



UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
NICARAGUA,  
MANAGUA  
UNAN - MANAGUA

Facultad de Ciencias e Ingenierías  
Departamento de Tecnología

### **TEMA**

Módulo didáctico para la automatización de proceso industrial de llenado y clasificado de botellas para el departamento de Tecnología en el segundo semestre del año 2022.

### **SEMINARIO DE GRADUACIÓN PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO ELECTRÓNICO**

#### **Elaborado por:**

- Br. Carlos Manuel Barrios Avendaño.
- Br. Bryan Alexis Rodríguez Flores.

**Tutor:** Ing. Harold Augusto Chamorro Ramirez.

**Asesor metodológico:** MSc. Karen Acevedo.

Managua, diciembre 2022



UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
NICARAGUA,  
MANAGUA  
UNAN - MANAGUA

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍAS  
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGÍA

Managua, diciembre del 2022

**MSc. Elim Campos**

Director

Departamento de Tecnología

Estimado Maestro:

El motivo de la presente es para comunicarle que he guiado, orientado y revisado el trabajo de Seminario de Graduación elaborado por los bachilleres: **Carlos Manuel Barrios Avendaño y Bryan Alexis Rodríguez Flores** de la carrera de Ingeniería Electrónica, el cual lleva por título: **Módulo didáctico para la automatización de proceso industrial de llenado y clasificado de botellas para el departamento de Tecnología en el segundo semestre del año 2022.**

No omito manifestarle que hemos seguido el proceso de elaboración del documento y consideramos que cumple con los requisitos establecidos por la Universidad. Por lo tanto, solicito realizar trámites requeridos para el proceso de defensa y titulación.

Sin más a que referirme, le saludo cordialmente.

Atentamente,

---

Ing. Harold Augusto Chamorro Ramírez.

Tutor

### **Dedicatoria.**

Dedico este trabajo primeramente a Dios, debido a que me ha permitido llegar hasta esta etapa de mi vida, por bendecirme con sabiduría y el entendimiento para seguir adelante, comprendiendo los conocimientos compartidos en la carrera universitaria que estoy por finalizar.

A mis padres, María Magdalena Avendaño y Carlos Alberto Barrios por su apoyo incondicional mostrado a lo largo de mi vida, por sus consejos y sacrificios que han hecho para darme la oportunidad de estudiar una carrera universitaria, igualmente al apoyo que me brindaron mis hermanos con sus comentarios de motivación.

A todos mis docentes que me compartieron parte de sus conocimientos y experiencias adquiridas a través de los años, Por último, pero no menos importante a las personas que me apoyaron y motivaron a seguir adelante para cumplir mi sueño de ser un profesional.

**Carlos Manuel Barrios Avendaño.**

### **Agradecimientos.**

Agradezco a todos mis amigos y familiares que me brindaron su apoyo a través de los años transcurridos, al personal del departamento de becados internos de la UNAN-Managua por darme la oportunidad de estadía y alimentación diaria en el transcurso de los años de estudio.

De igual manera le estoy muy agradecido a los maestros, **Tutor:** Ing. Harold Augusto Chamorro, que nos brindó gran parte de su tiempo instruyéndonos más a fondo en el área de control automático, también agradezco el tiempo fuera de su horario laboral que nos dedicó, a mi compañero y a mí, para realizar pruebas de funcionamiento del proyecto, al **Asesor metodológico:** MSc. Karen Acevedo, la cual nos brindó su tiempo para aconsejarnos e instruirnos en el área metodológica del presente documento y al **Profesor:** Msc Milcíades Delgadillo, quien nos apoyó con la gestión del préstamo de equipos del departamento de tecnología.

Para finalizar le estoy muy agradecido a los docentes que me impartieron clases en estos cinco años de carrera, porque tuvieron la paciencia y la dedicación de instruirnos al mundo de la Ingeniería Electrónica.

**Carlos Manuel Barrios Avendaño.**

### **Dedicatoria**

A mis padres Rosa Emilia Flores Reyes y Pablo Antonio Rodríguez Jarquín, seguidamente a mis abuelos Catalina Reyes y Silvio Flores por ser un pilar fundamental de mi vida, por su apoyo incondicional e inigualable a lo largo del tiempo y por sus consejos para llegar a ser una mejor persona, con amor y cariño este triunfo es por ustedes y para ustedes.

**Bryan Alexis Rodríguez Flores.**

## **Agradecimiento**

Agradezco a Dios creador de todo por guiarme y acompañarme siempre, por ser la mayor fortaleza en momentos de dificultad y por brindarme una vida llena de aprendizajes y experiencias.

A todos mis familiares que de una u otra forma han contribuido en el transcurso de este trabajo de investigación y formación profesional.

A nuestros profesores, **Tutor:** Ing. Harold Augusto Chamorro Ramirez. **Asesora metodológica:** Msc. Karen Acevedo Mena y al **Profesor:** Msc Milcíades Delgadillo, quienes aportaron sus conocimientos y disponibilidad para la realización de este trabajo.

Por último, a todas las autoridades de la UNAN-Managua, por cada conocimiento compartido para mi formación profesional y por el apoyo brindado durante el transcurso de la carrera.

**Bryan Alexis Rodríguez Flores.**

## Resumen

El presente trabajo de titulación tiene como objetivo diseñar un módulo didáctico para la automatización de un proceso industrial de llenado y clasificado de botellas, para el departamento de Tecnología, en el segundo semestre del año 2022.

Con este proyecto se busca mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje. Logrando un mejor alcance al desarrollar las actividades prácticas, permitiendo a la comunidad educativa interactuar con diferentes dispositivos electrónicos.

El estudio se realizó inicialmente haciendo una descripción del estado actual de los equipos presentes en los laboratorios, para identificar las necesidades existentes, con el fin de proponer un diseño de un módulo didáctico para realizar prácticas de laboratorios.

El proyecto está conformado de dos tipos de llenado, para lo cual se emplea controlador lógicos programables (PLC) encargado de recibir y procesar información de los sensores y actuadores. Los diferentes sensores como: capacitivos, inductivos e infrarrojos se utilizaron para el posicionamiento de la botella, nivel máximo a llenar y detección de metal en el interior de los envases. Los actuadores están compuestos por: electroválvulas, encargada de permitir el pase líquido, alarma, avisadora de detección de metal en los envases, señalización lumínica, indicadora de paro de emergencia y motor trifásico que mueve la banda para transportar las botellas.

En conclusión, se elaboró el proceso industrial de llenado y clasificado de botellas de manera funcional y fácil de operar, lo que la hace muy didáctica, de igual forma, se diseñaron dos guías para que los estudiantes que cursan la asignatura puedan ponerlas en prácticas.

## **Contenido**

1.	Introducción.....	1
2.	Antecedentes.....	2
3.	Planteamiento del Problema .....	3
4.	Justificación .....	4
5.	Objetivos.....	5
5.1.	Objetivo General .....	5
5.2.	Objetivos Específicos.....	5
6.	Marco Teórico.....	6
6.1.	Procesos de Llenados, Automatización, Sistemas de Control, Dispositivos de Mando y Control, Actuadores y Sistemas de Transporte. ....	6
6.1.1.	Procesos de Llenados .....	6
6.1.2.	Automatización .....	7
6.1.3.	Automatización Industrial. ....	7
6.1.4.	Niveles de Automatización. ....	8
6.1.5.	Elementos Básicos de un Sistema Automatizados. ....	8
6.1.6.	Sistemas de Control.....	9
6.1.7.	Controlador Lógico Programable.....	10
6.1.8.	Relé Inteligente Programable LOGO 8.....	11
6.1.9.	Estructura Física. ....	12
6.1.10.	Funciones Lógicas del Relé Inteligente Programable. ....	13
6.1.11.	Sensores.....	14
6.1.12.	Contactador .....	15
6.1.13.	Elementos de Mando.....	15
6.1.14.	Elementos de Protección Industrial.....	16



6.1.15.	Variador de Frecuencias .....	18
6.1.16.	Funcionamiento de un Variador de Frecuencia.....	18
6.1.17.	Actuadores.....	20
6.1.18.	Sistemas de Transporte.....	22
6.1.19.	Ventajas del uso de cintas transportadoras.....	22
6.1.20.	Partes de una Cinta Transportadora.....	23
7.	Diseño Metodológico.....	24
7.1.	Tipo de Estudio .....	24
7.2.	Área de Estudio .....	24
7.3.	Población y Muestra.....	24
7.4.	Métodos, Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos. ....	25
7.5.	Procedimientos para la Recolección de Datos e Información.....	25
1.	Objetivos Específicos .....	26
7.6.	Matriz de Operacionalización de Variables. ....	26
7.7.	Plan de Análisis y Procesamiento de Datos e Información.....	27
8.	Desarrollo.....	28
8.1.	Diagnóstico de los Equipos Presentes en el Laboratorio de Control Automático Para Identificar Necesidades Existentes. ....	28
8.2.	Diseño de un Módulo Didáctico que Permita Simular Proceso de Llenado y Clasificado de Botellas Automatizado con los Softwares Revit, Logo Soft Comfort V8.3 de la Marca SIEMENS y CADE-SIMU V4. ....	32
8.2.1.	Diseño estructural de modulo didáctico. ....	32
8.2.2.	Diagrama en Bloque del Sistema Automatizado.....	34
8.2.3.	Diagrama de Flujo.....	35

8.2.4.	Etapas del Proceso Industrial Automatizado de Llenado y Clasificado de Botellas	37
8.2.5.	Diseño del Diagrama Eléctrico de Potencia. ....	53
8.2.6.	Diseño del Diagrama Eléctrico de Mando. ....	54
8.2.7.	Conexione Eléctricas para la Automatización de Proceso Industrial de llenado y Clasificado de Botellas.....	55
8.2.8.	Programación del Sistema Automatizado. ....	56
8.2.9.	Módulo didáctico para realizar prácticas, gobernadas por el PLC LOGO	
V8.		57
9.	Conclusión .....	72
	Recomendaciones.....	73
10.	Bibliografía .....	74
11.	Anexo.....	75
11.1.	Encuesta Realiza, Para Recolectar Información.....	75
11.2.	Tabla Presupuestaría de Equipos Utilizados .....	77
11.3.	Tabla Presupuestaria Costeada por los Autores .....	78
11.4.	Modelado 3D de Estructura de la Banda Transportadora. ....	78
11.5.	Modelado 3D de la Estructura de la Banda Transportadora.....	79
11.6.	Gabinete con los Componentes Utilizados Para Controlar el Proceso de Llenado.	80
11.7.	Demostración Llenada de Envases.....	82
11.8.	Especificaciones Técnicas del Motor Utilizado. ....	83

## Índice de Ilustraciones.

<i>Ilustración 6-1. Pirámide de la automatización.</i>	8
<i>Ilustración 6-2. Elementos básicos de un sistema automatizado.</i>	8
<i>Ilustración 6-3. Sistema de control en lazo abierto.</i>	9
<i>Ilustración 6-4. Sistemas de control en lazo cerrado.</i>	10
<i>Ilustración 6-5. Relé inteligente programable logo 8.</i>	11
<i>Ilustración 6-6. Estructura física de un PLC.</i>	12
<i>Ilustración 6-7. Sensores.</i>	14
<i>Ilustración 6-8. Componentes de un contactor.</i>	15
<i>Ilustración 6-9. Simbología Elementos de Mando y Protección.</i>	16
<i>Ilustración 6-10 Rele termico.</i>	16
<i>Ilustración 6-11 Guardamotor.</i>	17
<i>Ilustración 6-12 Monitor de voltajes</i>	18
<i>Ilustración 6-13 Diagrama eléctrico general de un variador de frecuencias</i>	19
<i>Ilustración 6-14. Clasificación de los actuadores.</i>	20
<i>Ilustración 6-15 Electroválvulas.</i>	21
<i>Ilustración 6-16. Partes de una cinta transportadora.</i>	23
<i>Ilustración 8-1 Planos de banda transportadora realizados en el software Revit 2021.</i>	33
<i>Ilustración 8-2 Diagrama en bloque de sistema automatizado</i>	34
<i>Ilustración 8-3 Algoritmo de programación.</i>	36
<i>Ilustración 8-4 Motor eléctrico Leeson</i>	38
<i>Ilustración 8-5 Módulo sensor infrarrojo IR.</i>	39
<i>Ilustración 8-6 Válvula solenoide de 120V AC</i>	39
<i>Ilustración 8-7 Electrovalvula ya instalada para el llenado</i>	40
<i>Ilustración 8-8 Sensor capacitivo instalado</i>	41
<i>Ilustración 8-9 Sensor inductivo intalado.</i>	41
<i>Ilustración 8-10 Diagrama de proceso de llenado y embotellado.</i>	50
<i>Ilustración 8-11 Diagrama de potencia</i>	53
<i>Ilustración 8-12 Diagrama de mando</i>	54
<i>Ilustración 8-13 Conexione Eléctricas para la Automatización de Proceso Industrial de Llenado de Liquidos</i>	
55	
<i>Ilustración 8-14 Programación para el sistema automatizado en LOGO! Soft Comfort</i>	56
<i>Ilustración 8-15 Conexiones eléctricas interconectadas con los dispositivos electrónicos</i>	57
<i>Ilustración8-16 Diagrama de Mando</i>	62

*Ilustración 8-17 Válvula Solenoide.* \_\_\_\_\_ 67

## **Índice de tablas**

*Tabla 6.1. Representación funciones lógicas básicas* \_\_\_\_\_ 13

*Tabla 8.1 Plan tematico* \_\_\_\_\_ 28

*Tabla 8.2 Equipos presentes en los laboratorios* \_\_\_\_\_ 29

*Tabla 8.3 Equipos utilizados* \_\_\_\_\_ 42

*Tabla 8.4 Comparación de proceso implementado en las industrias respecto al proceso de practica estudiantil.* \_\_\_\_\_ 51

## **1. Introducción**

En el campo de la tecnología y la industria, la programación es el elemento principal de los sistemas automáticos en las empresas y fábricas, el cual ha sido base fundamental para el desarrollo y avance de la producción, brindando una mayor seguridad.

Así mismo, el uso de los controladores lógicos programables ha sido un factor clave en la modernización de las empresas, ya que se trata de un dispositivo electrónico de fácil programación e implementación y de ejecución rápida, que permite automatizar los procesos con un bajo coste de mantenimiento.

El presente proyecto se encuentra motivado por el deseo de proporcionar un complemento que fortalezca la capacitación técnica de los estudiantes de la carrera de Ingeniería Electrónica de la UNAN-Managua, en la asignatura de control automático.

El propósito consiste en realizar un módulo didáctico para la automatización de proceso industrial de llenado y clasificado de botellas con el objetivo de reforzar los conocimientos teóricos-prácticos de los estudiantes, permitiendo así a la comunidad educativa interactuar con el medio de una manera más fácil y significativa.

El proceso se realizará en dos procedimientos, llenado y clasificado, para obtener estos resultados se modelará la estructura en 3D, de este modo, se obtendrá el diseño y las dimensiones en donde se montarán los diferentes dispositivos que conformarán la herramienta didáctica.

Este documento se desarrolla por capítulos, iniciando previamente con aspectos introductorios como son los antecedentes, planteamiento del problema, justificación y la definición de los objetivos. Posteriormente se aborda un marco teórico referido a los términos centrales del problema de investigación y las variables a estudiar.

