la figura 7.3 se puede visualizar la operación del sistema de sellado, bastante simple de hecho, luego de que el proceso de llenado termina la botella pasa a este proceso de sellado, donde lo único que se hace es insertar una tapa a presión en la botella para luego ser empacada.

## 7.2 Viabilidad Económica

La viabilidad económica comprende el análisis de costo y beneficios asociados con cada alternativa del proyecto. Con este estudio se pueden hacer comparaciones para seleccionar la mejor opción costo beneficio.

Tabla 7.1

*Presupuesto del proyecto.*

<b>Componente</b>	<b>Precio unitario</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Total</b>
<b>PLC 1200 SIEMENS</b>	L 5,000.00	1	L 5,000.00
<b>FUENTE DE PODER</b>	L 300.00	1	L 300.00
<b>BANDA TRANSPORTADORA</b>	L 200.00	1	L 200.00
<b>BASE SOPORTE</b>	L 600.00	1	L 600.00
<b>MOTOR</b>	L 1,500.00	1	L 1,500.00
<b>VARIADOR DE FRECUENCIA</b>	L 4,000.00	1	L 4,000.00
<b>CONTENEDOR</b>	L 300.00	1	L 300.00
<b>TOTAL</b>			L 11,900.00

*(Elaboración Propia, 2020)*

En la tabla anterior se puede desplegar el costo que tendría construir la estructura y el realizar el proyecto. Para realizar este proyecto se requiere de una inversión inicial para obtener los materiales y montar su estructura. Con los beneficios y ventajas que trae la implementación de un sistema de llenado y sellado automatizado se puede recuperar su inversión en el corto plazo.

A largo plazo, este tipo de proyectos es bastante atractivo porque son duraderos, confiables y se garantiza producción en cualquier época del año.

### **7.3 Viabilidad de Mercado**

Un estudio de viabilidad del mercado nos ayuda a determinar el espacio que un producto o servicio ocupará en el mercado, analizando factores como los clientes actuales, potenciales, y la competencia para determinar la viabilidad y éxito de cualquier producto o servicio.

Y es que este tipo de proyecto tiene grandes ventajas competitivas en el mercado porque puede ser adquirido por cualquier empresa que quiera superar su productividad, ya varias

empresas en Honduras usan la automatización en sus procesos y así es como su producción ha mejorado. Pequeños emprendedores que necesiten envasar su producto rápido y fácilmente podrían invertir en el proceso automatizado que en este informe se detalló.

Las ventajas de un proceso automatizado es que no importa el lugar o el clima donde se instale, siempre y cuando el espacio sea un lugar adecuado sin interrupciones de ningún tipo. Se puede trabajar todo el año siempre y cuando se mantenga al día su mantenimiento.

## CAPITULO VIII . APLICABILIDAD

En este capítulo se estudiará que tan aplicable es el proyecto de llenado de botellas controlado mediante un plc, ver si el proyecto como tal puede satisfacer completamente las necesidades y los problemas definidos que buscaba resolver, desde un estudio de mercado, técnico y financiero.

Examina la medida en que los resultados del proyecto son útiles para resolver los problemas definidos y satisfacen las necesidades de la población beneficiaria. Verifica si el proyecto sigue teniendo vigencia y detecta todo cambio de prioridades que pueda haber ocurrido en este contexto durante la etapa de ejecución. Los problemas y necesidades definidos en un comienzo pueden haber desaparecido, pueden haber surgido nuevos problemas y necesidades como consecuencia de factores sociales, económicos o políticos o incluso a raíz de las actividades del proyecto. (Gutiérrez & Gallego De Pardo, 2005)

Tabla 8.1

*División de la aplicabilidad de un proyecto.*

VARIABLES INDEPENDIENTES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
Estudio de mercado	“Consiste en la descripción del producto, sus características y sus usos, determinación y cuantificación de la demanda y la oferta, el análisis de los precios y el estudio de la comercialización.”	Determinar la demanda, aceptación, precio y plaza del servicio de mandados.	Competencia, clientes, precio fijado por el mercado y publicidad.	Oferta, demanda y promoción.
Estudio técnico	“Estudio técnico es la investigación que consta de determinación de la manera óptima de la planta, determinación de la localización optima de la planta, ingeniería del proyecto y análisis organizativo, administrativo legal. “	Determinar los recursos de logística, técnicos y legales que se requieren para el proyecto.	Accesibilidad, área de distribución, rendimiento y recurso humano.	Localización, tamaño del proyecto, vehículos, mobiliario y organización humana.
Estudio financiero	Evaluación económica con métodos de evaluación que toman en cuenta el valor del dinero a través del tiempo, anota sus limitaciones de aplicación y los compara con métodos contables de evaluación que no toman en cuenta el valor del dinero a través del tiempo, y muestra la aplicación práctica de ambos.	Conocer la rentabilidad de la empresa de servicios de mandados.	Ingresos, costos administrativos, gastos financieros, utilidades y rentabilidad.	Tasa interna de retorno, estado de perdidas y ganancias y balance general.

(Elaboración propia, 2021)

## **8.1 Análisis de mercado**

El análisis de mercado tiene como objetivo ver que tan aplicable es el producto o servicio a nivel comercial, si tendrá una posibilidad para salir al mercado y ser rentable, así como busca definir los clientes potenciales, estudiar sus posibles competidores, establecer relaciones de precio y beneficio y desarrollar una estrategia de comercialización.

“Consiste en la descripción del producto, sus características y sus usos, determinación y cuantificación de la demanda y la oferta, el análisis de los precios y el estudio de la comercialización” (Baca, 2010)

### **8.1.1 Análisis de la demanda**

La demanda es la cantidad de bienes y servicios que el mercado requiere o solicita para buscar la satisfacción de una necesidad específica a un precio determinado.

El principal propósito que se persigue con el análisis de la demanda es determinar y medir cuáles son las fuerzas que afectan los requerimientos del mercado respecto a un bien o servicio, así como establecer la posibilidad de participación del producto del proyecto en la satisfacción de dicha demanda. (Martinez, 2016)

Para poder analizar el análisis de mercado de mi proyecto, y sobre todo mi producto fue necesario el empleamiento de un cuestionario tipo encuesta con preguntas bastantes puntuales, esto con el fin puntual de poder suplir directamente la demanda de este sistema, y a la vez partir de esa premisa para poder satisfacer esa necesidad que la población presenta. Es importante recordar el hecho de que la población beneficiaria de momento no cuenta con una empresa alguna, por ende, sus necesidades o demandas en ese sentido van más allá de un presente, sino una necesidad futura por cumplir, saber comprender de qué forma esa población considera que su estilo de vida podría mejorar en una primera instancia empezando una microempresa con un sistema de llenado de este tipo.

La hipótesis para el perfil de cliente es una persona sexo masculino o femenino, de unos 20 a 35 años, de una ciudad urbana tomando de base a San Pedro Sula.

Para ello se realizó una muestra. “La muestra es, en esencia, un subgrupo de la población. Es un subconjunto de elementos que pertenecen a ese conjunto definido en sus características al que llamamos población” (Hernandez Sampieri, Fernandez Collado, & Baptista Lucio, Metodologia

de la investigación, 2014). Para los efectos que se persiguen en esta investigación, la muestra que se toma es probabilística.

Para este estudio se hace de la muestra probabilística con el método aleatorio simple, depende de causas relacionadas con las características de la investigación, en este la ubicación donde ellos estén al momento de realizar la encuesta.

La fórmula es la siguiente: 
$$n = \frac{N \times Z_a^2 \times p \times q}{d^2 \times (N-1) + Z_a^2 \times p \times q} \quad (3)$$

Donde:

N= tamaño de la población.

Z= nivel de confianza.

P= probabilidad de éxito.

Q= probabilidad de fracaso.

D= precisión.

Al aplicar la formula los datos fueron los siguientes:

N = 187608.8 (Tomando como dato la población de SPS de 469,022 personas mayores de 18 años, según proyección del INE en el 2018).

Z = 95%

E = 5%

P = 0.5

Q = 0.5

Muestra: 251 encuestas a aplicar.

Los resultados de la encuesta demostraron lo siguiente:

Seleccione su genero:

251 respuestas

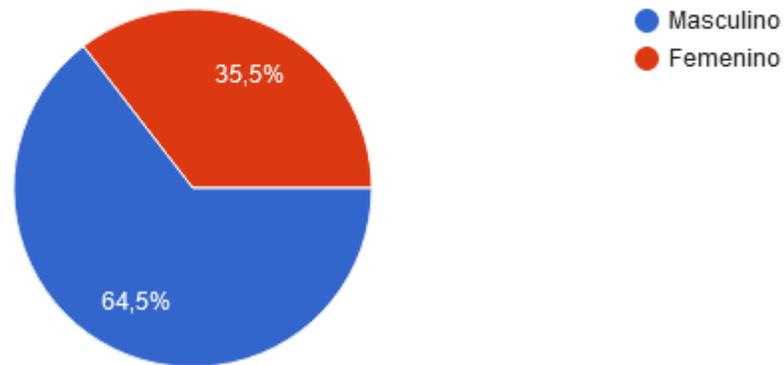


Figura 8.1 Porcentajes de género según encuesta (Elaboración propia, 2021)

La mayoría de las personas encuestadas con un 64.5 % son del género masculino y el 35.5 % son del género femenino. Esto nos puede ayudar a orientar una campaña publicitaria a un solo género, pero también se puede obtener atención por parte de ambos géneros.

Para el rango de edades, los resultados fueron los siguientes:

Seleccione su rango de edad:

251 respuestas

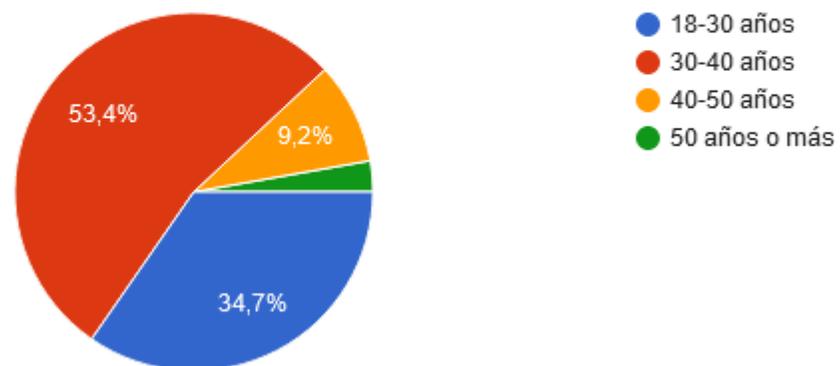


Figura 8.2 Frecuencia de rangos de edades de los encuestados (Elaboración propia, 2021)

Esto nos demuestra que la mayor parte de la población encuestada (53.4%) tiene un rango de edad de 30 a 40 años, lo cual fue sorprendente ya que se tenía pensado que el sector de la población interesada sería personas más jóvenes de 18-30 años (34.7%) pero aun así es una buena parte del sector y en tercer lugar están las personas de 40-50 años representando un 9.2% de los encuestados.

La siguiente pregunta realizada fue para buscar el lugar de residencia, ya que una de las finalidades del proyecto es desarrollarse en lugares urbanos.

#### Seleccione el lugar de residencia:

251 respuestas

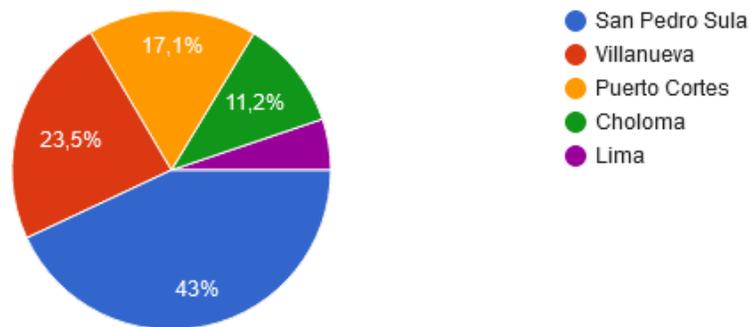


Figura 8.3 Lugar de residencia de los encuestados (Elaboración propia, 2021)

La respuesta fue que la mayor parte de las personas encuestadas (43%) pertenecían a San Pedro Sula, un 23.5 pertenecían a Villanueva y una minoría provenían de Puerto Cortes, Choloma y Lima, esto quiere decir que si se puede desarrollar el producto en una ciudad o zona urbana.

Y la última pregunta realizada fue de cuál era la frecuencia con la que consumen productos líquidos embotellados a la semana:

### ¿Con qué frecuencia consume líquidos embotellados?

251 respuestas

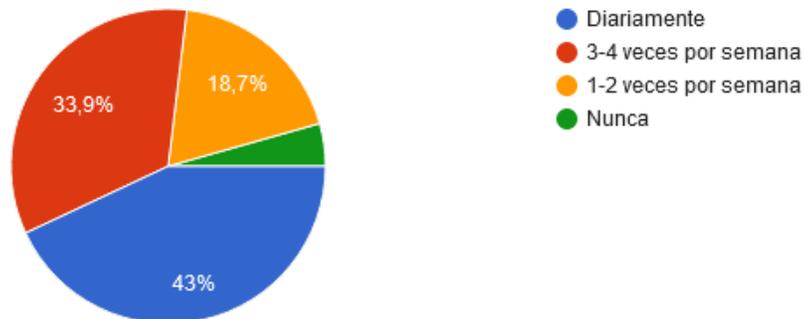


Figura 8.4 Frecuencia con la que se consume líquidos embotellados (Elaboración propia, 2021)

El 43% consume productos de este tipo diariamente, un 33.9% lo consume de 3 a 4 veces por semana y un 18.7% lo consume al menos de 1 a 2 veces por semana.

Después de realizar estos análisis puedo encontrar que el tipo de cliente que puede comprar este proyecto, son mayormente personas de género masculino, de 30 a 40 años, de SPS que consumen productos líquidos embotellados diariamente, personas que conocen el consumo del producto líquido embotellado y saben lo valioso que podría ser este proyecto en una empresa.

Por último, de las 251 personas encuestadas, un 81.4% dijeron que si estaban interesados en adquirir un equipo de este tipo para poder comenzar una microempresa la cual se encargará de llenar cualquier tipo de botella.

### ¿Estaría interesado en adquirir un equipo de llenado de botellas para crear su empresa?

253 respuestas

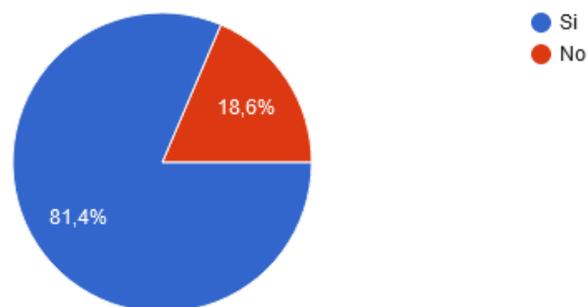


Figura 8.5 Porcentaje de interés en adquirir un equipo de monitoreo y control (Elaboración propia, 2021).

Con este estudio, puedo concluir que, sí existe demanda para el proyecto a realizar, se podría vender ya que existe el interés por parte de las personas de adquirir un equipo de este tipo.

### **8.1.2 Análisis de la oferta**

“El análisis de la oferta tiene como finalidad establecer las condiciones y cantidades de un bien o servicio que se pretenden vender en el mercado. La oferta es la cantidad de productos que se colocan a disposición del público consumidor (mercado) en determinadas cantidades, precios, tiempos y lugares”. (Corvu, 2018)

Cuando los representantes de la empresa hondureña Corinsa visitaron las instalaciones de Kronen, presentaron especificaciones muy claras: Buscamos máxima flexibilidad con una llenadora que embotelle tanto bebidas delicadas en caliente, como refrescos gaseosos. ¿Esto es factible? Sí lo es, y la prueba de ello funciona hoy en San Pedro Sula, al norte de Honduras, en Corinsa, el concesionario exclusivo de PepsiCo en este país. la empresa familiar se atrevió a instalar la primera llenadora de este tipo, y se ha mostrado satisfecha desde el punto de vista técnico y económico. Así lo confirman, de manera unánime, el gerente general Roberto C. Larach y el propietario Jorge J. Larach: "Fue una decisión acertada". (Rojas, ElEmpaque, 2019)

Toda la producción hondureña de productos PepsiCo se concentra en la planta San Pedro Sula. Con una participación de 52 por ciento en el país con bandera azul y blanca, PepsiCo es líder del mercado de bebidas gaseosas en Honduras. (Rojas, ElEmpaque, 2019)

Para efectos del presente proyecto, se asume que el consumo de líquidos embotellados es igual a la demanda real puesto que ésta, depende directamente de varios factores de consumo que hacen que varíe frecuentemente. En un país como el nuestro, donde el clima cambia irregularmente sin prevalecer épocas totalmente definidas de invierno o verano, la capacidad adquisitiva de las personas tiende a restringirse y donde las tendencias y necesidades de consumo dependen de múltiples variables, la cantidad de demanda de líquidos varía de acuerdo a los factores anotados.