Además, se presenta una explicación del diseño metodológico empleado. Luego se encuentra el desarrollo en donde se concreta todo el trabajo de campo que se desarrolló para alcanzar los objetivos generales y específicos. Los últimos capítulos contienen las conclusiones y recomendaciones del estudio.

## 2. Antecedentes

Zeledón y Bravo. (2020) en su investigación desarrollada en los laboratorios de Ingeniería Electrónica de la Unan-Managua, RURD; elaboraron un módulo didáctico con un sistema de llenado automatizado de bebidas. Los investigadores tomaron como universo la gran comunidad universitaria, la cual está sub dividida en diferentes carreras o asignaciones en sí, a quienes se les aplicó entrevistas válidas y confiables. Se aplicó la técnica de recolección y compilación de información en las guías prácticas de la asignatura para valorar algunas limitantes. Tras el análisis, se concluyó que el sistema de llenado automatizado ha sido todo un éxito durante el proceso de fabricación del diseño y manuales de uso, cuyos componentes fueron conseguidos con dificultad.

CHILUISA (2020) en su investigación realizada en Riobamba– Ecuador; implementó un sistema automatizado con interfaz hombre máquina – supervisión, control y adquisición de datos (HMI-SCADA) para el proceso de embotellado de líquido. El investigador consideró un estudio cuantitativo en la que se aplicó pruebas durante el proceso. Se concluyó que un proceso de embotellado funcional de bajo coste y con beneficios de operación mediante indicadores, lo hace muy didáctico y fácil de operar, también evidencia el éxito de los objetivos planteados.

Guerrero (2018) efectuó un estudio en Piura, Perú cuyo objetivo fue diseñar e implementar un sistema de llenado de bebidas basado en control volumétrico para aplicación en una fábrica embotelladora. Es una investigación cuantitativa experimental, a la que se le realizaron técnica de muestreo, instrumentos de recolección de datos, cuya información es proporcionada por entes gubernamentales. El sistema permitió aumentar la productividad y la precisión de llenado, teniendo en cuenta el caudal medido que está directamente relacionado con el volumen deseado con respecto al tiempo de llenado. Tras el análisis, se concluyó que la producción de botellas con el prototipo es de 519 a 731 botellas por hora.

### 3. Planteamiento del Problema

La Facultad de Ciencias e Ingeniería, particularmente la carrera de Ingeniería Electrónica del departamento de Tecnología, ofrece las asignaturas de control automático en su pénsum académico, en las cuales se desarrolla una metodología de enseñanza-aprendizaje mediante guías para su posterior simulación virtual en distintos softwares.

Por lo tanto, el problema que se encuentra actualmente en la carrera de Ingeniería Electrónica de la UNAN-Managua es que no cuenta con dispositivos y herramientas que permitan realizar actividades practicas industriales en los laboratorios por sus elevados costos, lo que dificulta a los estudiantes ver y controlar procesos de producción.

Debido a que la Universidad no cuenta con este tipo de proyectos en sus laboratorios, se considera importante contar con un **módulo didáctico** para la automatización de un proceso industrial de llenado y clasificado de botellas, lo que permitirá que los estudiantes que cursen estas asignaturas puedan comprender el funcionamiento de la programación y lograr un aprendizaje significativo que aporte a su formación profesional.

De esta manera, el problema radica en lo siguiente: ¿Cuáles serían los beneficios para los estudiantes de la carrera de Ingeniería Electrónica obtener un módulo didáctico para la automatización de un proceso industrial de llenado y clasificado de botellas en el área de control automático?

#### **4. Justificación**

La tendencia hacia la automatización de procesos es cada vez más fuerte en la industria, por lo tanto, el ingeniero electrónico debe poner en marcha todas sus capacidades y conocimientos.

El estudio y realización de este proyecto nace de la necesidad que presentan los estudiantes de la carrera de Ingeniería Electrónica para ampliar sus conocimientos en automatización de procesos en el campo práctico, puesto que conocerán y aprenderán sobre los procesos de llenado y clasificado de botellas mediante un módulo didáctico, mostrando así el uso de la programación de los controladores lógicos programables (PLC).

Por otro lado, con la creación de este módulo los estudiantes podrán tener a su alcance una herramienta para realizar prácticas como la automatización de un llenado y clasificado de botellas utilizando el controlador lógico programable (PLC), además de ampliar y afianzar los conocimientos adquiridos en el área de programación.



## 5. Objetivos

### 5.1. Objetivo General

- ❖ Realizar un módulo didáctico para la automatización de proceso industrial de llenado y clasificado de botellas para el departamento de tecnología en el segundo semestre del año 2022.

### 5.2. Objetivos Específicos

- ❖ Diagnosticar el estado actual de los equipos presente en el laboratorio de control automático para identificar las necesidades existentes.
- ❖ Diseñar un módulo didáctico automatizado que permita simular proceso de llenado y clasificado de botellas con los softwares Revit, Logo Soft Comfort V8.3 de la marca SIEMENS y CADE-SIMU V4.
- ❖ Elaborar el módulo didáctico para realizar prácticas, gobernadas por el PLC LOGO V8.

## 6. Marco Teórico

### 6.1. Procesos de Llenados, Automatización, Sistemas de Control, Dispositivos de Mando y Control, Actuadores y Sistemas de Transporte.

#### 6.1.1. Procesos de Llenados

El llenado de una botella consiste en la transferencia del líquido desde el tanque que lo contiene hacia la misma. Lo que distingue una tecnología de otra es el modo en que determina el volumen exacto del producto a trasvasar, existen diversos sistemas y diversas tecnologías, que podrían clasificarse en:

- Volumétricos
- Nivel
- Por presión

**Llenado por Nivel.** Según Sani y Toapanta los llenados por nivel son:

Utilizado para productos finos o espumosos que generalmente son los líquidos utilizados para la limpieza, consiste en la compensación por variaciones de volumen de los envases, el contenedor del producto debe estar colocado en un lugar en el cual se transporte el fluido sin necesidad de dispositivos de empuje, es recomendable mantener un nivel de producto adecuado para garantizar el adecuado funcionamiento del sistema. (2015, p. 25)

**Llenado Volumétrico.** Está diseñado para trabajar con productos de alta viscosidad. Desde el punto de vista de Sani y Toapanta “este tipo de sistema consiste en medir el volumen del producto que ingresa en la botella mediante la utilización de un medidor de caudal ya sea este un sensor magnético o másico colocado en el dosificador” (2015, p. 27).

**Llenado por Presión.** Este tipo de llenado consiste en controlar el flujo del líquido a través de la tubería, el colector debe ser ubicado en la parte superior de los dosificadores, el líquido permanece en el colector mientras que este se encarga de alimentar los tubos, se debe aprovechar las tuberías y sus diámetros de tal manera que se pueda aumentar o disminuir la presión de acuerdo a los requerimientos.

### **6.1.2. Automatización**

Es una disciplina de control que se basa en el uso de sistemas electromecánicos para controlar de forma automatizada diversos procesos industriales. Abarca control, sistemas digitales, supervisión, gestión de datos, accionamientos, instrumentación, comunicaciones, producción, interacciones y muchos otros.

El término automatización también se ha utilizado para describir sistemas no destinados a la fabricación en los que los dispositivos programados o automáticos pueden funcionar de forma independiente o semi-independiente del control humano. En comunicaciones, aviación y astronáutica, dispositivos como los equipos automáticos de conmutación telefónica, los pilotos automáticos y los sistemas automatizados de guía y control se utilizan para efectuar diversas tareas con más rapidez o mejor de lo que podrían hacerlo un ser humano (Navarrete, 2020).

Un sistema automatizado consta de dos partes principales:

- Parte de mando
- Parte operativa

La parte de mando es la estación central de control o autómeta. Es el elemento principal del sistema, encargado de la supervisión, manejo, corrección de errores, comunicación etc.

La parte operativa es la parte que actúa directamente sobre la máquina, son los elementos que hacen que la máquina se mueva y realice las acciones (motores, cilindros, compresoras, bombas, relés, etc).

### **6.1.3. Automatización Industrial.**

Es una de las disciplinas de la Ingeniería más amplia que un sistema de control. Automatización Industrial (automatización; del griego antiguo auto: guiado por uno mismo) es el uso de sistemas o elementos computarizados y electromecánicos para controlar maquinarias y/o procesos industriales sustituyendo a operadores humanos.

#### 6.1.4. Niveles de Automatización.

El concepto de sistemas automatizados puede ser aplicado a distintos niveles de las operaciones de una fábrica. En la ilustración 6.1. se pueden identificar y explicar cinco niveles posibles de automatización en una planta productiva.

#### Ilustración 6-1.

*Pirámide de la automatización.*

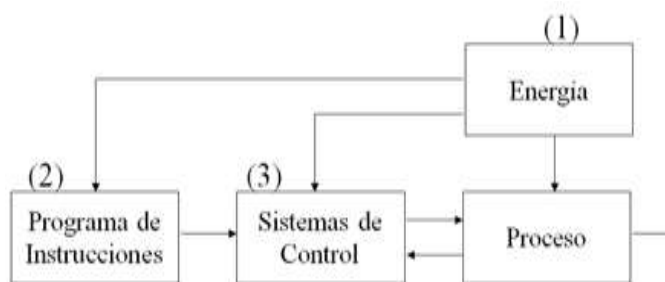


#### 6.1.5. Elementos Básicos de un Sistema Automatizados.

En la ilustración 6.2. se pueden observar los tres elementos básicos de un sistema automatizado obteniendo a la salida un bloque de proceso.

#### Ilustración 6-2.

*Elementos básicos de un sistema automatizado.*



Fuente: (Navarrete, 2020)

### 6.1.6. *Sistemas de Control*

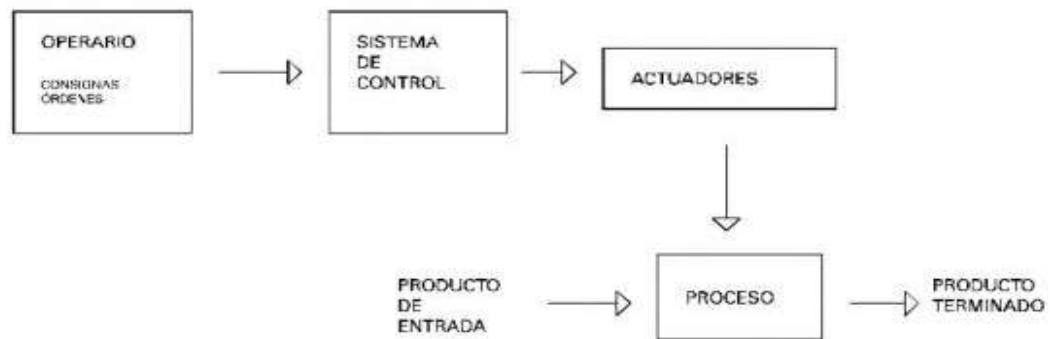
Un sistema de control puede definirse como un ente que recibe variables de entrada y cuyas respuestas a estas acciones son las variables de salida. Además, Un sistema de control automatizado permite gestionar o regular la forma en que se comporta otro sistema para evitar fallas, el sistema de control puede ser dos tipos y estos difieren en la manera en que lidian con la variable a controlar. (Gandhi, 2021)

**Sistemas de Control en Lazo Abierto.** Son cuando las señales de mando son independientes de los órganos receptores. El control en lazo abierto se caracteriza por que la información o variable que controlan el proceso circulan en una sola dirección, desde el sistema de control al proceso. El sistema de control no recibe la confirmación de que las acciones que a través de los actuadores ha de realizar sobre el proceso se han ejecutado correctamente. (Nistal, 2007, p. 3)

Este ciclo a diferencia del cerrado es más simple ya que solo recibe una señal a la entrada y se obtiene una repuesta inmediata a la salida sin el proceso de retroalimentación, así como lo muestra la ilustración 6.3.

#### **Ilustración 6-3.**

*Sistema de control en lazo abierto.*



Fuente: (Nistal 2017, p.3)

**Sistemas de Control en Lazo Cerrado.** Son aquellos en los que existe una realimentación a través de los sensores desde el proceso hacia el sistema de control, que permite a este último conocer si las acciones ordenadas a los actuadores se han realizado correctamente sobre el proceso.

En este tipo de sistema la información sobre la variable se obtiene mediante señales de realimentación o sensores para compararla con los niveles reales. Así como se observa en la ilustración 6.4.

#### **Ilustración 6-4.**

*Sistemas de control en lazo cerrado.*



Fuente: (Vélez, 2018)

#### **6.1.7. Controlador Lógico Programable**

Un controlador lógico programable (PLC) es una forma especial de controlador basado en procesador que usa una memoria programable para almacenar instrucciones e implementar funciones tales como: lógica, secuenciamiento, temporizaciones, conteo y aritmética; con el objetivo descontrolar máquinas y procesos, son diseñados para operar por ingenieros con conocimiento limitado de computadoras y lenguajes de computación.

Los PLCs son optimizados para tareas de control y el entorno industrial, por tanto, son:

- Robustos y diseñados para recibir vibraciones, temperaturas, humedad y ruido.
- Son fáciles de programar y tienen un lenguaje de programación fácil de comprender el cuales principalmente concierne con operaciones lógicas y de conmutación.

- La arquitectura hardware de PLC consiste de una CPU para el control de cálculos; memoria operativa para datos temporales, memoria del programa, conversor A/D Y D/A como interfaces con los valores del proceso, un bus interno de datos para el intercambio de datos, y un paquete robusto para ambientes severos, incluyendo vibraciones.

Su utilización se da fundamentalmente en aquellas instalaciones en donde es necesario un proceso de maniobra, control, señalización, etc. por tanto, su aplicación abarca desde procesos de fabricación industrial, de cualquier tipo, a transformaciones industriales, control de instalaciones, etc.

#### ***6.1.8. Relé Inteligente Programable LOGO 8***

##### **Ilustración 6-5.**

*Relé inteligente programable logo 8.*



Fuente: (Sicma21, 2021)

Es un módulo lógico inteligente destinado a pequeños proyectos de automatización en entornos industriales (control de compresores, cintas transportadoras, control de puertas, etc.), en aplicaciones para espacios de oficina y/o locales comerciales y para uso doméstico (control de la iluminación, tareas de control relacionadas con las piscinas, control de acceso, etc.). Este mini PLC está implantado en todo el mundo y puede controlarse a distancia.