A medio año de uno de los años más desafiantes en la historia del mercado de Máquina De Llenado De Botellas, la simple claridad se ha convertido en un recurso más valioso. El Covid-19 está teniendo un impacto profundo, lo sabemos, pero la forma en que se desarrollará se mantiene profundamente incierta. Si bien puede que no haya escasez de expertos y especulaciones, todavía

estamos en las primeras etapas de comprensión de las implicaciones completas de la pandemia. Y el ruido puede ser ensordecedor. Lo que sí entendemos es que la estrategia que tenía en el pasado ya no es relevante hoy. Si no se mueve primero para mejorar su posición en el mercado de Máquina De Llenado De Botellas, los competidores sin duda lo harán. La mayoría de las empresas necesitarán reconstruir su estrategia, tanto para reflejar lo que se puede conocer hoy como para prepararse para un futuro definido por la incertidumbre.

### 8.1.3 Análisis de Precios.

“El análisis de precios es el estudio de la respuesta del consumidor a precios hipotéticos en investigaciones de encuestas. Básicamente se está evaluando de forma anticipada un precio, sin evaluar por separado sus componentes de costos y las ganancias propuestas”. (Corvo, 2020)

Para poder buscar un precio adecuado, primeramente, se consultó a los clientes potenciales que precio darían a una unidad de estas, ellos respondieron con lo siguiente:

¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por un equipo de estos?

253 respuestas

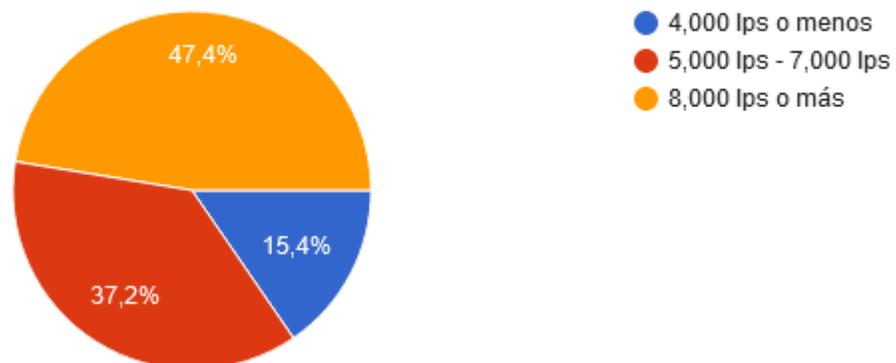


Figura 8.6 Porcentaje de interés de precio en pagar un equipo de estos (Elaboración propia, 2021)

El 15.4% de los encuestados respondió que estarían dispuestos a pagar 4,000.00 L por un equipo de llenado automático, un 37.2% que dijo que podría comprarlo con un precio que ronda de 5,000 a 7,000.00 L, versus un 47.4% de los encuestados los cuales estarían dispuestos a pagar más de 8,000.00 L para comenzar su empresa de líquidos embotellados. Esto refleja que es un proyecto comercial mente bueno, ya que el precio de construcción ronda entre los 10 mil y 15 mil lempiras.

En Honduras, la digitalización del sistema manufacturero solo se aplica en un 30 por ciento en las empresas. La automatización del sistema de producción es una característica propia de la Cuarta Revolución Industrial o la también llamada Industria 4.0.

A IAT Honduras inicia labores como una empresa dedicada a la integración de sistemas, desarrollando proyectos y servicios en la rama de la automatización y control industrial, con el propósito de brindar un servicio de calidad y cubrir las necesidades tecnológicas de la industria hondureña, por medio de soluciones confiables, rentables y eficientes, que les permitan a los clientes mejoras continuas en sus procesos y operaciones.

En China El rey Zhangjiagang Manufactura Machine Co., Ltd. es un grupo de empresas ubicada en la ciudad de Zhangjiagang sanxing ciudad industrial, tenemos más de 15 años de experiencias sobre la fabricación de este tipo de máquinas de embazado. Se dedican al desarrollo, investigación y producción de máquinas para embazar plástico, liquido, alimentos y máquinas de moldeo por soplado automático, máquinas que circulan entre los 18 mil y 50 mil dólares.

Por otro lado, en Alemania una empresa de nombre Krones AG donde la sede principal del grupo se encuentra situada en Neutraubling, cerca de Ratisbona Alemania, produce líneas de embalaje y llenado de botellas, la empresa además realiza proyectos de planificación de fábricas para el sector industrial de bebidas.

#### **8.1.4 Análisis de la Comercialización.**

“La comercialización es la actividad que permite al productor hacer llegar un bien o servicio al consumidor con los beneficios de tiempo y lugar”. (Cid, 2012)

En este tipo de análisis se explicará cómo se piensa distribuir o que canal de distribución se utilizará para la venta del equipo de monitoreo.

##### **8.1.4.1 Canales de distribución.**

“Es la ruta que toma un producto para pasar del productor a los consumidores finales, aunque se detiene en varios puntos de esa trayectoria. En cada intermediario o punto en el que se detenga esa trayectoria existe un pago o transacción, además de un intercambio de información”. (Cid, 2012)

Un canal de distribución para este proyecto es el canal directo, que pasa del productor al usuario industrial, es el más usual para los productores de equipos industriales, ya que es el más corto y directo, en este canal el fabricante utiliza su propia fuerza de ventas para ofrecer y vender sus productos a los clientes industriales.

Otro canal de distribución para el proyecto es el canal 2 o distribución industrial, que pasa del productor a distribuidores industriales y de este al usuario industrial. Con un nivel de intermediarios, este canal se usa con frecuencia por fabricantes que venden artículos de mediano valor, también es usado por pequeños fabricantes porque no tienen la capacidad de contratar su propio personal de ventas. Los distribuidores industriales realizan las mismas funciones de los mayoristas, compran y obtienen el derecho a los productos y en algunas ocasiones realizan las funciones de fuerzas de ventas de los fabricantes.

Por otra parte, como fabricante no debo pasar en alto que en la actualidad (y mucho más en el futuro), el uso del internet, especial mente en los canales de negocios, va en aumento, debido a que es un medio más directo y eficiente para comprar y vender suministros y materias primas. Sin embargo, eso no significa que el internet no sea un medio muy útil para vender productos directamente al consumidor final, por el contrario, gracias a opciones muy interesantes como las tiendas virtuales, el fabricante puede vender directamente a su consumidor final, tanto localmente, como a nivel nacional o internacional.

## **8.2 Estudio Técnico**

En este apartado se explicará en que se basa la parte técnica del proyecto para responder las preguntas referentes al dónde, cuánto, cuándo, cómo y con qué producir lo que se requiere. Se evaluarán los lugares ideales donde se llevará a cabo el proyecto y su proceso productivo.

El estudio técnico, también denominado estudio de producción, consiste en ubicar, analizar, definir, diseñar el tamaño y localización óptima, así como la investigación de necesidades de infraestructura, proceso de producción, activo fijo y micro y macro localización del plan estratégico de negocios. (Gonzáles, 2016)

### **8.2.1 Análisis y determinación de la localización óptima del proyecto.**

Es la ubicación más conveniente para realizar nuestro proyecto, el cual nos genere un mayor beneficio tanto para los usuarios y para la comunidad misma, con el menor costo.

### 8.2.1.1 Macro localización

El proyecto se realizará y tendrá base en el sector central de San Pedro Sula, Honduras, debido que es la capital industrial lo que permite que la obtención de las partes o componentes que necesita el proyecto se pueda encontrar con mayor facilidad. Las ventajas que esto conlleva son, además del fácil acceso a la materia prima, es que es centro importante para las personas que quieran conocer del sistema. La infraestructura de una ciudad principal permite que se pueda montar el sistema y los demás tengan fácil acceso a adquirirlo, ya que cumple específicamente y a que cumple específicamente los requisitos para que se instale y utilice en la ciudad misma por todo aquel que quisiera montar su propia empresa, todo microempresario que suele llenar sus botellas manualmente podría adquirir este sistema y mejorar su producción.