### 6.1.9. Estructura Física.

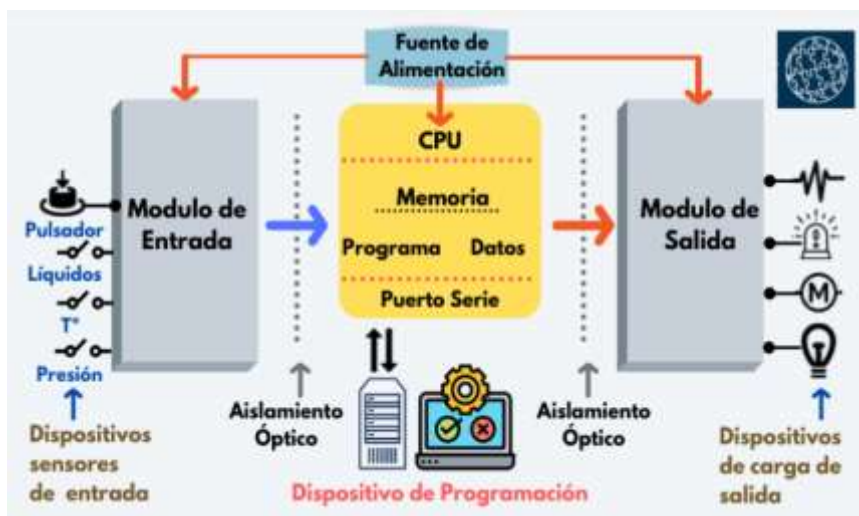
Los controladores lógicos programables supervisan de forma continua los valores de entrada en varios dispositivos de detección de entrada (por ejemplo, acelerómetro, balanza de peso, señales cableadas, etc.) y producen la salida correspondiente en función de la característica de la producción y la industria. (Sicma21, 2021)

En la ilustración 6.6. se puede identificar un diagrama de bloques típico de un PLC que consta de cinco partes principales:

- Rack o chasis
- Módulo de alimentación
- Unidad central de procesamiento (CPU)
- Módulo de entrada y salida
- Módulo de interfaz de comunicación

#### Ilustración 6-6.

*Estructura física de un PLC.*



Fuente: (Sicma21, 2021)



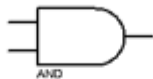


### 6.1.10. Funciones Lógicas del Relé Inteligente Programable.

El logo cuenta con una programación basada en el uso de compuertas lógicas y bloques de funciones, que permiten la elaboración de algoritmos de control simplificados y eficaces. Al unir varios bloques de funciones, de forma específica, se pueden implementar programas de control complejos. (Beltran et ál., 2014)

**Funciones Generales (GF).** Están basadas en el algebra de Boole, la cual está definida por operaciones lógicas como And, Or y Not. La electrónica digital emplea este sistema en conjunto con los números binarios, donde, un nivel bajo de señal significa “0” que a su vez significa “Falso” y un nivel alto de señal significa “1” o “verdadero”. En la tabla 6.1. se muestra la simbología de las operaciones básicas y sus tablas de verdad, donde A y B son los pines de entrada a la compuerta y S la salida de la misma.

**Tabla 6.1.**

*Representación funciones lógicas básicas*

Nombres	Símbolos	Tablas de verdad															
AND		<table border="1"> <thead> <tr> <th>A</th> <th>B</th> <th>S</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>	A	B	S	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	1
A	B	S															
0	0	0															
0	1	0															
1	0	0															
1	1	1															
OR		<table border="1"> <thead> <tr> <th>A</th> <th>B</th> <th>S</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>	A	B	S	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1
A	B	S															
0	0	0															
0	1	1															
1	0	1															
1	1	1															
NOT		<table border="1"> <thead> <tr> <th>A</th> <th>S</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>	A	S	0	1	1	0									
A	S																
0	1																
1	0																

Fuente: (Beltrán et ál., 2014)

### 6.1.11. Sensores

Un sensor, también llamado detector, transductor o sonda, convierte los parámetros que no son eléctricos en información que se puede evaluar eléctricamente mediante tensiones y/o intensidades.

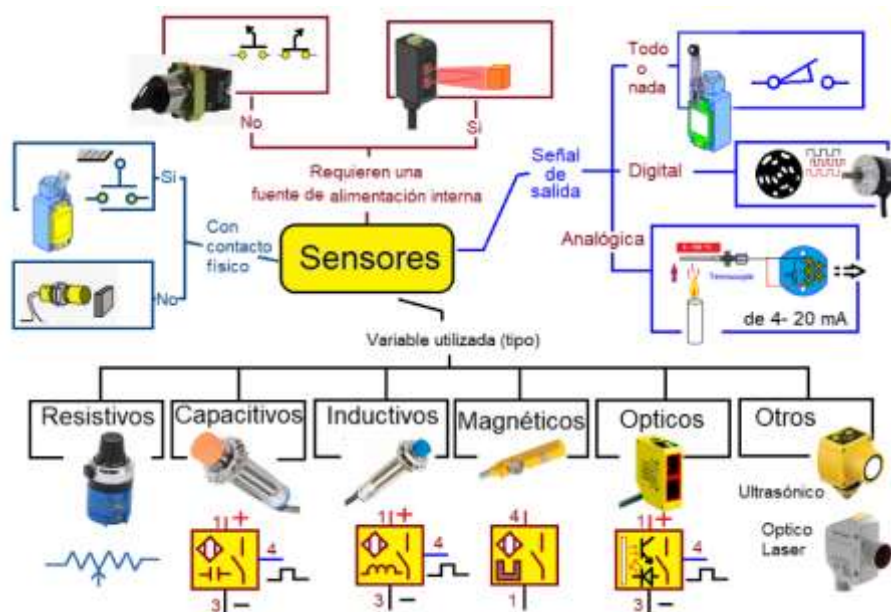
Desde el punto de vista de Corona, et al, definen que un sensor es:

Un dispositivo de entrada que provee una salida manipulable de la variable física medida. Sin embargo, un sensor siempre hará uso de un transductor; no obstante, la principal diferencia entre un transductor y un sensor radica en que el sensor no solo cambia el dominio de la variable física medida, sino que además la salida del sensor será un dato útil para un sistema de medición. (2014, p. 17)

Los sensores cumplen uno de los roles más importantes en estos tipos de sistemas de lazo cerrado, puesto que hacen posibles la retroalimentación en procesos como posiciones, temperatura, niveles, presiones, flujos, fuerza (peso), colores, formas, etc.

#### Ilustración 6-7.

##### *Sensores.*



Fuente: (Blogspot, 2020)

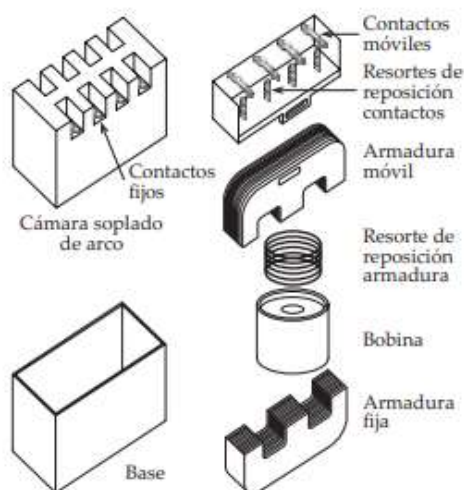
### 6.1.12. Contactor

Es un dispositivo mecánico de accionamiento mediante electroimán. Cuando la bobina del electroimán se encuentra bajo tensión, el contactor se cierra, estableciendo un camino a través de los pares metálicos entre una red de alimentación y un receptor.

La ilustración 6.8. muestra un esquema resumido de los principales componentes de un contactor.

#### Ilustración 6-8.

*Componentes de un contactor.*



Fuente: (Orozco et al.,2008, p.69)

### 6.1.13. Elementos de Mando

Según Orozco et al., la definición de elementos de mando es, “ingresar las órdenes hacia los dispositivos de control con el fin de actuar sobre los órganos receptores, los cuales en general son elementos de potencia que forman la parte operativa del sistema” (2008, p. 73). Aunque existen muchos solo se verán los necesarios para el desarrollo de las siguientes secciones.

**Breaker.** Aparato mecánico que protege los circuitos contra corto circuitos dentro de unos límites de corte asignados con la característica que la apertura de uno solo de los polos es suficiente para abrir todos los demás. Adicionalmente permite protección por sobre cargas.

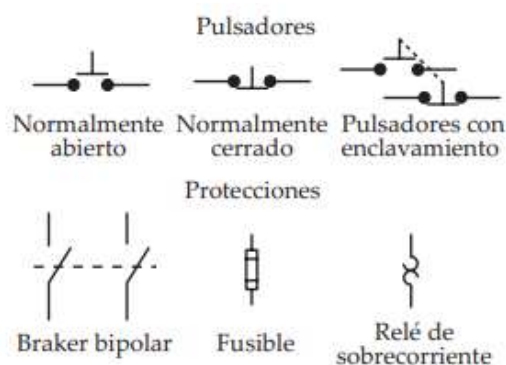
**Selectores.** Representan el elemento natural de ingreso de órdenes de tipo “Todo o Nada”. Son elementos que no retienen el cambio de posición.

**Indicadores.** Son elementos que van ubicados en el lado de control cumpliendo propósitos de información, seguridad o detección de estado actual de otros elementos de mando y/o control. Pueden ser luces indicadoras, alarmas visuales o sonoras y demás elementos informativos.

La ilustración 6.9. muestra la representación gráfica de algunos de los elementos de mando y protección más comúnmente empleados.

### Ilustración 6-9.

*Simbología Elementos de Mando y Protección.*



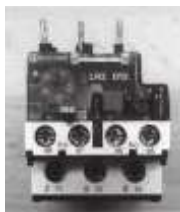
Fuente: (Orozco et al., 2008, p. 74)

#### 6.1.14. Elementos de Protección Industrial

**Relé Térmico.** Es un elemento de protección frente a sobrecargas, que se utiliza principalmente en la protección de motores eléctricos (Solbes Monzó, 2014, p. 58).

### Ilustración 6-10

*Rele termico.*



Fuente: (Solbes Monzó, 2014)

**Guardamotor.** Es un dispositivo magnetotérmico que previene la sobrecarga. se puede clasificar como un elemento de protección. Estos dispositivos protegen contra sobrecarga y cortocircuito a la línea de alimentación y al motor. Tienen que estar conectados al principio de la línea de alimentación del motor. (Bernal, 2021) En la ilustración 6-11 se observan las partes de un guardamotor que son:

- 1 Tres bornes de conexión de entradas de corrientes.
- 2 Entrada para agregar contacto auxiliar a la parte frontal.
- 3 Regulación térmica, ajustador de amperaje.
- 4 Botón de encendido y apagado.
- 5 Botón de ensayo.
- 6 Tres bornes de conexión de salida de corrientes.

### Ilustración 6-11

*Guardamotor.*



Fuente: (Gladys Bernal, 2021)

**Monitor de Voltaje.** Es un dispositivo diseñado para proteger motores trifásicos y otros equipos contra variaciones de voltajes indeseadas. En la ilustración 6-12 se observa un monitor de voltajes de la serie 460.

El equipo cuenta con un microcontrolador único que supervisa el voltaje y sus fases. Constantemente se vigila el voltaje en las 3 fases para detectar condiciones de falla tales como: alto, bajo y desbalanceo de voltaje, pérdida de cualquier fase y fase invertida.

Cuando una condición de falla es detectada, el relevador de salida del MotorSaver es desactivado, después de un tiempo de retardo programado. El relevador de salida se reactiva, después de que las condiciones de línea vuelven a valores aceptables, después de un retardo de tiempo programado. (EPS, 2016)

### **Ilustración 6-12**

#### *Monitor de voltajes*



**Fuente:** (littelfuse)

#### ***6.1.15. Variador de Frecuencias***

Es un regulador industrial que se encuentra situado eléctricamente entre la alimentación energética y el motor. Sirven para regular la velocidad de giro de los motores de corriente alterna (AC) ( S&P , 2020).

#### ***6.1.16. Funcionamiento de un Variador de Frecuencia***

Para poder modificar la frecuencia de salida que alimenta los motores, los variadores de frecuencia monofásicos y trifásicos realizan 3 fases principales en su interior de transformación de la señal eléctrica:

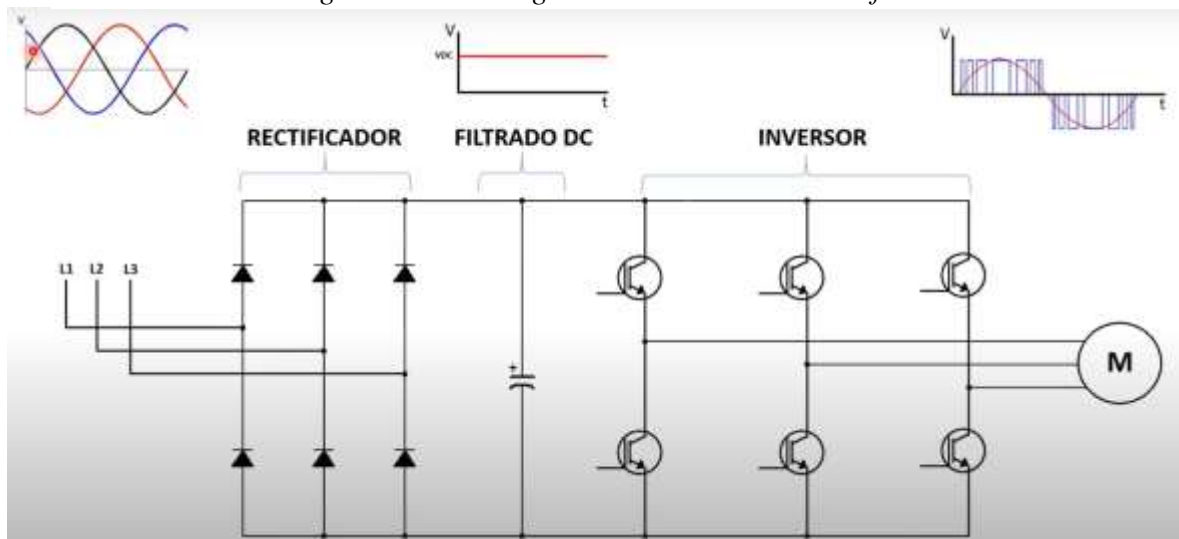
**Fase 1: Transformación de la Señal de Corriente Alterna (CA) en Corriente Continua (DC).** El equipo se alimenta con un voltaje de corriente alterna (CA) que puede ser monofásico (fase y neutro) o trifásico (tres fases) en función del tipo de alimentación disponible. En esta primera fase, el convertidor de velocidad convierte esta CA en corriente continua (DC) gracias a un grupo de diodos. Este proceso es conocido como rectificado de una señal.

**Fase 2: Filtrado de la Corriente Continua (DC).** Una vez transformada la corriente alterna en corriente continua, un banco o conjunto de condensadores internos filtran (suavizan) la señal continua, reduciendo así las variaciones en la señal rectificada. De esta forma se obtiene una onda mucho más limpia para su posterior tratamiento.

**Fase 3: Inversión de la Tensión Continua a Corriente Alterna.** Transforma la tensión continua filtrada en una señal trifásica cuadrada a través de un grupo de transistores (IGBT). Esta tensión cuadrada simula una señal trifásica usual que permite excitar las bobinas de los motores de inducción. Esta generación electrónica de la señal trifásica hace posible controlar motores trifásicos con una señal monofásica de entrada (variadores monofásicos).