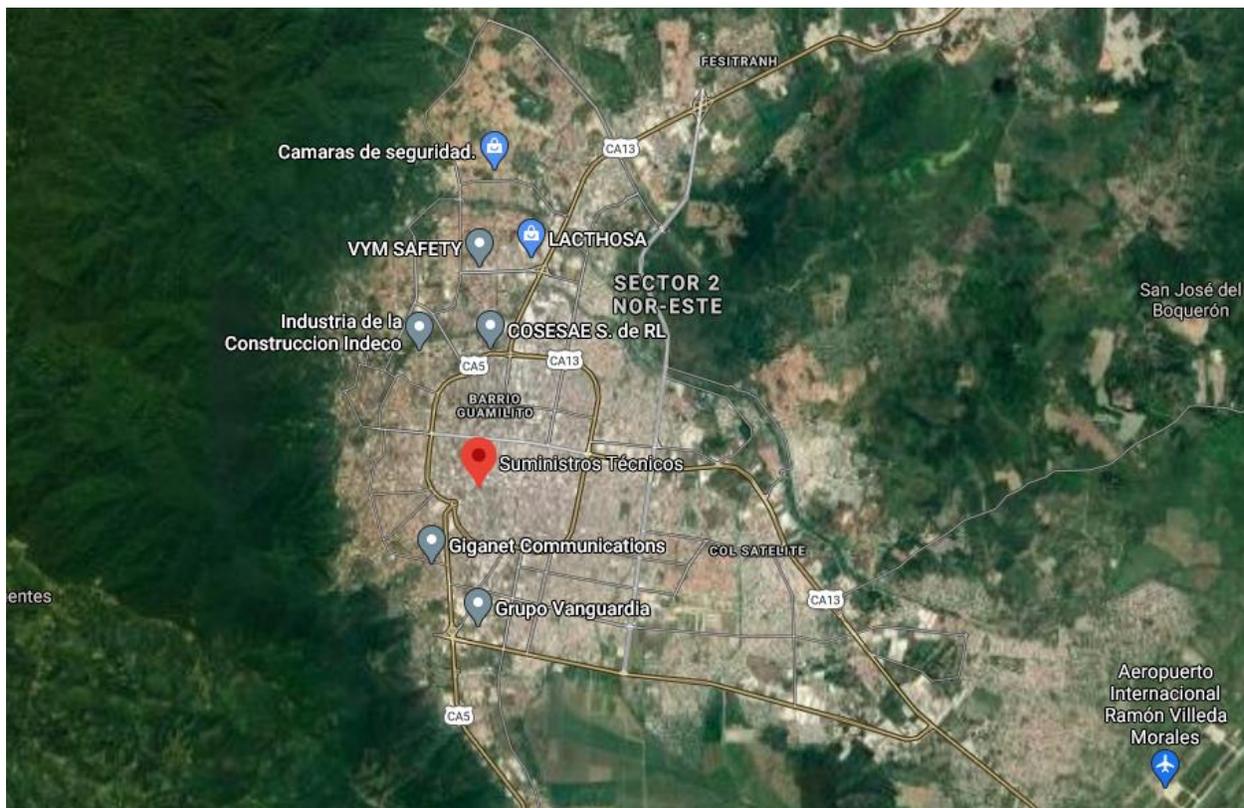


Figura 8.7 Macro localización del proyecto (Elaboración propia, 2021)

### 8.2.1.2 Micro localización

El proyecto se llevará a cabo en una oficina rentada en la empresa Suministros Técnicos SA, en un área de 50 metros cuadrados, debido a que no requiere un espacio grande, está en el centro de la ciudad por lo cual se puede comunicar con cualquier zona, ya que San Pedro Sula es una

ciudad transitada y tiene muchos accesos de otras ciudades. Suministros técnicos es una empresa que se dedica a proporcionar servicio de oficina a otras empresas, pero debido a la pandemia ha decidido ampliar su mercado en la venta de alcohol y gel anti-bacterial, acoplándose a la problemática actual de la pandemia de COVID 19 y aprovechando el negocio transitado de esta zona de San Pedro Sula.

Para iniciar operaciones se asignará el equipo necesario, para el funcionamiento de la empresa, el cual constará de un escritorio y una silla, una Laptop. Dicho mobiliario y equipo estará bajo el uso y responsabilidad del asistente administrativo.

Tabla 8.2

*Mobiliario y equipo.*

<b>Mobiliario y equipo de administración</b>					L 14,435.00
Escritorio ejecutivo	1	Administración	L3,000.00	5	L3,000.00
Silla ejecutiva	1	Administración	L1,750.00	5	L1,750.00
Impresora	1	Administración	L4,000.00	5	L4,000.00
Computadora portátil	1	Administración	L5,685.00	5	L5,685.00

(Elaboración propia, 2021)

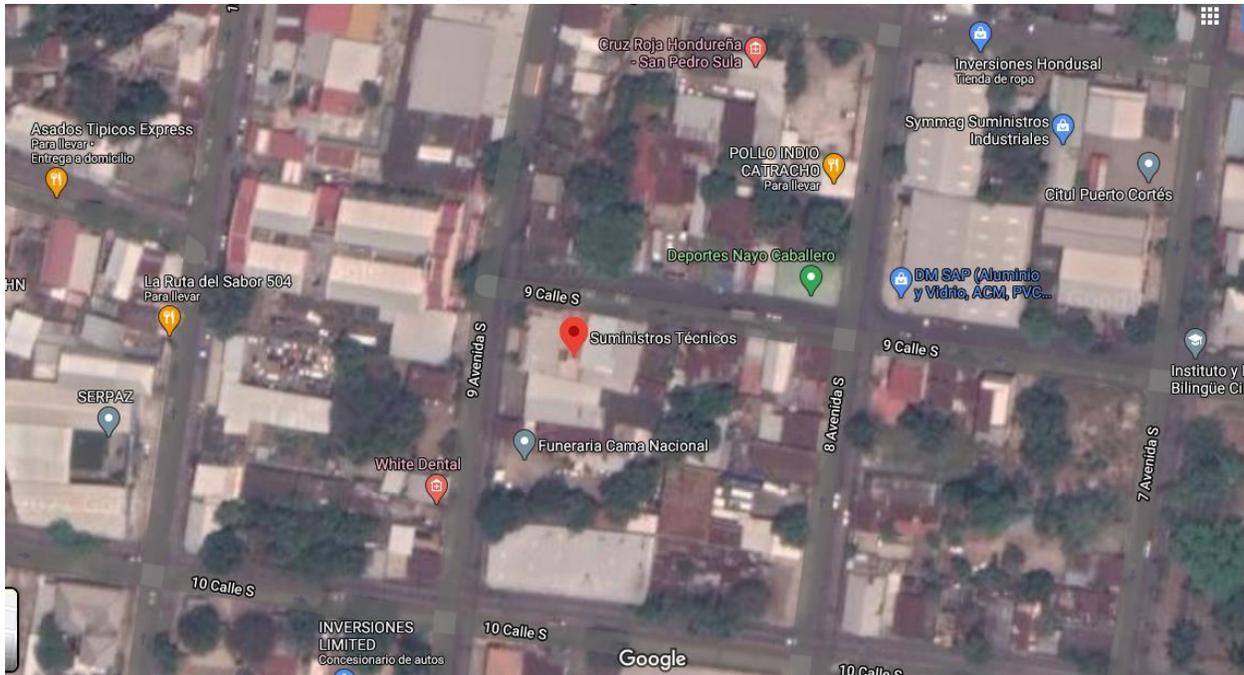


Figura 8.8 Micro localización del proyecto (Elaboración propia, 2021)

### 8.2.2 Tamaño óptimo del proyecto

La idea de este proyecto es que toda aquella persona que empiece su negocio de líquidos embotellados a una gran escala, ya sea miel, alcohol, cerveza artesanal, jugos de cualquier tipo pueda embotellarlos en su propia casa o oficina, de la manera mas automatizada posible, obteniendo mejor calidad y eficiencia en el producto. La estructura montada ocupa un espacio de 3 metros cuadrados, se podría montar en cualquier lugar, no es necesario un lugar bastante grande.

Este proyecto para nivel personal no es factible por el costo de los componentes, pero a nivel empresarial, quienes producen bastante liquido embotellado si sería factible, y así evitar el proceso manual, nada más para sellar las botellas.

### 8.2.3 Suministros

Los suministros necesarios para la elaboración del proyecto, se necesitan poder obtener de una fuente necesaria cercana para poder realizarlo de forma más rápida, al principio se pensó en comprarlo por internet, sin embargo, los componentes se habrían tardado en recibirse por la situación actual del aeropuerto de San Pedro Sula, así que se opta por comprar de manera local,

la obtención de los componentes se realiza por medio de varias empresas y algunos ya los tenía de proyectos anteriores.