### Ilustración 6-13

*Diagrama eléctrico general de un variador de frecuencias*



Fuente: (Ing. Alfonso Mendoza Paredes)

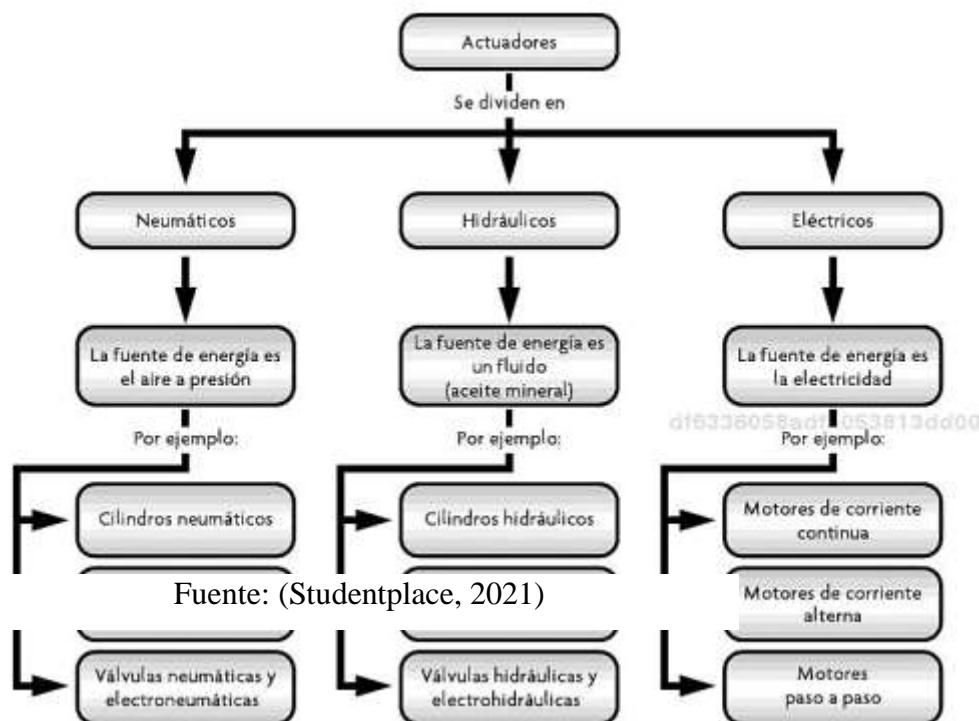
### 6.1.17. Actuadores

Los actuadores brindan la posibilidad de transformar diferentes tipos de energía para generar un funcionamiento dentro de un sistema automatizado determinado. Desde el punto de vista de Cortes et al “Son dispositivo mecánico cuya función es proporcionar energía para mover en forma lineal o rotacional a un sistema mecánico” (2013, p. 29). En la ilustración 6.10. se muestran las clasificaciones de los actuadores que son:

- **Por el tipo de energía utilizada:** actuador neumático, hidráulico y eléctrico.
- **Por el tipo de movimiento que genera:** actuador lineal y rotatorio.

#### Ilustración 6-14.

*Clasificación de los actuadores.*





**Actuadores Neumáticos.** Transforman la energía acumulada del aire comprimido en trabajo mecánico de movimiento rotatorio o movimiento rectilíneo. Por lo común estos se clasifican en cilindros y motores.

**Actuadores Hidráulicos.** Son dispositivos que transforman la energía almacenada de un fluido a presión en trabajo mecánico de movimiento circular o rectilíneo. Con la única excepción de que en el caso de los actuadores hidráulicos, el fluido a presión que se utiliza no es el aire, sino algún tipo de aceite mineral.

**Actuadores Eléctricos.** Transforman la energía eléctrica en energía mecánica, ya sean rotacional o lineal. Para realizar un trabajo (se altera el estado de movimiento de un cuerpo) por medio de acción de campos magnéticos variables. Sin embargo, dentro de esta familia de actuadores se pueden encontrar:

**Relé.** Se trata de un dispositivo electromagnético que consiste en un interruptor automático controlado por un circuito eléctrico, en el que, por medio de una bobina y un electroimán, se actúa sobre uno o varios contactos.

**Electroválvulas.** Las electroválvulas son dispositivos que responden a pulsos eléctricos. Gracias a la corriente que circula a través del solenoide es posible abrir o cerrar la válvula controlando, de esta forma, el flujo de fluidos. Generalmente no tiene más que dos posiciones: abierto y cerrado, o todo o nada. En la ilustración 6.11. se muestra una representación de ellas.

### **Ilustración 6-15**

*Electroválvulas.*



Fuente: (Prooil, 2018)

### ***6.1.18. Sistemas de Transporte***

Por lo general en la industria se usan sistemas de transporte basados en bandas o cintas transportadoras. “Las cintas transportadoras son maquinas complejas cuyo objetivo es el movimiento entre dos puntos de una carga determinada. Este transporte se puede realizar básicamente de dos formas, bien utilizando la gravedad o bien mediante el uso de medios motorizados” (Comesañas, 2011, p. 3).

Todas las bandas transportadoras son diseñadas según ciertos requerimientos, los cuales pueden ser:

- Capacidad de carga: es la máxima carga por unidad de superficie capaz de gestionar la cuenta transportadora. Dicho valor debe ser respetado para evitar problemas en dispositivos de tracción o deformación de la superficie.
- Velocidad de transporte: Normalmente su dimensionamiento se realiza en función del proceso, en caso de transporte es a grandes velocidades, pero en líneas de producción con manipulación es a bajas velocidades.
- Medidas máximas y mínimas: es posible estandarizar las medidas de diseño, pero se debe tener en cuenta aspecto normas e interacción con maquinaria presente en la instalación. (Comesañas, 2011, p. 41)

### ***6.1.19. Ventajas del uso de cintas transportadoras.***

El uso del sistema de transporte basado en cintas transportadora constituye un método continuo y económico de desplazamiento de grandes volúmenes de material, de tal manera su disposición conlleva grandes ventajas en los procesos de producción y manufactura.

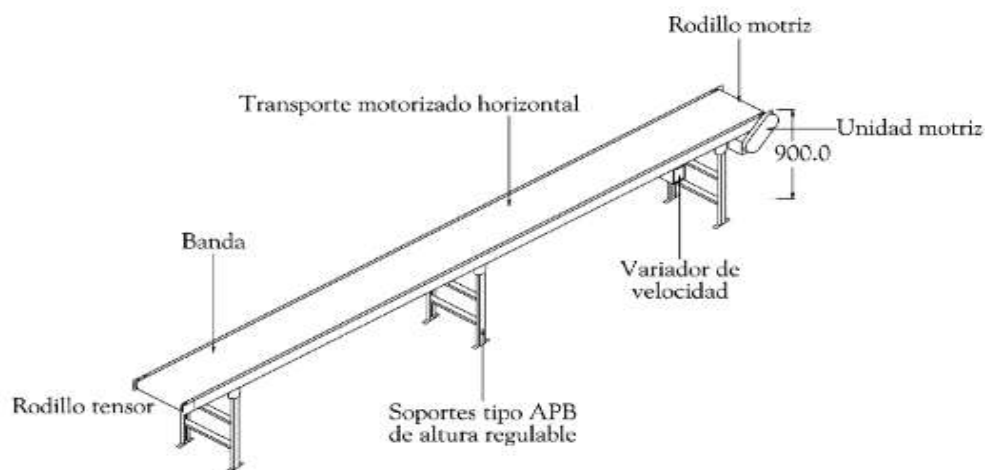
- Menor coste de mantenimiento y operación, mano de obra menos especializada.
- Mayor eficiencia energética.
- Capacidad de transporte independiente de la distancia.
- Por la constitución de la cinta su costo de construcción y mantenimiento disminuye.
- Mayor vida operativa.
- Menos sensible a inclemencia climáticas.
- Menos emisión de ruido y polvo.

### 6.1.20. Partes de una Cinta Transportadora.

La unión de ciertos elementos teniendo presente sus características constituyen una cinta transportadora, según Comesañas: “este equipo está diseñado para el transporte de cajas, cestas, paquetes, bultos, partes y piezas plásticas que se requieran ser movilizadas de un lugar a otro” (2011, p. 45). En la ilustración 6.12. muestra las partes más importantes.

#### Ilustración 6-16.

##### *Partes de una cinta transportadora.*



Fuente: (comesañas, 2011, p. 45)

**Banda.** Elemento formado por 3 o 4 pliegues de tejido generalmente polímeros, entre 2 capas de goma para protección.

**Estructura.** Sostiene todos los componentes de la banda y el material, de constitución rígida y resistente a vibraciones, peso y condiciones ambientales. Su constitución puede ser de perfiles, chapa plegada, tubos y demás materiales resistentes.

**Rodillos.** Se montan a intervalos regulares generalmente su función, están constituidos es de transmisión de movimiento a la banda, están constituidos de acero de fundición o materia plástica, su diámetro es determinado a la aplicación.

**Unidad Motriz.** Por medio de rotación arrastra a la banda, generalmente son motores reductores para trasmisión de fuerza, evitando trabas en el mecanismo debido a sobrepeso, es necesario usar motores dependiendo al peso máximo de carga aplicada.

## **7. Diseño Metodológico**

### **7.1. Tipo de Estudio**

El estudio implementado es Descriptivo, debido a que consiste en situaciones, contextos y sucesos; esto tiene el fin de detallar cómo son y cómo se manifiestan. Se pretende recoger información de manera independiente o conjunta sobre los conceptos o las variables (Hernández et ál, 2014, p. 92). En este estudio se realiza un diagnóstico para determinar la necesidad de crear una herramienta que refuerce la práctica con los elementos de automatización y se realizó un modelado en 3D de la estructura, para su posterior creación.

Según los métodos aplicados se está usando la observación como método de recolección de datos apoyándose de encuestas. De acuerdo con la viabilidad de la investigación se está usando un diseño transeccional o transversal, porque este recolecta datos en un solo momento, Su propósito es describir variables y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado (Hernández et ál, 2014, p. 154).

El enfoque de investigación es cuantitativo, porque se implementan métodos, técnicas e instrumentos para la recolección de datos e información. De tal manera que, por instrumentos como observación y cuestionarios, se recolectó información sobre el estado actual de los laboratorios de Ingeniería Electrónica permitiendo valorar el alcance y desempeño que llegan a tener los elementos en los laboratorios y los estudiantes.

### **7.2. Área de Estudio**

Esta investigación o tema de estudio es llevado a cabo en los laboratorios de Control Automático de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua (UNAN-Managua), ubicados en las zonas de los pabellones de numeraciones impares.

### **7.3. Población y Muestra**

El universo de esta investigación está conformado por estudiantes del 4to año de la carrera de Ingeniería Electrónica de la Facultad de Ciencias e Ingenierías de la UNAN-Managua, que tiene alrededor de 13 estudiantes del turno matutino. Se encuentran mayormente conformados en un rango de edad de 20 a 22 años, los cuales son un 40% estudiantes féminas y un 60% de estudiantes masculinos.

La muestra está conformada por 12 estudiantes de 4to año que cursan la asignatura de Control Automático II. El método de muestreo utilizado fue no probabilístico ya que se seleccionó a los participantes por conveniencia.

#### **7.4.Métodos, Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos.**

Como técnica de recolección de datos se creó una encuesta la cual se redactó con 8 preguntas cerradas dirigida a los 12 estudiantes que actualmente cursan la asignatura de Control Automático II, recopilando los datos de forma objetiva.

La aplicación de esta encuesta tiene el objetivo de recopilar datos específicos de la situación que se lleva a cabo en los laboratorios utilizados para impartir dicha asignatura, entrando en contexto con lo que se tiene, así dando un indicador de cómo se podían reforzar las prácticas.

También se utilizó la observación para determinar que los montajes prácticos con los instrumentos de automatización pueden reforzarse agregando más herramientas que permita a los estudiantes manipular una mayor cantidad de elementos automatizables, considerando esto, también se pensó que los estudiantes pueden vincular esto a un proceso específico, para asociar las enseñanzas impartidas por los docentes.

Además, se usó la observación directa para recolectar información, sobre el estado en que se encuentran los equipos que suelen usarse para los montajes prácticos las guías de control automático.

#### **7.5.Procedimientos para la Recolección de Datos e Información.**

Una vez diseñada la encuesta fue validada por dos docentes de la carrera de Ingeniería Electrónica, los cuales dieron sugerencias sobre que preguntas plasmar. Asimismo, se contó con el apoyo de los estudiantes al realizar la encuesta de manera voluntaria y también con el apoyo los docentes que aportaron dando ideas, al igual que los docentes encargados del laboratorio al brindar disponibilidad dejando ver y usar los equipos.

### 7.6. Matriz de Operacionalización de Variables.

1. Objetivos Específicos	Variable Conceptual	Subvariables o Dimensiones	Variable Operativa o Indicador	Técnicas de Recolección de Datos e Información
<p><b>Objetivo específico 1</b> Diagnosticar el estado actual de los equipos presente en el laboratorio de Control Automático para identificar las necesidades existentes.</p>	<p>1. Diagnóstico de equipos presentes en el laboratorio.</p>	<p>1.1 Cantidad de equipos presente en el laboratorio. 1.2. Equipos utilizados en montajes prácticos de guías.</p>	<p>1.1.1 Identificación de demanda de equipos.</p>	<p>Observación. Encuestas.</p>
<p><b>Objetivo específico 2</b> Diseñar un módulo didáctico automatizado que permita simular proceso de llenado y clasificado de botellas con los softwares Revit, Logo Soft Comfort V8.3 de la marca SIEMENS y CADE-SIMU V4.</p>	<p>2. Diseño de un módulo didáctico.</p>	<p>2.1 Verificación de componentes que se utilizarán para el montaje. 2.2. Comparación del proceso simulado con el proceso real dado en la industria.</p>	<p>2.2.1 Diseño de esquemas eléctricos de control, mando y fuerza. 2.2.2 Comprobación de funcionalidad de la programación implementada, utilizando software de simulación.</p>	<p>Revisión de documentos. Observación directa.</p>
<p><b>Objetivo específico 3</b> Elaborar el módulo didáctico para realizar prácticas, gobernadas por el PLC LOGO V8.</p>	<p>3. verificar el correcto funcionamiento.</p>	<p>3.1. Pruebas de funcionamiento del módulo didáctico diseñado. 3.2. Realizar guías de uso prácticas.</p>	<p>3.2.1. Reforzamiento en aprendizaje práctico a estudiantes relacionado a los controladores lógicos programables y su uso en la industria.</p>	<p>Observación directa.</p>

### **7.7. Plan de Análisis y Procesamiento de Datos e Información.**

Para el procesamiento de los datos obtenidos a través de la encuesta, se utilizó el software Microsoft Excel para la obtención de gráficas, que facilitaron analizar e interpretar los datos obtenidos. Gracias a las gráficas se pueden analizar la incidencia de respuestas dada por los estudiantes, comprobando la opinión que tienen la mayoría sobre el actual desempeño de los equipos que se encuentran en el laboratorio de Control Automático.

Para analizar los distintos métodos también se utilizaron tablas, que permitieron comparar los datos recolectados con otros datos obtenidos mediante la revisión de documentos, esto se realizó con el fin de llegar a encontrar una manera de reforzar el aprendizaje práctico de los estudiantes.

La realización del diseño de la cinta transportadora se llevó a cabo en el software “Revit”, el cual es utilizado para modelados de información y construcción, con este programa se creó el boceto para obtener las dimensiones de la estructura de la cinta transportadora. Por otro lado, el esquema eléctrico de fuerza y mando se diseñó en el software “Cade\_Simu” que tiene como objetivo la edición y simulación de esquemas de automatismos eléctricos. Principalmente enfocado en esquemas eléctricos, PLC y neumática. Por otro lado, la programación del logo se diseñó y verifico, en el software “LOGO! Soft Comfort V8”.

## 8. Desarrollo

### 8.1. Diagnóstico de los Equipos Presentes en el Laboratorio de Control Automático Para Identificar Necesidades Existentes.

La carrera de Ingeniería Electrónica de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua cuenta en su plan de estudio con la asignatura de control automático II en su octavo semestre, siendo uno de los tres perfiles profesionalizantes, es decir, indispensable en la formación del ingeniero electrónico. Esta asignatura tiene una contribución alta en los resultados de aprendizajes de la carrera, ofreciendo a los estudiantes la capacidad de visualizar y programar sistemas secuenciales de control, así mismo manipular procesos por medio de software de simulación y controladores lógicos programables.

La asignatura en el pénsum cuenta con diferentes unidades y contenidos para desarrollarse en el transcurso del semestre en un periodo de tiempo de 180 horas académicas, distribuidas en 30 horas teóricas, 30 horas a la parte prácticas y 120 horas de estudio independiente. La siguiente tabla muestra el plan temático de la materia.

**Tabla 8.1**

*Plan tematico*

N�	Nombre de la unidad	Total de horas presenciales		Horas de estudio independiente	Total de horas
		Teóricas	Practicas		
1	Sensores y actuadores para la automatización	6	2	22	30
2	Controladores lógicos programables (PLC)	8	6	33	47
3	Automatización con PLC	6	10	37	53
4	Introducción a la automatización industrial	10	12	28	50

Fuente:



Para la transmisión y cumplimiento del plan temático, la Universidad ha tomado la iniciativa de adquirir herramientas y dispositivos para mecanizar paneles de automatización, con el objetivo de reforzar la enseñanza en proyectos automatizados en la asignatura de control automático. Estos, posiblemente serán utilizados en el futuro por los estudiantes de la carrera el siguiente año. A continuación, en la tabla se resumen algunos recursos con los que cuenta actualmente la carrera de ingeniería electrónica.

**Tabla 8.2**

*Equipos presentes en los laboratorios*

<b>Equipos disponibles en laboratorios de control automático II</b>			
<b>Numero</b>	<b>Descripción</b>	<b>Cumple</b>	<b>No cumple</b>
1	Computadoras	✓	
2	Softwares de simulación	✓	
3	Controladores lógicos programables	✓	
4	Módulos de expansión para PLC	✓	
5	Pulsadores, Contactores, Señalizaciones lumínicas	✓	
6	Disyuntores	✓	
7	Sensores Capacitivos e Inductivos, Temporizadores		✓
8	Cables de alimentación trifásicos		✓
11	Motores, Bombas hidráulicas	✓	
12	Guardamotores	✓	
14	Variadores de frecuencia	✓	
16	Módulos prácticos de simulaciones de procesos industriales		✓

Fuente: (Propia)

Para diagnosticar si el laboratorio cuenta con suficientes equipos de montajes prácticos, se realizó una encuesta a los estudiantes que están cursando la asignatura de Control Automático II actualmente, con preguntas cerradas.

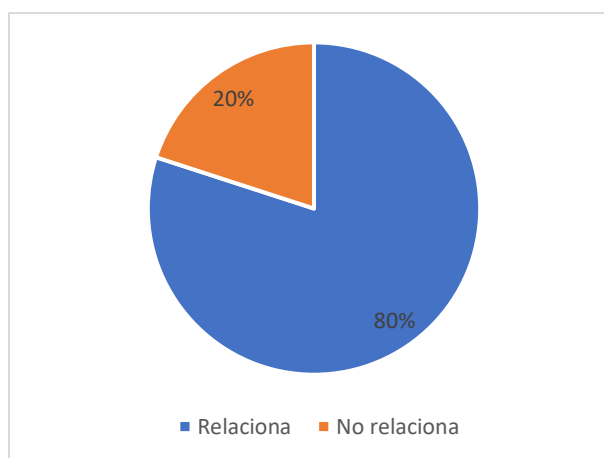
Analizando los resultados, se interpreta que una de las limitantes más críticas para el desarrollo de la asignatura que incluyen circuitos eléctricos, automatismo, y simulaciones en los laboratorios de electrónica de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua son los dispositivos electrónicos, ya que no cuentan con suficientes para realizar los distintos montajes practico, así mismo con equipos funcionales que simulen procesos industriales.

Sin embargo, a causa de eso la parte experimental de la asignatura se ha realizado mediante simulaciones en distintos softwares que poseen una gran gama de componentes, sin conocerlos físicamente algunos de ellos como: contactores, guardamotors, variadores de frecuencia y demás elementos involucrados en los controles de procesos, por lo tanto, esto provoca vacíos e inexperiencia en las habilidades de los estudiantes quienes estarán pocos familiarizados con lo que se pueden llegar a encontrar en el campo laboral.

Por otro lado, para verificar si los estudiantes relacionaban la teoría impartida con la práctica, se les aplicó una pregunta de enumeración variable del uno al diez ¿Qué tanto logran relacionar la teoría impartida con la práctica? en la cual todos los universitarios encuestados coincidieron en una misma puntuación. Mostrada en grafico siguiente

**Gráfico 8.1**

*Relacion de la teoria con la practica*



Fuente: (Propia)

Al haber diagnosticado los equipos presentes en el laboratorio, plasmados anteriormente, se convierte en una necesidad contar con implementos adecuados, para las practicas experimentales de la asignatura cumpliendo así satisfactoriamente con el primer objetivo del presente trabajo que es: “***Diagnosticar el estado actual de los equipos presente en el laboratorio de Control Automático para identificar las necesidades existentes.***”

## **8.2. Diseño de un Módulo Didáctico que Permita Simular Proceso de Llenado y Clasificado de Botellas Automatizado con los Softwares Revit, Logo Soft Comfort V8.3 de la Marca SIEMENS y CADE-SIMU V4.**

Para la realización del diseño se tomó en cuenta los dispositivos que se encuentran disponibles actualmente en el laboratorio de control automático II, basado en eso, se logra observar que los alumnos realizan numerosas prácticas a nivel de simulación en diferentes softwares profesionales, entre ellos: Cade-Simu, Logixpro y Logo Soft comfort, ya que no cuentan con suficientes equipos físicos que permitan poner en práctica la teoría.

Sin embargo, habiendo identificado que para cubrir algunas de las necesidades de la asignatura es necesario contar con un módulo didáctico que integre los diferentes dispositivos de control, mando y fuerza y un gabinete que albergue estos elementos, así mismo que se encuentre al alcance de los usuarios que deben interactuar en la manipulación de los diferentes procesos industriales de producción.

Por otro lado, tomando en consideración que el proyecto tiene fines didácticos se encontrará ubicado en los laboratorios de electrónica de la Facultad de Ciencias e Ingeniería de la Universidad, que poseen temperaturas moderadas para su óptimo funcionamiento de igual forma el diseño estará apegado a proveer la facilidad y disponibilidad para este fin.

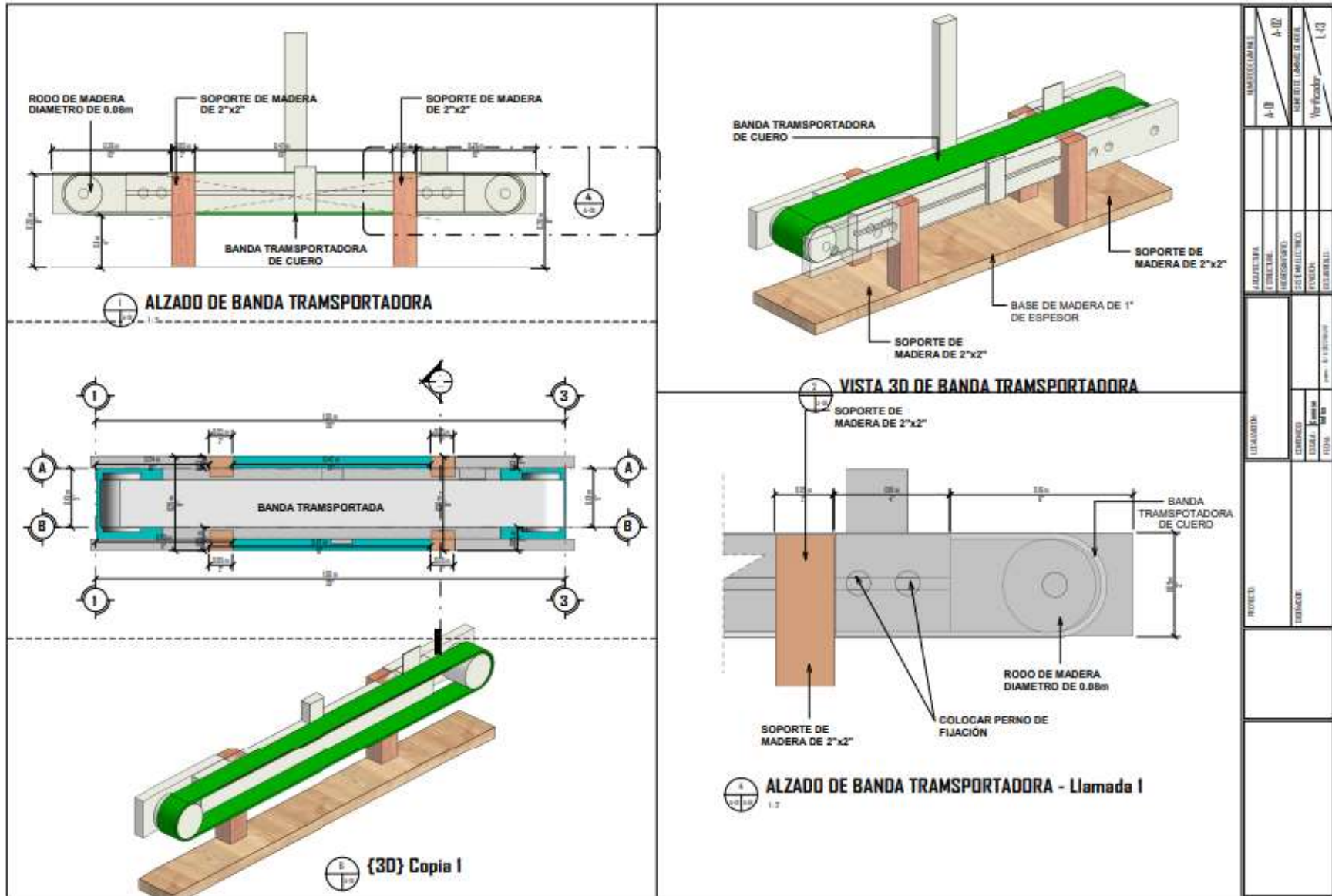
Así mismo se explicará cada uno de los procesos y conexiones que se deben realizar para lograr obtener un sistema automatizado de llenado y clasificado de botellas, compuestos por controladores lógicos programables (PLC), sensores, monitores de voltajes, disyuntores, guardamotores, contactores, relé térmico, variadores de frecuencia, motores.

### ***8.2.1. Diseño estructural de módulo didáctico.***

Se realizó un modelado del estructurado de la banda transportadora, para realizar una maqueta precisa con sus respectivas medidas, planificando donde se colocaría los equipos electrónicos. En esta maqueta se utilizó como materia prima madera de teca, debido a que esta madera es reconocida por ser muy resistente. Además, también se modeló con la banda transportadora mostrando el largo total que se está utilizando. A continuación, se mostrará los planos de la estructura en la ilustración 8-1.

**Ilustración 8-1**

*Planos de banda transportadora realizados en el software Revit 2021.*



AUTORIA		A-02	
REVISOR		Verificador	
PROYECTO		LABORATORIO DE MATERIALES	
FECHA		1-13	
DESCRIPCION		VERIFICACION	
AUTORIA		A-02	
REVISOR		Verificador	
PROYECTO		LABORATORIO DE MATERIALES	
FECHA		1-13	

Fuente: (Propia)

### 8.2.2. Diagrama en Bloque del Sistema Automatizado

Para la realización del diseño se elaboró un diagrama de bloque de tipo lazo cerrado, debido a que se debe estar retroalimentando a través de los sensores, ya sea para girar la banda mediante el motor o activar la electroválvula de llenado.

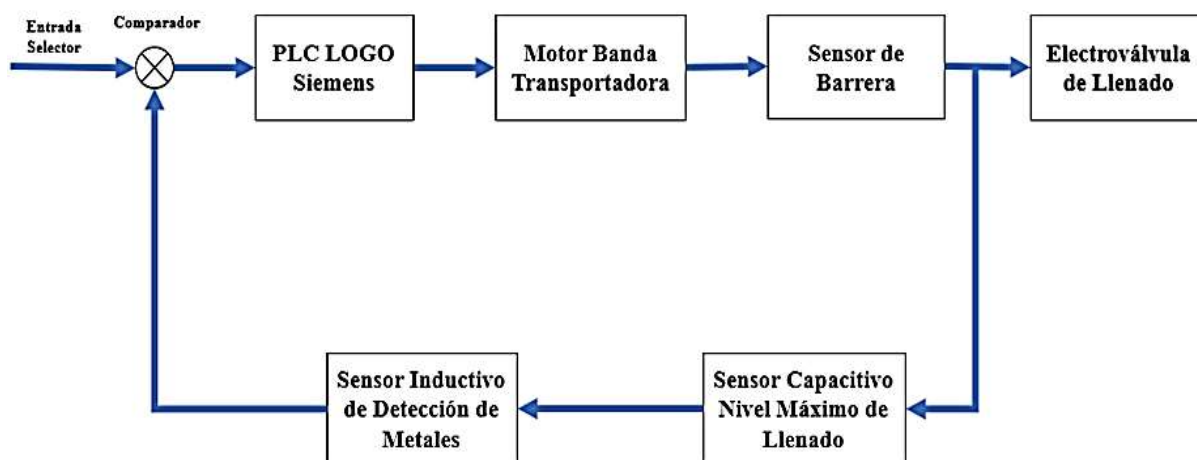
El diseño cuenta con una cinta transportadora encargada de trasladar las botellas, luego está el sensor de barrera, es decir el que va a detectar si en la posición de llenado hay un envase para mandar a detener el motor que mueve la banda y activar la electroválvula.

Así mismo el sistema cuenta con sensores capacitivos encargados de censar el nivel máximo de líquido y sensores inductivos encargado de parar la producción y activar alarmas de emergencias cuando los envases contienen metal en su interior.

En la ilustración 13 se logra observar el diagrama en bloque del módulo didáctico para la automatización de proceso industrial de llenado y clasificado de botellas.

#### Ilustración 8-2

*Diagrama en bloque de sistema automatizado*



Fuente: (Propia)

### 8.2.3. Diagrama de Flujo

El algoritmo de programación refleja el funcionamiento completo de la circuitería y programación que se ejecuta, no importa el lenguaje que sea, ya que representa la lógica a seguir para decidir si se ejecuta o no una acción.

El algoritmo de programación que se presenta a continuación funciona de la siguiente manera, el proceso comienza con selectores de maneta corta de tres posiciones.