El dispositivo programable PLC 1200 siemens, el motor 110V, banda transportadora, sensor de reflejo, pulsadores y la bomba fueron obtenidos de proyectos anteriores que se realizaron en la universidad, cableado y luces se pueden comprar en lino o pájaro azul, la estructura para colocar todos los componentes se hará por cuenta propia, con materiales y herramientas que se obtuvieron de mi trabajo.

#### 8.2.4 Identificación y descripción del proceso

El proceso comienza en la obtención de la materia prima, empezando por los componentes, estos se conectarán al dispositivo programable PLC, todo se conectará por medio de cables, la bomba, el motor, el sensor y los pulsadores, todo siendo controlado por el PLC, por medio de una programación realizada en Tía Portal. El proceso permite que se puedan llenar una cierta cantidad de botellas por hora, estas serán contabilizadas cada vez que el sensor se active y detecte una botella para luego ser llenada. El producto terminado será la botella llena sin ser sellada, el sello se podría poner manual mente, o diseñar otro sistema el cual selle cada botella luego de ser llenada. Los beneficios son que no se requiere de mucha intervención humana, con dos o una persona seria suficiente para llenar el tanque de liquido y controlar todo el sistema.



Figura 8.9 Proceso Productivo (Elaboración propia, 2021)

### 8.2.5 Determinación de la organización humana y jurídica

La cultura y reputación son capacidades fundamentales para el buen desempeño de este negocio, puesto que la cultura refleja los valores de la empresa como lo son la innovación, servicio al cliente (atención) y mejora continua, lo que lleva a entregar al cliente productos diferentes en un ambiente cálido y cercano, en donde el trabajador busque la mejor alternativa y solución ante cualquier eventualidad del cliente, gracias a la gestión adecuada de sus recursos.

Para llevar a cabo el proyecto se debe constituir una organización jurídica, El registro de la empresa, esto se hace en las diferentes cámaras de comercio, también ahora está disponible el portal [www.miempresaenlinea.org](http://www.miempresaenlinea.org) en el cual se puede realizar el registro desde cualquier parte del país. En este caso y por las características de la empresa se puede constituir una sociedad de responsabilidad limitada, esto se traduce en una persona jurídica que puede estar formada por 2 hasta 50 socios, quienes limitan su responsabilidad al monto aportado como capital. Los socios pueden ser personas naturales o jurídicas.

Se puede tomar la decisión de constituir una sociedad de responsabilidad limitada, principalmente porque los socios responden hasta el monto de sus aportes, no requiere un monto mínimo para su constitución y son más simples en su administración, pues se hacen cargo de ella por regla general los mismos socios. Es un tipo societario que se caracteriza porque quienes la integran son personas de confianza entre sí.

Se debe registrar la sociedad a través de la página web antes nombrada, la cual dispone de un portal, y en él deben incorporarse las personas jurídicas que deseen acogerse a la ley, ara los efectos de ser constituidas o migradas, modificadas, transformadas, fusionadas, divididas, terminadas o disueltas. La actuación de la sociedad de la empresa, en el portal del Registro de Empresas y Sociedades de la página web, no tiene costo. Sin embargo, se requiere una firma electrónica avanzada, la cual debe estamparse por medio de un notario público.

Para el funcionamiento correcto de la empresa se debe establecer una estructura organizacional del proyecto según los requerimientos básicos del mismo, las descripciones de cada uno de los cargos requeridos para la puesta en marcha del proyecto son:

- **Administrador:** Encargado de dirigir y representar legal, judicial y extrajudicialmente la empresa. Debe velar por el correcto funcionamiento de la panificadora en todos ámbitos,

negociando con proveedores, realizando las compras de materias primas, contratación del personal, entre otras funciones.

- **Supervisor:** Es el encargado de supervisar a los empleados del proceso. Verifica que todos los procedimientos de producción y despacho se realicen de forma correcta, velando por la excelente calidad del producto y servicio a cada uno de los clientes. También se debe encargar del tema de los inventarios de manera de evitar los quiebres del mismo.
- **Asesor contable:** Encargado de velar por el correcto funcionamiento de todo el tema contable de la empresa, ya sea realizar balances mensuales, estados de resultados para ver las ganancias y pérdidas de la empresa, control y revisión de cuentas. El perfil del cargo es un auditor general o contador auditor, el tipo de contratación es externa y a honorarios.
- **Ingeniero Electrónico:** Quien se encargará del montaje y control del proceso, debe verificar que el sistema funcione a un 95% y resolver cualquier inconveniente que se de durante el proceso. Debe tener un ayudante a cargo para que el tanque pueda estar lleno todo el tiempo, y debe ser capacitado para que pueda resolver problemas cuando el ingeniero no esté presente, para el cargo se puede contratar un pasante de ingeniería o técnico en electrónica.

### 8.3 Estudio Económico

A través de un estudio económico podemos determinar cuál es el monto de dichos recursos necesarios para la realización de nuestro proyecto, sus costos, entre otros.

#### 8.3.1 Costos de Producción y Operación

Los costos de producción y operación en mi proyecto estarán descritos en lo siguiente.

Tabla 8.3

*Gastos operativos en un año.*

<b>Concepto</b>	<b>Costos Totales</b>
<b>Materias primas</b>	L 10,000.00
<b>Mano de obra directa</b>	L 0.00
<b>Gastos indirectos</b>	L 2,000.00

*(Elaboración propia, 2021)*

En la tabla anterior podemos observar que los gastos son minúsculos de acuerdo a la capacidad que podemos llegar a obtener en el desarrollo del proyecto, no obstante, es importante recordar que solo se está hablando de un prototipo, por lo tanto, su beneficio tangible de forma real no es del todo medible.

### 8.3.2 Inversión total inicial

Para la toma de decisiones es muy importante conocer cuál es la inversión inicial, ya que, se debe revisar si se cuentan con el capital suficiente o se debe buscar financiamiento con bancos o cooperativas.

Tabla 8.4

*Inversión total inicial.*

Inversión total inicial			
Equipo de operación	40%	L	4,000.00
Mobiliario y componentes	60%	L	6,200.00
<b>Total, activos fijos</b>	85%	L	10,200.00
Gastos de construcción	15%	L	2,000.00
<b>Total, inversión</b>	100%	L	12,200.00

*(Elaboración propia, 2021)*

Esto nos brinda un panorama de la inversión inicial necesaria requerida para poder montar el prototipo automatizado de llenado de botellas. La inversión inicial se proyecta en 12,200.00 lempiras.

### 8.3.3 Punto de equilibrio

El punto de equilibrio según Baca Urbina (2013) es “El nivel de operación en el que los ingresos por ventas son exactamente iguales a la suma de los costos fijos y los variables” (p. 148). Para esto se han tomado todos los costos fijos y variables y el precio de venta de los productos, para que de esta manera los socios puedan tomar una decisión oportuna. A continuación, el punto de equilibrio en volumen de ventas para los años del uno al cinco.

La fórmula para el punto de equilibrio es la siguiente:

$$\text{Punto de equilibrio} = \frac{\text{Costos fijos totales}}{\left(1 - \frac{\text{Costos variables totales}}{\text{Volumen total de ventas}}\right)}$$

La información no fue suficiente para poder calcular el punto de equilibrio.

### 8.3.4 TIR (Tasa Interna de retorno)

Con ello podemos saber si es viable invertir en un determinado negocio, considerando otras opciones de inversión de menor riesgo.

La información necesaria para realizar el calculo de la tasa interna de retorno no es suficiente en la creación de este prototipo.

## 8.4 Creación del prototipo

En esta sección se describirá el paso a paso de cada una de las etapas tomadas para la creación del prototipo. Este se realizó en un transcurso de 1 mes desde que se adquirió el material a empezar a armarlo.

### 8.4.1 Prototipo

En la siguiente imagen podemos visualizar el prototipo de un sistema de llenado de botella.



Figura 8.11 Prototipo Finalizado (Elaboración propia, 2021)

El sistema está diseñado para llenar una botella de menos de 7 pulgadas de altura, con un diámetro no máximo a 4 pulgadas, al momento de presionar “start” el sistema empieza a funcionar, cuando las botellas se colocan en la banda y pasan por el sensor reflectivo el motor se detiene para que la bomba sumergida se active y comience el proceso de llenado del recipiente, cuando el tiempo de llenado termina el motor comienza a mover la banda nuevamente y así siempre con todas los recipientes que se coloquen en la banda transportadora.

#### 8.4.2 Estructura

Para la estructura del sistema se elaboró una base de metal y madera para poder colocar una banda y dos rodillos para el movimiento, se colocó un sistema de llenado elaborado con tubo PVC de media pulgada y una boquilla de metal.



Figura 8.12 Base, rodillos y banda del sistema (Elaboración propia, 2021)



Figura 8.13 Base de llenado (Elaboración propia, 2021)

### 8.4.3 Control

Para controlar del sistema se utilizó un dispositivo programable (PLC 1200 siemens), que por medio de una programación elaborada en tía portal la cual cargamos al dispositivo por medio de un cable de red es capaz de controlar mediante pulsos digitales mayor parte del proceso de llenado, con el PLC controlamos el motor, el sensor reflectivo, la bomba sumergida, el sensor de flote, los pulsadores y las luces led.



*Figura 8.14* PLC 1200 siemens (Elaboración, propia, 2021)

El control de llenado se realiza por medio de una bomba sumergible, cuando el sensor reflectivo se activa un pulso digital llega al PLC, y el PLC por medio de un pulso digital activa la bomba por un determinado tiempo para llenar la botella hasta un nivel adecuado. Ese proceso se lleva a cabo siempre que el tanque tenga un nivel de líquido mayor al mínimo posible, el nivel lo controlamos por medio de un sensor de flote el cual programamos para que cuando el tanque este vacío se pare todo el sistema.



*Figura 8.15* Sensor reflectivo que detecta la botella (Elaboración propia, 2021)



*Figura 8.16* Bomba sumergible en el tanque (Elaboración propia, 2021)



Figura 8.17 Sensor sumergible instalado en el tanque (Elaboración propia, 2021)

El movimiento del motor se controla por medio de un variador de frecuencia trifásico 220 V de 1hp, ya que el motor es trifásico de 220 V, y gira a una frecuencia de 60 hz, lo que sería muy rápido para una banda transportadora, los rpm del motor mejoraron con el variador de frecuencia bajando su frecuencia a un nivel de 5.64 hz o 5.64 rpm.



Figura 8.18 Control de motor por medio de un variador de frecuencia (Elaboración propia, 2021)

#### 8.4.5 Programación del PLC

La programación del PLC se realizó en el programa TIA PORTAL V14 y a continuación se explicará cada uno de los segmentos:

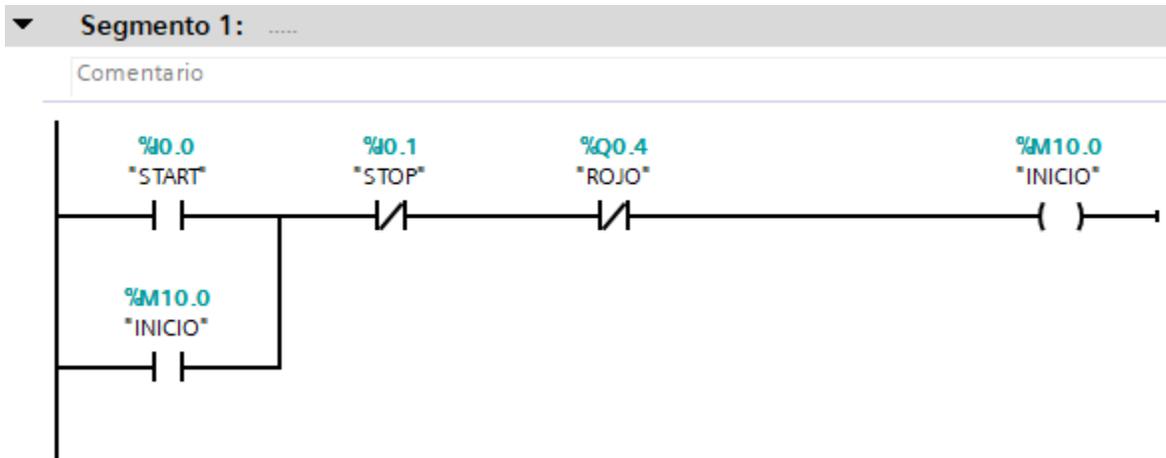


Figura 8.19 Segmento 1 (Elaboración propia, 2021)

En el segmento 1 se encuentra el inicio del sistema, mientras se da un pulso al start el inicio se activa, siempre que el stop o el led rojo estén desactivados, mientras esos dos estén activados y presionamos el start el sistema no va a funcionar.

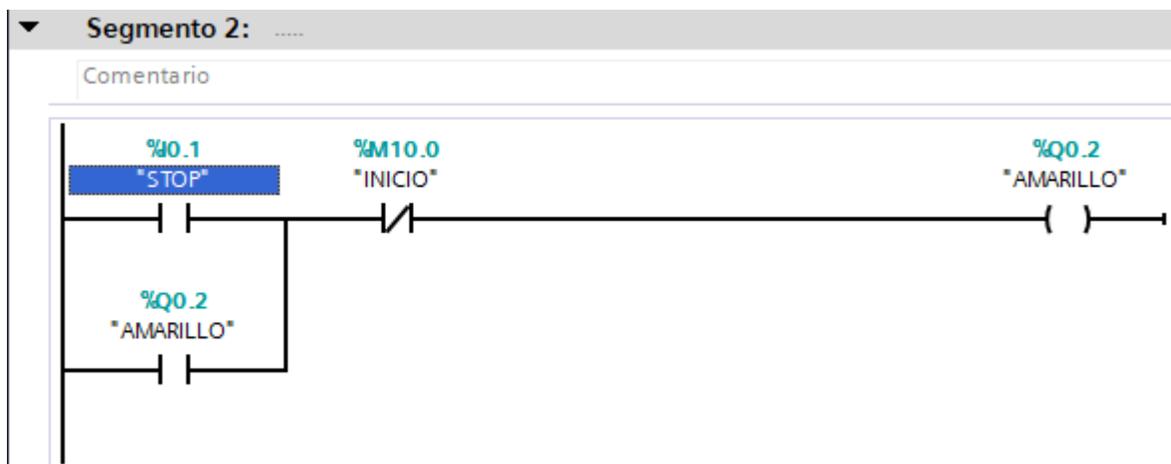


Figura 8.20 Segmento 2 (Elaboración propia, 2021)

En el segmento 2 se encuentra el stop del sistema, siempre que presionemos el stop el led amarillo se encenderá, el sistema se va a detener y volverá a funcionar hasta que quitemos el stop.

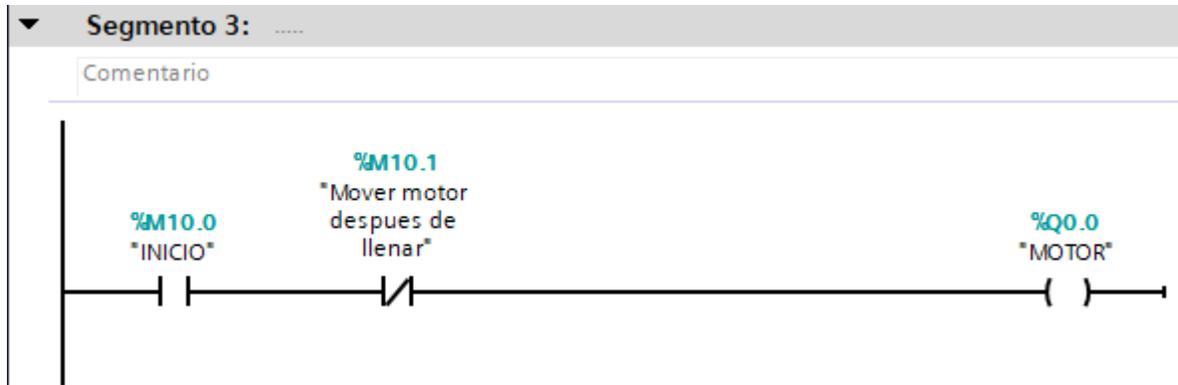


Figura 8.21 Segmento 3 (Elaboración propia, 2021)

En el segmento 3 controlamos el movimiento del motor, el motor se moverá siempre que el inicio este activado, pero no cuando la botella se esté llenando, luego de llenarla volverá a moverse.