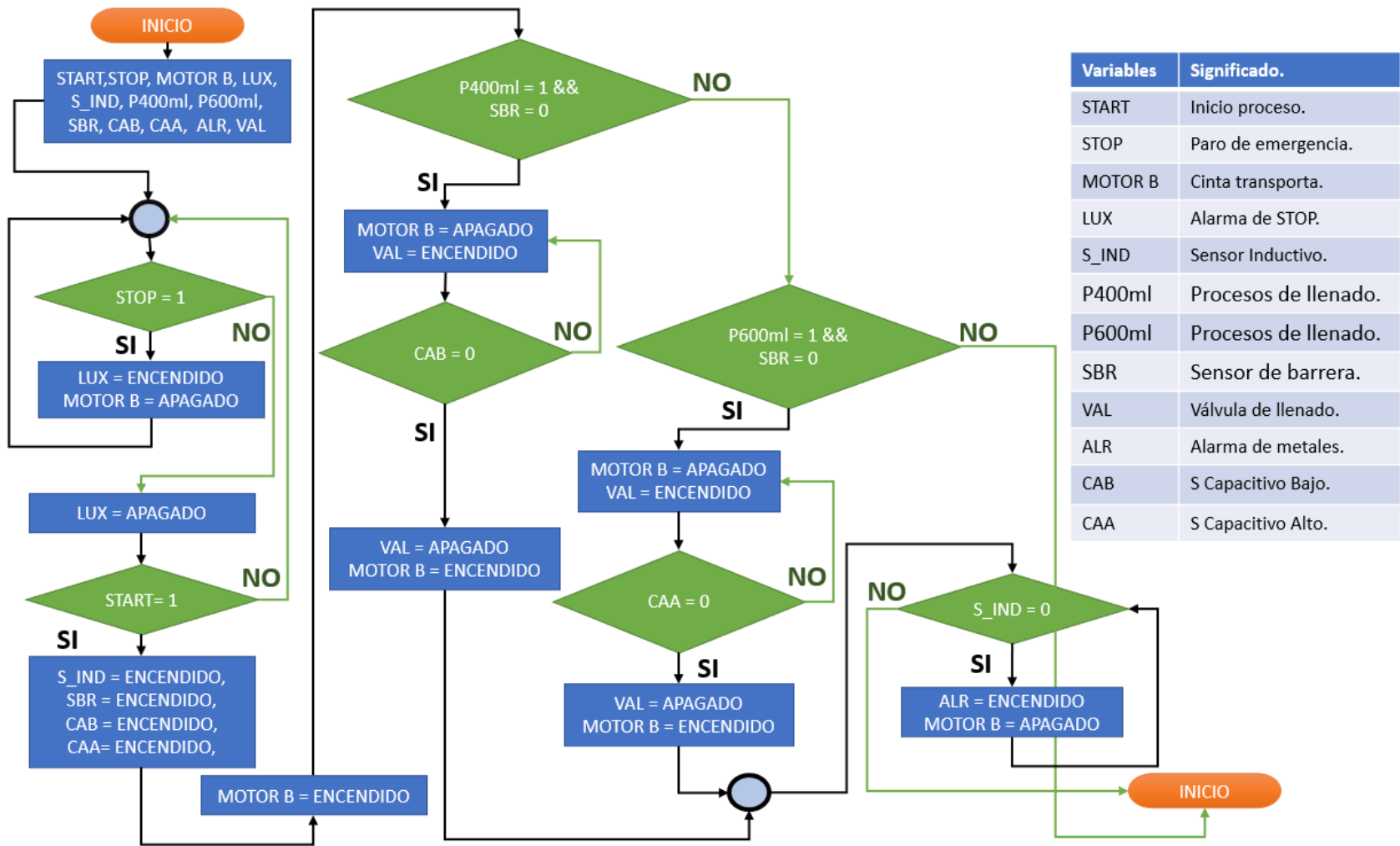
Si se quiere iniciar el proceso se gira el selector de start o run, para esto deciden sus variables y se plasman las decisiones para que se ejecute o no la acción, si el selector cierra sus contactos o es igual a 1 se enciende el motor que mueve la banda y los envase son transportados hasta el sensor de barrera (SBR), si la condición no se cumple retorna a leer de nuevo las variables, tomando en cuenta que si se cumplió la condición todos los sensores y el motor se encuentran encendido, se selecciona el proceso de medio litro (P1/2L) y el sensor de barrera es obstruido por un envase, se apaga el motor y se enciende la electroválvula de llenado para que deje pasar líquido, una vez que se evalúa ese proceso entra una decisión de un sensor capacitivo de nivel bajo (CAB), que si detecta el nivel del líquido o es igual a 0 se apaga la electroválvula y se enciende el motor; si no se cumple la condición el motor sigue apagado y la electroválvula sigue permitiendo el pase del líquido.

Sin embargo, si no se cumple el proceso de medio litro, se selecciona el proceso de 1 litro y el sensor de barrera detecta botella en la posición de llenado activa la electroválvula y apaga el motor, cuando el llenado llega a su nivel máximo el sensor capacitivo de nivel alto (CAA) se interrumpe, manda a desactivar la electroválvula (VAL) y enciende el motor para que el proceso continúe.

De igual forma se encuentra sensor inductivo que evalúa si las botellas llevan metal, si la condición se cumple la producción se detiene y manda a activar la alarma indicadora de metal, si no proceso continuo para llegar a lo deseado que es el llenado y clasificado de botellas.

**Ilustración 8-3**

*Algoritmo de programación.*



Variables	Significado.
START	Inicio proceso.
STOP	Paro de emergencia.
MOTOR B	Cinta transporta.
LUX	Alarma de STOP.
S_IND	Sensor Inductivo.
P400ml	Procesos de llenado.
P600ml	Procesos de llenado.
SBR	Sensor de barrera.
VAL	Válvula de llenado.
ALR	Alarma de metales.
CAB	S Capacitivo Bajo.
CAA	S Capacitivo Alto.

Fuente: (Propia)



#### **8.2.4. Etapas del Proceso Industrial Automatizado de Llenado y Clasificado de Botellas**

El proyecto automatizado consiste en cuatro etapas que se describen a continuación. La primera es la etapa del movimiento de la cinta transportadora, en la segunda se encuentra el llenado del envase por nivel y la tercera es la detección de metales en los recipientes.

A continuación, se aborda cada una de las etapas, ayudando a comprender mejor el funcionamiento de manera más detallada sobre el proceso del módulo.

**Etapa 1. Movimiento de la Cinta Transportadora.** Consiste en muchos parámetro y dispositivos como son relé programable, alimentación, automatos o disyuntores, guardamotors, monitores de voltajes, contactores, relé térmico, variador de frecuencia, motores y sensor infrarrojo, selectores de maneta de tres posiciones.

Para el funcionamiento se empieza programando el logo indicando como entrada el sensor infrarrojo y los sensores de maneta de tres posiciones y como salida el motor.

Seguido se ingresan las condiciones para cuando tiene que encender. De igual forma, se activan los dispositivos de protección, disyuntores y guardamotors, luego se energiza la bobina del contactor que permite la alimentación al variador de frecuencia, posteriormente se gira el selector de run del motor para que el variador envíe la señal al logo y active la salida de Q1 del PLC.

Se ponen las condiciones de cuando debe detenerse, para esto se ve involucrado el sensor de barrera o infrarrojo que se coloca frente a la dosificación de líquido que llenara los envases, cuando se interrumpe el haz de luz manda una señal análoga a la entrada del PLC que detiene el motor y activa la electroválvula.

**Motor de la Banda Transportadora.** El motor de inducción trifásica de jaula de ardilla funcionará con un variador de frecuencia diseñado para controlar las velocidades y enviar señales de 24Vdc a una de las salidas de tipo relé del PLC, que conectado a un borne STF del variador se activará la marcha hacia la derecha para mover la cinta transportadora y así llegar a la etapa de llenado.

### Ilustración 8-4

*Motor eléctrico Leeson*



**Fuente:** (RegalRexnord)

**Cálculos para Determinar la Variación de Velocidad del Motor.** Para determinar la velocidad que necesita el motor al desplazar la banda que transporta los envases de manera teórica primeramente es conocer la fórmula que se muestra a continuación.

$$ns = \frac{120xf(Hz)}{p}$$

Donde:

120 = grados entre una fase y otra.

f = frecuencia de la red eléctrica (F).

ns = rotación síncrona (RPM).

p = número de polos del motor.

Lo que significa que se puede regular la velocidad de un motor asíncrono de inducción variando:

- El número de polos de la maquina
- La frecuencia de la red eléctrica de alimentación
- El deslizamiento

Tomando en cuenta la formula anterior se puede apreciar que variando la frecuencia de alimentación del motor es posible conseguir un control de velocidad muy efectivo. A partir de estas fórmulas se obtiene la velocidad requerida del motor que es de 30 revoluciones por minutos (rpm) para moverá la banda del diseño del módulo didáctico una velocidad constante.

$$ns \frac{120 \times 1hz}{4} = 30 rpm$$

**Módulo de Sensor Emisor Receptor.** En la parte de detección de objetos se utilizó un módulo de sensor IR que se basa en un led infrarrojo y un fototransistor colocado uno al lado del otro.

El led infrarrojo emite un haz de luz de mayor longitud de onda (o menor frecuencia) que la que podemos ver los humanos. Si esta luz choca contra una superficie se reflejará y llegará al fototransistor quien envía la señal al logo cuando un objeto obstaculice el haz de luz, mientras no haya nada en medio de estos dos elementos la banda transportadora seguirá moviéndose. En la ilustración 19 se muestra el módulo del sensor infrarrojo utilizado como sensor de barrera para detener el motor que mueve la banda.

#### **Ilustración 8-5**

*Módulo sensor infrarrojo IR.*



Fuente: (Propia)

**Etapa 2. Llenado de Recipiente por Nivel.** La segunda etapa pertenece al nivel de los llenados que cuenta con una electroválvula que permite el purgado del líquido conectado con una tubería de PVC de media pulgada.

#### **Ilustración 8-6**

*Válvula solenoide de 120V AC*



Fuente: (Propia)

Esta electroválvula es de tipo normalmente cerrada, por lo tanto, cuando se energiza el solenoide permite el flujo de líquido, la bobina del solenoide se alimenta con 120 Vca y podrá ser accionada por los contactos de PLC para controlarse de forma automática. En la ilustración 20 muestra la electroválvula ya instalada en el módulo didáctico.

### **Ilustración 8-7**

#### *Electrovalvula ya instalada para el llenado*



Fuente: (Propia)

Teniendo en cuenta que la electroválvula funciona con el sensor de barrera para indicación cuando el envase está en la posición de llenado, y un sensor capacitivo para detectar cuando el envase está en su nivel establecido, también es necesario agregar la programación del logo para indicar los pasos a seguir.

La manera que funciona esta segunda etapa es programando el PLC, indicando los sensores como entradas y la electroválvula como salida, la lógica de esto se basa en una lectura del sensor capacitivo sugiriendo el nivel máximo del líquido que tiene el recipiente, si contiene menor líquido que el establecido la electroválvula sigue dosificando. Pero si el sensor detecta la cantidad necesaria manda una señal a la entrada del logo indicando que desenergice la bobina del solenoide y encienda el run del motor.

### Ilustración 8-8

*Sensor capacitivo instalado*



**Fuente:** (Propia).

### **Etapa 3. Clasificación de los Envases para Detectar si no Contienen Metal en su Interior**

Para la etapa de clasificación se implementa un sensor inductivo encargado de detectar metales una vez llena las botellas.

El proceso de clasificación maneja un funcionamiento fácil de entender. Este está colocado luego de fase de llenado y ocupa un puerto de entrada en el PLC para interactuar con cada envase que pasa con el propósito de verificar si contiene o no metal. Suponiendo que el envase contiene metal manda una señal a la entrada logo para detener la producción.

Otro punto importante en esta etapa es la interacción de la entrada con la salida del logo indicando que si en el recipiente se encuentra un material metálico activa la salida Q4 para activar una alarma de aviso de que el proceso no puede continuar.

### Ilustración 8-9

*Sensor inductivo instalado.*

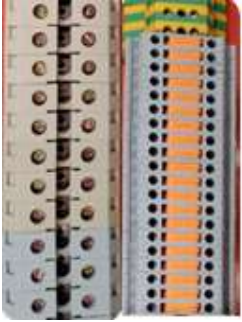


**Fuente:** (Propia).

Tabla 8.3  
Equipos utilizados

Elementos	Descripción.	Características Técnicas.
	<p><b>Guardamotor Siemens:</b> es un dispositivo electromecánico exclusivo para el comando de motores que se compone de un relé térmico y un contactor, garantizan la protección en caso de corto circuito o sobrecargas.</p>	<p>Modelo 3RV1011-1JA10.</p> <p>Detección de pérdida de fase</p> <p>Valores nominales: 480 - 600V AC valor asignado 10 A</p> <p>Protección contra cortocircuitos del circuito principal de 240 – 690V AC.</p> <p>Disparador por sobrecarga con retardo según intensidad 7...10 A.</p>
	<p><b>Disyuntor 3P C4 STECK:</b> es un interruptor que corta el paso de corriente eléctrica si se cumplen determinadas condiciones. Aplicado en todo tipo de instalaciones eléctricas residenciales, comerciales e industriales de baja tensión en corriente alterna.</p>	<p>Modelo SDZD63C04</p> <p>Corriente nominal In: 4 A.</p> <p>Tipo de disyuntor: termomagnético</p> <p>Tensión de operación nominal 400V AC.</p> <p>Número de polos: 3</p> <p>Poder de corte nominal 6KA</p>
	<p><b>Interruptor termomagnético 1P Schneider:</b> es un interruptor automático en miniatura (MCB) de baja tensión. Consiste en un interruptor automático, protege los circuitos contra cortocircuitos y sobrecargas.</p>	<p>Modelo Acti 9 iC60N; 1P; 2 A.</p> <p>Corriente nominal 2 A</p> <p>Número de polos protegidos 1</p> <p>Capacidad de corte 6000 A en 230 V AC 50/60 Hz.</p>

	<p><b>Interrupor magnetotérmico 3P Schneider.</b> es un interruptor automático en miniatura (MCB) de baja tensión, protege los circuitos contra cortocircuitos y sobrecargas.</p>	<p>Modelo Acti 9 iC60N; 3P; 20 A. Corriente nominal 20 A Número de polos protegidos 3 Capacidad de corte 6000 A en 400 V AC 50/60 Hz</p>
	<p><b>Contacto ABB AF16 3 polos:</b> se utilizan para controlar circuitos de potencia, principalmente para controlar motores trifásicos, cargas no inductivas o ligeramente inductivas. Los contactores AF tienen protección contra sobretensiones incorporada y no requieren supresores de sobretensiones adicionales.</p>	<p>Modelo AF16-30-10-13. Número de contactos Principales NO 3 y contactos auxiliares NO 1 Voltaje operativo nominal:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Circuito Auxiliar 690 V</li> <li>• Circuito Principal 690 V</li> </ul> <p>Corriente operativa nominal AC:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• (690 V) 40 °C 30 A</li> <li>• (690 V) 60 °C 30 A</li> <li>• (690 V) 70 °C 26 A</li> </ul>
	<p><b>Monitor de voltaje trifásico 460 (little fuse):</b> diseñado para proteger motores trifásicos contra condiciones inestables de voltaje como:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pérdida de cualquier fase.</li> <li>• Alto voltaje.</li> <li>• Bajo voltaje.</li> <li>• Desbalanceo de voltaje.</li> <li>• Inversión de fase.</li> <li>• Ciclos rápidos.</li> </ul>	<p>Voltaje de entrada 190-480V CA, con frecuencia de línea de (Hz) 50/60. Retardo de restablecimiento de 1-500 seg. ajustable. Desbalanceo de voltaje (NEMA), disparo: 2-8% ajustable. Retardo de disparo 1 a 30 seg Ajustable. Relevador de 10A, de propósitos generales tipo C.</p>