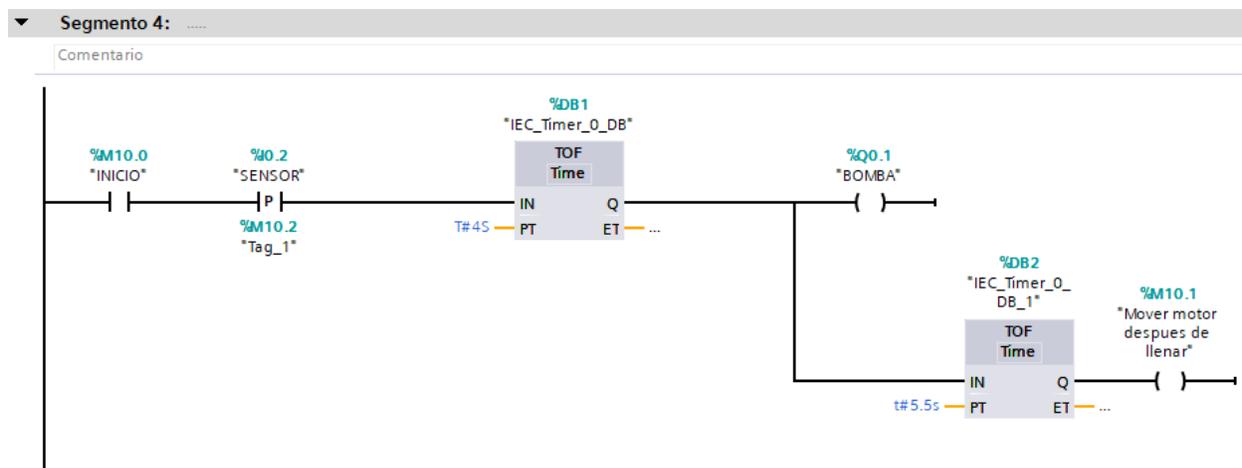


Figura 8.22 Segmento 4 (Elaboración propia, 2021)

En el segmento 4 controlamos la bomba para el llenado de botellas, siempre que el inicio este activado podremos activar el sensor reflectivo para luego activar la bomba durante 4 segundos y así llenar la botella hasta su nivel adecuado, y luego se volverá a mover después de que el segundo timer se haya desactivado.



Figura 8.23 Segmento 5 (Elaboración propia, 2021)

En el segmento 5 controlamos el nivel del tanque, cuando el tanque este vacío el led rojo se encenderá y el sistema no va a funcionar.

## CAPITULO IX . CONCLUSIONES

En el presente capítulo se detallarán las conclusiones expuestas a partir del análisis y resultados obtenidos.

- Se investigo el funcionamiento de los componentes que intervienen en un sistema automatizado por lo cual se concluye que los accionadores son elementos principales en la parte operativa del sistema, los mismos que realizan todas las operaciones rutinarias y secuenciales del proceso, mientras que aquellos elementos que llevan el control de los procesos automatizados son los controladores lógicos programables que son elementos fundamentales de la parte de mando de los sistemas automatizados.
- El controlador **S7-1200** es ideal para una amplia gama de aplicaciones de automatización. El espacio que utiliza es mínimo gracias al uso de Signal Boards, tarjetas enchufables al frente del CPU, disponibles con interfaces para dos entradas y salidas digitales, o para una salida analógica. Disponer de una interfaz PROFINET integrada y el hecho de que incluye una serie de funciones para contaje, medición, regulación y control de movimiento, lo hacen un controlador de alta preferencia en diversos ámbitos industriales.
- Se controló la velocidad del motor por medio de un variador de frecuencia, con el variador bajamos la frecuencia del motor de 60 Hz a 5.64 Hz.
- Se logró determinar que los aspectos esenciales para el diseño e implementación de una llenadora de botellas, se deben tomar en cuenta tanto aspectos sociales, como técnicos, entre otros, los cuales dan una pauta de realización del proceso.
- El Consumo de energía por la implementación de este proyecto es de bajo consumo, lo que nos permite reducir los costos de producción y abaratar aún más el precio del producto final.
- Se determinaron los costos totales de fabricación del módulo llenador de botellas que corresponde a los 12,000.00 Lempiras

## CAPITULO X . RECOMENDACIONES

En el presente capítulo se describirán las recomendaciones de mejora para el proyecto de monitoreo y control de cultivos verticales.

- Antes de poner en funcionamiento los módulos de llenado de botellas se debe entender el manual de operación de cada módulo para evitar posibles accidentes.
- La empresa deberá capacitar al operador de la máquina de tal manera que conozca cada fase, y así pueda realizar bien los mantenimientos preventivos.
- Al momento de realizar el proceso cuando la alarma de botella defectuosa suene retirar la botella defectuosa en el instante para que el proceso puede continuar de inmediato si no estará parado hasta que la botella se retire.
- Realizar pruebas antes de producir una gran cantidad de producto, para que al momento de ponerla a trabajar no pare en ningún momento.
- Capacitar al operador de la máquina de tal manera que conozca cada fase, y así pueda realizar bien los mantenimientos preventivos.
- Para realizar el proyecto se debe tomar el tiempo para conocer cada elemento que lo compone, sus conexiones, como funciona cada fase, y realizar una breve simulación antes de conectar cada componente.
- Preparar los laboratorios de CEUTEC para poder animar al estudiantado a realizar mayores proyectos de investigación relacionados con automatización de la industria en general, ya que existe una gran oportunidad de llevarlos a cabo en el país.

## CAPITULO XI Bibliografía

Alvarez P, M. (2004). Controladores Logicos. Barcelona: Marcombo.

AUTOMATION24. (s.f.). *AUTOMATION24*. Obtenido de AUTOMATION24:

<https://www.automation24.es/siemens-sm-1222-dc-6es7222-1bh32-0xb0>

AUTYCOM. (s.f.). *AUTYCOM*. Obtenido de AUTYCOM: <https://www.autycom.com/simatic-s7-1200-automatizacion-tareas-con-precision/>

ave-technologies. (s.f.). *technologies*. Obtenido de technologies: <https://www.ave-technologies.com/es/catalogue-products/Sistemas-de-llenado/Sistemas-llenado-volumetrico>

Baca, U. (2010).

Blogspot. (2014). *Ingenieria clasica*. Obtenido de Ingenieria clasica:

<http://tecingenieriaclassico.blogspot.com/p/1.html>

Blogspot. (2019). *Ejemplo sencillo*. Obtenido de Ejemplo sencillo:

<https://unejemplosencillo.blogspot.com/2019/09/ejemplo-de-un-sistema-de-lazo-abierto.html>

Cid, A. M. (20 de Enero de 2012). *Escuela de organización industrial*. Obtenido de Escuela de organización industrial:

<https://www.eoi.es/blogs/annymarlenypelaez/2012/01/20/estudio-de-mercado/>

Coallo, H. S. (2014). *Metodologia de la investigacion* . Obtenido de Metodologia de la investigacion :

[https://www.esup.edu.pe/descargas/dep\\_investigacion/Metodologia%20de%20la%20investigaci%C3%B3n%205ta%20Edici%C3%B3n.pdf](https://www.esup.edu.pe/descargas/dep_investigacion/Metodologia%20de%20la%20investigaci%C3%B3n%205ta%20Edici%C3%B3n.pdf)

Conalep, E. (3 de Marzo de 2014). *Elizaconalep*. Obtenido de Elizaconalep:

<https://elizaconalep.wordpress.com/2014/03/03/>

Corvo, H. S. (2020). *Lifeder*. Obtenido de Lifeder: <https://www.lifeder.com/analisis-de-precios/>

Corvu, H. S. (2018). *Lifeder*. Obtenido de Lifeder: <https://www.lifeder.com/analisis-oferta/>

Dellatoffola. (s.f.). *dellatoffola*. Obtenido de dellatoffola:

<https://www.dellatoffola.es/es/catalogue/embotellado-y-ensado/Sistemas-de-llenado/sistemas-de-llenado/Sistemas-llenado-por-gravedad-EVO-G>

Electrin. (24 de abril de 2016). *Estructura basica de un plc*. Obtenido de Estructura basica de un plc: <https://electrinblog.wordpress.com/2016/04/24/post-2/>

ElPaís.hn. (6 de Agosto de 2018). Empresas hondureñas aplican la automatización en un 30%. *Empresas hondureñas aplican la automatización en un 30%*.

Eurotransis. (s.f.). *Eurotransis*. Obtenido de Eurotransis: <https://eurotransis.com/que-es-una-cinta-transportadora-principios-de-funcionamiento/>

FACTORIADECERVEZA. (21 de Octubre de 2020). *Factoria de cerveza*. Obtenido de Factoria de cerveza: <https://factoriadecerveza.com/cbs-presenta-una-nueva-ensadora-isobarica-mixta-para-botellas-y-latas/>

FERRER, J. (2010). *metodologia02*. Obtenido de metodologia02: <http://metodologia02.blogspot.com/p/tecnicas-de-la-investigacion.html>

Gonzáles. (2016).

Green, M. (8 de Agosto de 2018). *PackAging*. Obtenido de PackAging: <http://www.packaging.enfasis.com/articulos/75692-la-evolucion-el-diseno-la-maquina-ensado>

Gutiérrez , A., & Gallego De Pardo. (2005). EVALUACIÓN DE LOS PROGRAMAS Y PROYECTOS DESARROLLADOS EN LA PRÁCTICA DE LA ASIGNATURA DE DISEÑO Y PROGRAMACIÓN DE MODALIDADES DE ATENCION DE ENFERMERÍA. En *Ciencia y enfermería XI* (págs. 71-83).

Hernandez Sampieri, R. (2014). Metodología de la investigación. En R. H. Sampieri, *Metodología de la investigación* (pág. 61). Mexico.

Hernandez Sampieri, R., Fernandez Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación*. Obtenido de <https://issuu.com/davidtakarai/docs/metodologia-de-la-investigacion/263>

- Martinez, H. (1 de Noviembre de 2016). *ESTUDIO DE MERCADO Y ANÁLISIS DE LA DEMANDA*. Obtenido de ESTUDIO DE MERCADO Y ANÁLISIS DE LA DEMANDA: <http://cedconsultoria.net/2016/11/01/estudio-mercado-y-analisis-demanda/>
- Martorell, J. (13 de Noviembre de 2020). *InfoPack*. Obtenido de InfoPack: <https://www.infopack.es/es/noticia/comasa-presenta-sus-soluciones-de-ensado-para-pouches-preformados>
- MAVAL. (25 de Octubre de 2018). *Automatizacion y control de procesos industriales*. Obtenido de Automatizacion y control de procesos industriales: <https://www.maval.es/automatizacion-industrial-siemens/>
- Moreira, J. M. (2008). *Evolución de las importaciones hondureñas de envases*.
- Oltmanns, A. (6 de Abril de 2015). *GEA*. Obtenido de GEA instala el proceso Miller Lite en Honduras: <https://www.gea.com/es/stories/gea-installs-miller-lite-process-in-honduras.jsp>
- Redacción, G. (6 de Octubre de 2020). *Guadalajara Diario*. Obtenido de Guadalajara Diario: <https://www.guadalajaradiario.es/provincia/42173-arriaca-dobla-su-capacidad-de-produccion.html>
- Rojas, J. (Junio de 2019). *El empaque o conversión*. Obtenido de El empaque o conversión: <https://www.elempaque.com/temas/Sistema-de-llenado-para-PET+4070396?pagina=1>
- Rojas, J. (junio de 2019). *ElEmpaque*. Obtenido de ElEmpaque: <https://www.elempaque.com/temas/Sistema-de-llenado-para-PET+4070396>
- Sarmiento, R. (2020). *Sistema de llenado de botellas*. San Pedro Sula.
- Systems, S. C. (s.f.). *Santa Clara Systems*. Obtenido de Santa Clara Systems: <https://www.santaclarasystems.com/es/allen-bradley/25b-b2p5n104>
- Universia. (9 de Febrero de 2018). *universia*. Obtenido de universia: <https://www.universia.net/ar/actualidad/empleo/como-automatizacion-cambiara-perfil-laboral-futuro-1157883.html>

Velasquez C, J. (2004). *Como justificar proyectos de automatización*. Lima, Peru: Industrial Data.

Velasquez Costa, J., & Gonzales Prado, J. (2017). *Revistas de investigación UNMSM*. Obtenido de <https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/idata/article/view/13505/11950>

VIPAUSA. (s.f.). Obtenido de <https://www.vipa.com/products/control-systems/micro/cpus/>

WAGO. (s.f.). Obtenido de <https://www.wago.com/es/m%C3%B3dulos-de-alimentaci%C3%B3n-de-corriente/fuente-de-alimentaci%C3%B3n-con-sincronizaci%C3%B3n-primaria/p/787-712>

WAGO. (s.f.). Obtenido de <https://www.wago.com/global/rail-mount-terminal-blocks/2-conductor-through-terminal-block/p/2002-1201>

WEG. (s.f.). *WEG*. Obtenido de WEG: <https://www.weg.net/catalog/weg/BR/es/Motores-El%C3%A9ctricos/Trif%C3%A1sico---Baja-Tensi%C3%B3n/Usos-Generales/Rolled-Steel/Motor-de-Chapa-de-Acero-Abierto-%28IP21%29/General-3-cv-2P-F56H-3F-220-380-V-60-Hz-IC01---ODP---Con-pies/p/15065333>

## CAPITULO XII Anexos

### 12.1 Data sheet sensor

#### ●DC power, Solid state output

Model	BEN10M-TDT	BEN5M-MDT	BEN3M-PDT	BEN300-DDT
Sensing type	Transmitted beam	Retroreflective	Retroreflective (with polarizing filter)	Diffuse reflective
Sensing distance	10m	(•1) 0.1 ~ 5m	(•1) 0.1 ~ 3m	(•2) 300mm
Sensing target	Opaque materials of Min. $\phi$ 16mm	Opaque materials of Min. $\phi$ 60mm		Transparent, Translucent, Opaque materials
Hysteresis	—————			Max. 20% at sensing distance
Response time	Max. 1ms			
Power supply	12~24VDC $\pm$ 10%(Ripple P-P : Max. 10%)			
Current consumption	Max. 40mA			
Light source	Infrared LED(modulated)		Red LED (modulated, 660nm)	Infrared LED(modulated)
Sensitivity adjustment	—————	Adjuster		
Operation mode	Light ON or Dark ON selectable by switch			
Control output	●NPN/PNP output simultaneously • NPN open collector output $\Rightarrow$ Load voltage:Max. 30VDC, Load current:Max. 200mA, Residual voltage:Max. 1V • PNP open collector output $\Rightarrow$ Output voltage:Min. (Power supply-2.5)V, Load current:Max. 200mA			
Protection circuit	Reverse polarity protection, Short-circuit protection			
Light receiving element	Built-in IC type photo diode			
Indicator	Operation indicator : Orange, Stable indicator : Green (The orange lamp on Emitter of transmitted beam type is for power indicator)			
Connection	Outgoing cable			
Insulation resistance	Min. 20M $\Omega$ (at 500VDC mega)			
Noise strength	$\pm$ 240V the square wave noise(pulse width:1 $\mu$ s) by the noise simulator			
Dielectric strength	1000VAC 50/60Hz for 1minute			
Vibration	1.5mm amplitude at frequency of 10 ~ 55Hz in each of X, Y, Z directions for 2 hours			
Shock	500m/s <sup>2</sup> (50G) in X, Y, Z directions for 3 times			
Ambient illumination	Sunlight : Max. 11,000lx, Incandescent lamp : Max. 3,000lx			
Ambient temperature	-20 ~ +55 $^{\circ}$ C (at non-freezing status), Storage : -25 ~ +70 $^{\circ}$ C			
Ambient humidity	35 ~ 85%RH, Storage : 35 ~ 85%RH			
Protection	IP50(IEC standard)			
Material	Case : ABS, Lens cover : Acrylic, Lens : Acrylic			
Cable	$\phi$ 6.0mm, 4P, Length : 2m			
Accessory	Individual	—————	Reflector(MS-2), Adjustment driver	Adjustment driver
	Common	Fixing bracket, Bolts, Nuts		
Approval	<b>CE</b>			
Unit weight	Approx. 342g	Approx. 200g		Approx. 187g

Anexo 12.1 Data sheet sensor (AUTOMATION24, s.f.)

## 12.2 Data sheet fuente- Switching power supply

### Adjustable output voltage

Type	Supply Voltage	Output Voltage	Weight	Order Code
CP-24/1.5adj	90 - 260V AC/ 105 - 260V DC	24V DC/1.5A	0.220	1SVR423418R5000

Frequency, AC input:	47 - 440Hz
Output load hold time:	20ms at 100% load
Input current at nominal load:	max. 0.8A (90VAC) typ. 0.7A (117VAC) typ. 0.39A (230VAC)
Inrush current 25°C (≤ 2ms):	33A
Internal input fuse:	3.0A(T)
Output voltage:	24V DC ± 3%
Output current:	1.5A / 36W

Anexo 12.2 Data sheet Fuente (AUTYCOM, s.f.)