 <p>A Siemens SIRIUS thermal relay, model 3RU2126-4AB0. It is a compact, grey, rectangular device with a blue 'STOP' button, a red 'RESET' button, and a 'TEST' button. The front panel features several terminals labeled '95 AC 96', '97 NO 98', '2/T1', '4/T2', and '6/T3'. The Siemens logo and 'SIRIUS' branding are visible at the top.</p>	<p><b>Relé térmico Siemens:</b> es un dispositivo electromecánico de protección, para el circuito principal. Protegen de manera fiable los motores en caso de que ocurra una sobretensión o un fallo de fase. El relé de sobrecarga térmico puede constituir una solución de arranque compacta junto a contactores.</p>	<p>Modelo 3RU2126-4AB0</p> <p>Tensión máxima admisible para un aislamiento seguro en redes con punto neutro puesto a tierra de 440V.</p> <p>valor de respuesta de corriente ajustable del disparador de sobrecarga dependiente de la corriente 11...16A.</p>
 <p>A Mitsubishi D700 frequency converter, part of the FR-D series. It is a large, grey, industrial-grade unit with a prominent cooling fan on top. The front panel includes a control panel with a rotary knob, several push buttons (STOP, RUN, FWD, REV), and a digital display. The model number 'D700' and '10200V' are clearly visible on the front.</p>	<p><b>Variador de Frecuencia MITSUBISHI D700:</b> La serie FR-D es un variador que establece los estándares en el campo de los variadores compactos. está diseñado para ofrecer el máximo rendimiento durante su vida útil de 10 años. Adecuado para una amplia variedad de aplicaciones de control de motores.</p>	<p>Tensión nominal máxima de 240V.</p> <p>Método de control vectorial de flujo magnético.</p> <p>Rango de frecuencia (Hz) 0,2 – 400.</p> <p>Corriente nominal de salida 10A.</p> <p>Longitud permitida de la línea del motor hasta 500m.</p> <p>Variador de entrada Monofásica.</p>
 <p>A terminal block, also known as a terminal strip, used for connecting multiple conductors. It consists of a row of metal terminals, each with a corresponding screw for securing a wire. The block is shown in a close-up view, highlighting the individual terminals and the internal wiring connections.</p>	<p><b>Bloque de terminales:</b> Las funciones principales de un bloque de terminales son conectar y aislar.</p>	<p>Las conexiones no requieren mantenimiento.</p> <p>Conexiones para múltiples conductores.</p>



	<p><b>Motor eléctrico Leeson:</b> es una máquina eléctrica que transforma energía eléctrica en energía mecánica mediante interacciones electromagnéticas. Algunos motores eléctricos son reversibles, pueden transformar energía mecánica en eléctrica funcionando como generadores.</p>	<p>Tipo eléctrico: inducción en jaula de ardilla.</p> <p>Rotación: Reversible.</p> <p>Diámetro del eje: 0,625 pulgadas.</p> <p>Extensión del eje: 1,88 pulgadas.</p> <p>Velocidad: 1725 rpm</p> <p>Voltaje: 208-230/460 V, Fase: 3.</p> <p>Velocidad: 1725 rpm</p> <p>Caballos de fuerza 1/2HP</p>
	<p><b>Sensor capacitivo:</b> destacan por su capacidad de detectar diferente material en función de su constante dieléctrica, gracias al principio de un condensador de placas ideal. .</p>	<p>Mediciones sin contacto de 5mm.</p> <p>Corriente de trabajo 200mA</p> <p>Versatilidad para ser utilizados en muchas aplicaciones.</p> <p>Fácil de implementar y controlar.</p> <p>Voltaje de trabajo de 6V a 36V DC.</p>
	<p><b>Sensor inductivo:</b> través de una inducción electromagnética cumple el objetivo de detectar materiales ferrosos y no ferrosos. Esta cualidad lo hace un instrumento esencial para aquellas industrias que operan con distintos tipos de metales.</p>	<p>Su principal propiedad es detectar objetos metálicos</p> <p>Se activa a través de un campo magnético</p> <p>Corriente de trabajo 200mA</p> <p>El campo electromagnético está posicionado al frente</p> <p>Distancia de detención máximo de 4mm.</p> <p>Voltaje de trabajo de 6V a 36V DC.</p>

	<p><b>Supresor de transientes sdsa3650:</b> es un dispositivo de protección contra sobretensiones compacto con carcasa de plástico. Ofrece un medio simple para reducir las sobretensiones iniciales a niveles manejables.</p>	<p>Supresión de sobretensiones a acometidas de tres fases de hasta 600 V~.</p> <p>Corriente nominal de descarga 10 kA.</p> <p>Tensión del sistema:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Conexión en Y: 208Y/120 V, 380Y/220 V, 400Y/230 V, 480Y/277 V, 600Y/347 V</li> <li>• Delta: 240 V, 480 V, 600 V, 240/120 V</li> </ul>
	<p><b>Luces de advertencia de faro industrial:</b> implementada para señalar con luces de manera intermitente, con alarma de seguridad de zumbador.</p>	<p>Tipo: 100 - 240V AC 2.5W luz</p> <p>Frecuencia de rotación ajustable.</p> <p>Nivel de sonido: zumbador de 80 dB ajustable.</p> <p>Conformado de 24 LED.</p>
	<p><b>Mini sirena eléctrica:</b> Adecuada para información de advertencia</p>	<p>Sirena eléctrica de 120V AC.</p> <p>Nivel de ruido de 114 db (decibeles).</p> <p>Sirena de alarma de Motor.</p> <p>Diámetro: 84 mm</p> <p>Largo: 102 mm</p>

	<p><b>Válvula solenoide de 120V AC:</b> es una válvula que permite dar paso o cerrar el flujo de un agua</p>	<p>Tiempo de respuesta: (abrir): = 0.15 seg, (cerrar): = 0.3 seg</p> <p>Presión de trabajo: 0.02 ~ 0.8 Mpa</p> <p>Vida útil: 50000 de ciclos.</p> <p>Normalmente Cerrada.</p> <p>Voltaje de actuación: 120V AC</p> <p>Corriente: 0.05 A</p> <p>Temperatura de trabajo: 1 ~ 100 °C</p>
	<p><b>Siemens LOGO 12/24.:</b> Controlador de lógica programable (PLC) para todo tipo de aplicaciones (básicas e intermedias).</p> <p>Siemens 6ED1052-1MD08-0BA0 (nuevo modelo de repuesto para modelo anterior 6ED1052-1MD00-0BA8).</p>	<p>Alimentación: 12/24V DC</p> <p>Entradas digitales (ED) 8 de las cuales 4 pueden funcionar como EA (Entradas analógicas).</p> <p>Salidas digitales (SD) 4.</p> <p>Expansión por módulos.</p> <p>Intensidad de salida 10 A.</p> <p>Temperatura ambiente en servicio, mín -20 °C; Sin condensación a 55 °C máx.</p>
	<p><b>Fuente de alimentación Siemens:</b> SITOP PSU200M utilizada para convertir la alimentación eléctrica de ac a dc.</p>	<p>Forma de la red de alimentación AC monofásica y bifásica.</p> <p>Tensión de alimentación</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 con AC 120 ... 230 V</li> <li>• 2 con AC 230 ... 500 V.</li> </ul> <p>Tensión de salida con DC valor nominal 24 V / 5A.</p>

	<p><b>Selector De Muletilla Plástico:</b> ofrece fiabilidad y seguridad en el emplazamiento mediante el uso de una llave para controlar la salida al circuito</p>	<p>Selector de 3 posiciones (NO o NO).</p> <p>Normalmente abierto (NO).</p> <p>Tención nominal de 400V AC.</p> <p>Intensidad nominal de 10A AC.</p>
	<p><b>Pulsador de paro de emergencia:</b> utilizado para detener una máquina o proceso inmediatamente en caso de peligro, para poner un estado seguro.</p>	<p>Color: Rojo.</p> <p>Con rotación para liberar.</p> <p>Normalmente Cerrado (NC).</p> <p>Diámetro de la seta: 40 mm.</p> <p>Tensión de empleo:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• con AC 50 – 60 Hz valor asignado 5 ... 500 V</li> <li>• con DC valor asignado 5 ... 500 V.</li> </ul> <p>Corriente de contacto: 10A.</p> <p>Número de contactos: 1.</p>
	<p><b>Módulo sensor infrarrojo IR:</b> son sensores de proximidad, están compuestos por un transmisor que emite energía de infrarrojos y un receptor que detecta la energía reflejada por la presencia de cualquier obstáculo en la parte frontal del módulo.</p>	<p>Número de modelo: FC-51.</p> <p>Voltaje de funcionamiento: 3.3V – 5V.</p> <p>Rango de detección: 2 cm – 30 cm (ajustable con el potenciómetro).</p> <p>La salida lógica es baja cuando se detecta obstáculo.</p> <p>Ángulo de cobertura: 35°.</p>

#### **8.2.4.1. Comparación del proceso simulado con el proceso real dado en la industria.**

Para comparar el proceso que actualmente existe en la industria, se dará una breve explicación de un proceso de llenado de líquidos, el cual tiene distintas etapas de procesamiento. Existen 2 métodos de llenados de líquidos los cuales son:

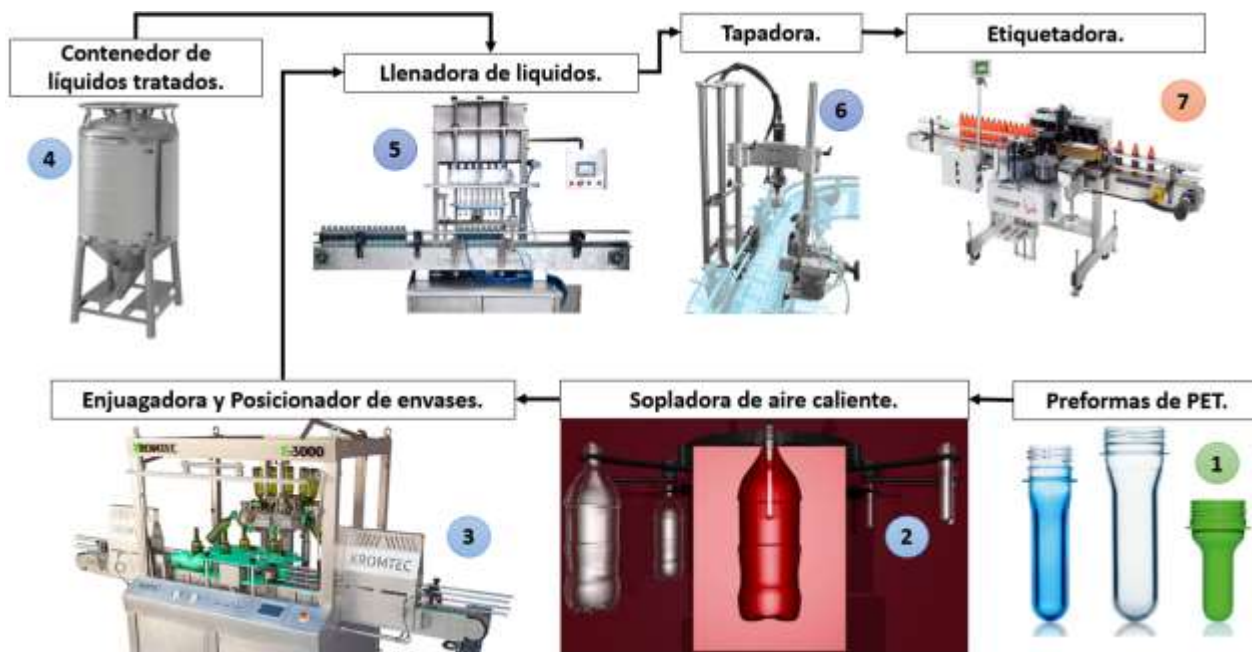
1. **Llenado en caliente:** este método no se suele utilizar en envases de cristal, debido a que se introduce el líquido en la botella a una temperatura superior de 85°C, con el fin de mantener la conservación del producto y sus propiedades nutricionales, sin usar productos químicos de conservación. Luego se procede a sellar el envase del líquido, para pasar las botellas por un túnel de pasteurización y posteriormente un enfriamiento para su estabilizado.
2. **Llenado en Frio:** el procedimiento para este llenado tiene 3 tipos de tecnologías, el primero consiste en llenar el recipiente, en llenadoras Isobarmétricas, seguido del tapado y pasteurizado en túneles de pasteurización. El segundo tipo es conocido como “Ultra Clean” se aplica a llenados de baja temperatura y por último está el “llenado en estéril” el cual consiste en la esterilización del recipiente previo al llenado.

Los 2 métodos antes plasmados hacen referencia al tratado del líquido, lo que tienen en común son los procesos que se encuentran después del llenado, los cuales tienen como variante las máquinas empleadas, los parámetros de temperatura, por el tipo de llenado y los envases utilizados ya sean de vidrio, PVC (Policloruro de vinilo) o PET (Polietileno Tereftalato, el cual es un tipo de plástico).

En el presente documento se trabaja referente a una embotelladora de agua mineral, que utiliza un llenado frío con envases PET, en el siguiente diagrama se muestra un proceso general utilizado en las industrias.

### Ilustración 8-10

Diagrama de proceso de llenado y embotellado.



Fuente: (Propia).

- 1) Preformas plásticas de Polietileno Tereftalato (PET).
- 2) Máquina sopladora de aire caliente, con molde metálico, donde se moldeará la botella con la dimensión deseada.
- 3) Enjuagadora y posicionador de envases, al enjuagar limpia y esteriliza el recipiente, que después es colocado en la banda transportadora, donde se hará el siguiente proceso.
- 4) Contenedor de líquidos, para proporcionar la sustancia que se utilizará en el llenado de las botellas.
- 5) Máquina llenadora de líquidos, la cual suele utilizar en la mayoría de los casos un sistema dosificado, controlado por distintas válvulas y sensores para el llenado de los recipientes.
- 6) Tapadora, tiene el fin de colocar los tapones a los recipientes que contienen líquido, para evitar el derramamiento y contaminación del líquido transportado.
- 7) Etiquetadora; utilizada para pegar la etiqueta con la marca de la compañía y sus respectivas especificaciones caloríficas.

Después de finalizar el proceso de etiquetado, muchos productos son tratados en otro proceso llamado “Túneles de pasteurización” esto tiene el fin de darle estabilidad biológica y mantener las propiedades originales de los productos, después de pasar por esto se agrupan los envases, para empaquetarlos, seguido por su distribución en los distintos puntos de comercialización.

Del diagrama descrito anteriormente, solo se tomó en cuenta el proceso cinco de llenado, para realizar prácticas de laboratorio. Debido a que cada proceso antes presentado tiene subprocesos los cuales utilizan una amplia gama de instrumentación y sensores de nivel industrial, que tienen un costo elevado. Para el llenado de envases se utilizan distintas maquinas en dependencia a distintos parámetros como son los siguientes:

- Tipo de fluido, líquido o viscoso.
- Temperatura.
- Tiempos de exposición al aire.
- Niveles de esterilización.

Teniendo en cuenta estos parámetros, existen 2 tipos de máquinas muy utilizadas en las industrias una es la “llenadora de sobreflujo”, utilizadas para el llenado de sustancias líquidas, poseen distintos niveles de automatización desde manual, semiautomática y automáticas que emplean tecnología de punta. La otra maquina es la “llenadora volumétrica”, que se utilizada para el llenado de sustancias viscosas de manera semiautomática.

Se hará una comparativa del proceso de llenado industrial con el proceso de llenado utilizado, para practica en el laboratorio de Ingeniería Electrónica.

**Tabla 8.4**

*Comparación de proceso implementado en las industrias respecto al proceso de practica estudiantil.*

<b>Proceso industrial.</b>	<b>Proceso utilizado para práctica.</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los recipientes se movilizarán a lo largo del sistema mediante una cinta transportadora de metal o plástica.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los recipientes son movidos con una banda transportadora de cuero.</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pueden utilizar distintos métodos de llenado, como una dosificadora o una llenadora de líquidos por gravedad</li> <li>• Están elaboradas con acero, aluminio, plástico, etc. Dependiendo tipo de envasado y tratamiento del fluido por llenar.</li> <li>• Tienen distintos niveles de operación desde manual hasta el semiautomático y automático.</li> <li>• Realiza el llenado de envases en poco tiempo y con un alto grado de precisión.</li> <li>• Tienen precios muy elevados debido a que tienen tecnologías de muy alta calidad, porque se necesitan equipos de mucha presión con una velocidad de respuesta de llenado muy alta.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Este equipo tiene un solo método de llenado, que funciona con el pase a presión del fluido, siendo regulado por una válvula solenoide y sensores indicadores del nivel de llenado.</li> <li>• Al ser un equipo para fines didáctico se realizó con materiales menos duraderos y con el fin de llenar dos dimensiones de botellas, sin un tratamiento sofisticado.</li> <li>• Este equipo utiliza un conjunto de sensores para hacer este procedimiento de forma automática.</li> <li>• Realiza llenado de envases no tan preciso y lento.</li> <li>• Tiene un bajo precio respecto con el precio de las máquinas industriales y una baja velocidad de respuesta al llenado de los recipientes.</li> </ul>
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

**Fuente:** (Propia.)

Se puede observar la clara diferencia que existe en la industria con respecto al equipo práctica de laboratorio, no obstante, este equipo que se desarrolló, tiene el fin de realizar prácticas, donde los estudiantes se puedan familiarizar mucho más con los equipos, que pueden llegar a encontrar en la industria, al igual el desarrollar habilidades de programación de autómatas lógicos programables, de esta manera los aspectos como la velocidad de llenado de envases por hora y presión del llenado no son de alta relevancia debido a que la idea principal es de uso educativo y no industrial.



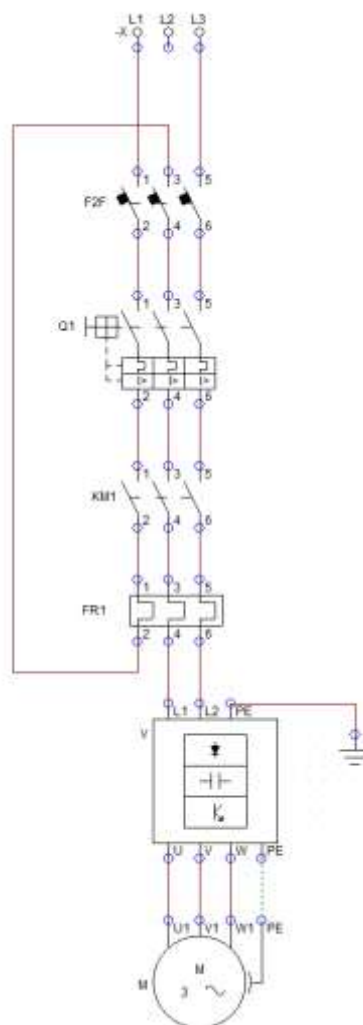
### 8.2.5. *Diseño del Diagrama Eléctrico de Potencia.*

El diagrama consta de un motor de inducción trifásica de jaula de ardilla, que operara conforme a las señales que recibe el controlador lógico programable mediante selectores para activar las salidas de tipo relé del PLC.

Este esquema está compuesto por líneas de alimentación trifásica, Automato o Disyuntor, Guardamotor, Contactor, Relé térmico, Variador de frecuencia y motor. En la ilustración 8-3 se muestra el diagrama de potencia del proceso de llenado y clasificado de botellas.

#### **Ilustración 8-11**

#### *Diagrama de potencia*



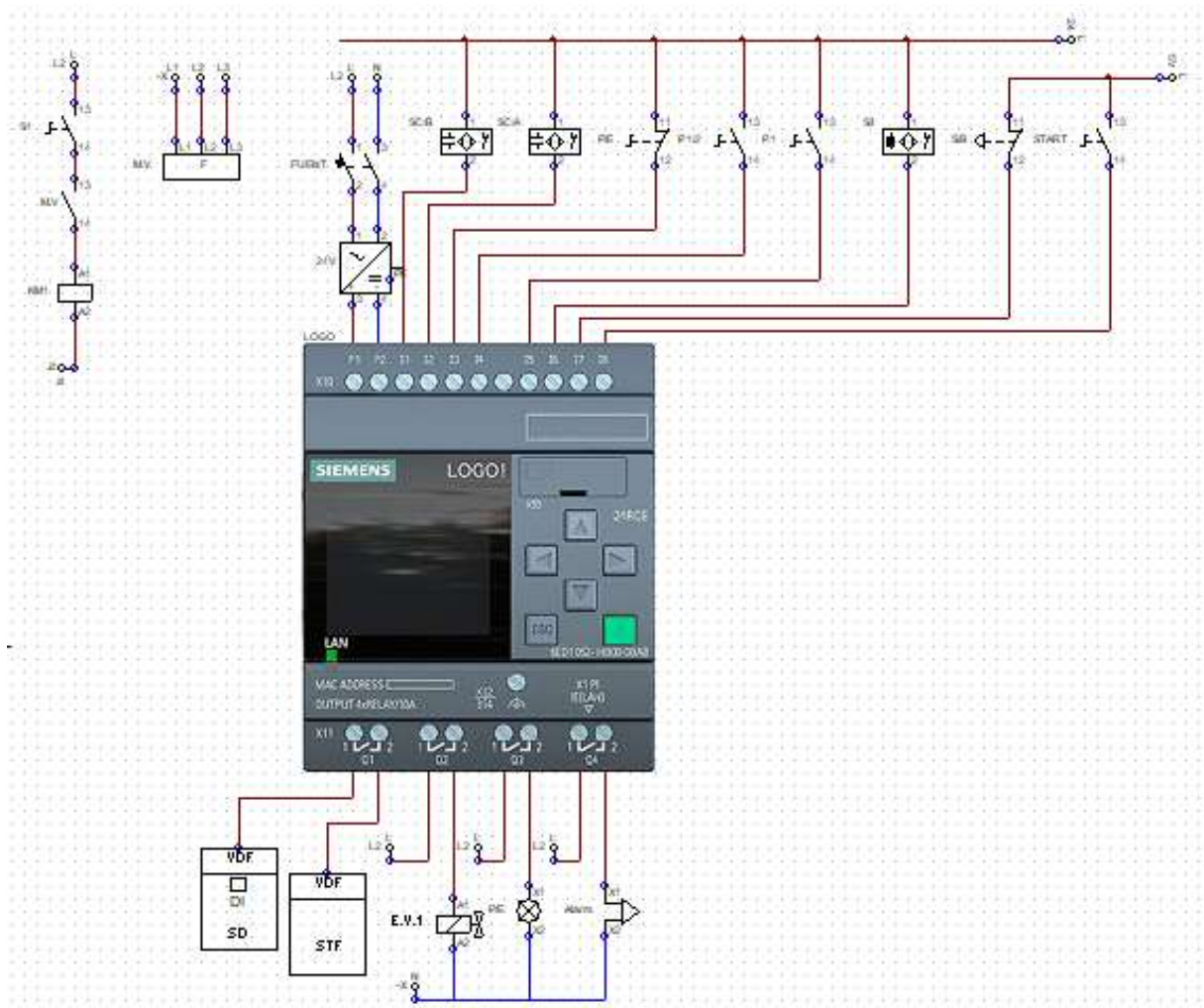
Fuente: (Propia)

### 8.2.6. Diseño del Diagrama Eléctrico de Mando.

En la ilustración 8-4 se logra observar las conexiones eléctricas de mando como son: monitores de voltajes, contactor y en las entradas del PLC se aprecian, fuente de alimentación de 120Vca a 24Vdc, sensores capacitivos e inductivos, selectores y sensor de barrera, por lo tanto, para las salidas se encuentran control de variador, electroválvula, señalizaciones de paro de emergencia y alarma de detección de metal.

#### Ilustración 8-12

##### Diagrama de mando



Fuente: (Propia)

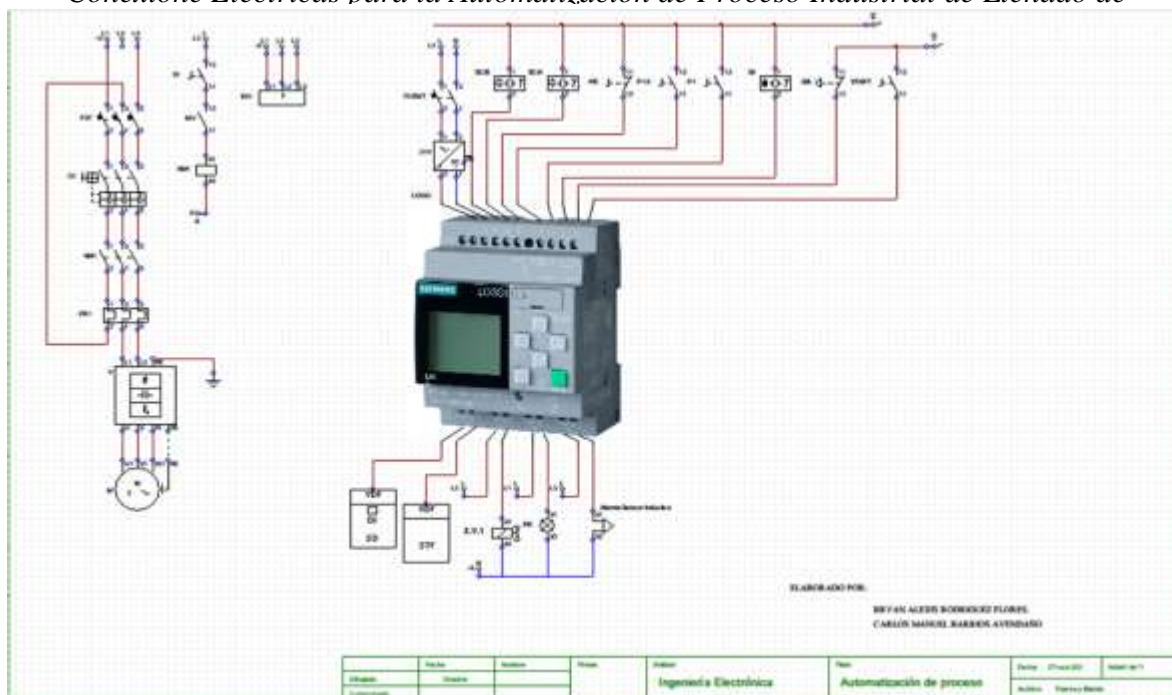
### 8.2.7. Conexiones Eléctricas para la Automatización de Proceso Industrial de Llenado y Clasificado de Botellas.

El diagrama eléctrico permite ver las conexiones que se realizan con cada uno de los dispositivos que se utilizan en la automatización del proceso, estos diagramas se encuentran en todos los proyectos electrónicos, para la orientación de las conexiones.

En la ilustración 8-5 se observa el diagrama de conexiones tanto de fuerza como de mando del sistema automatizado compuesto por diferentes elementos.

#### Ilustración 8-13

#### Conexiones Eléctricas para la Automatización de Proceso Industrial de Llenado de



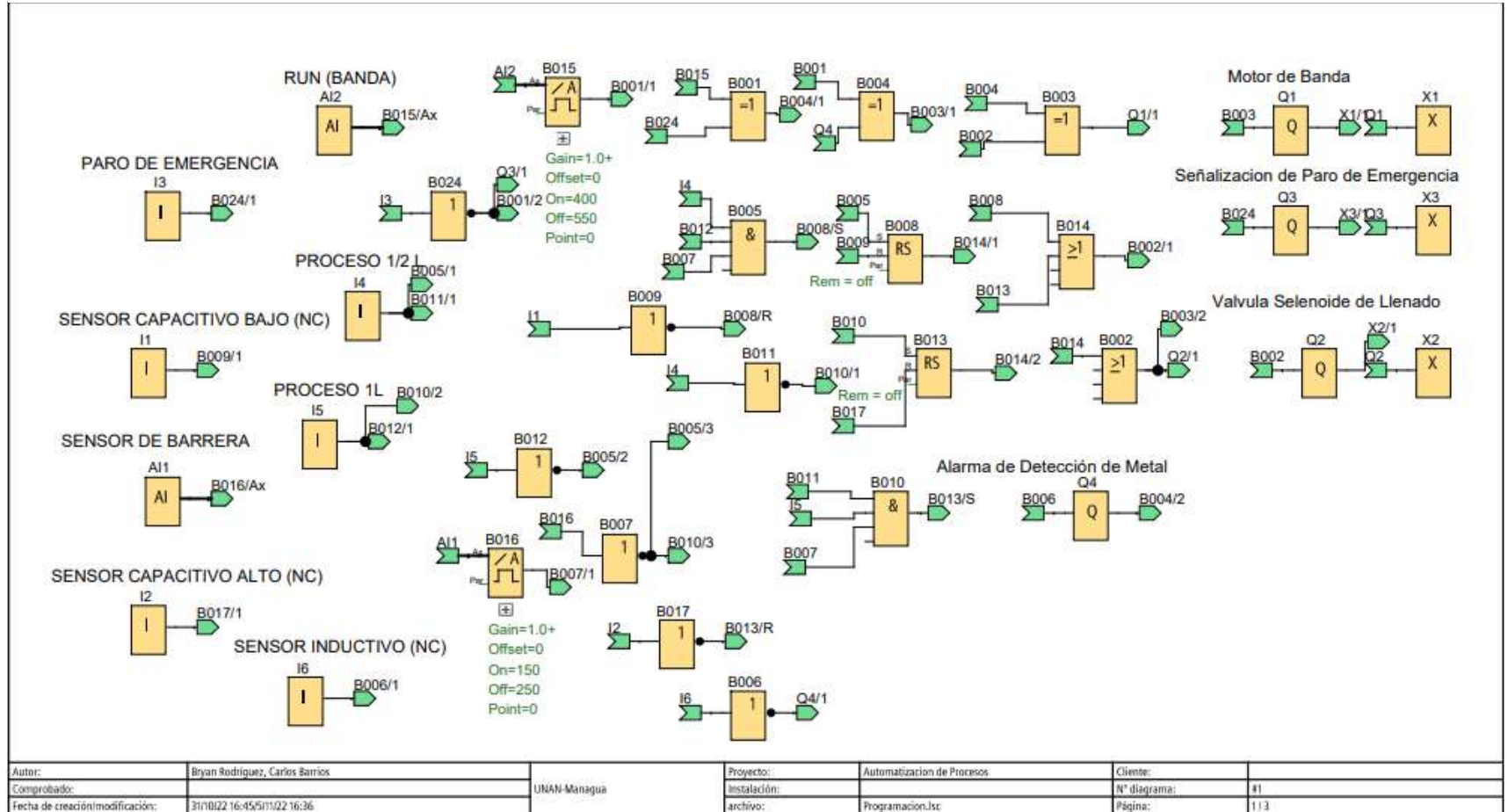
Fuente: (Propia)

- I1 y I2 = Sensores capacitivos (NC)
- I3 = Selector de maneta de tres posiciones (NC)
- I4, I5, I8 = Selector de maneta de tres posiciones (NA)
- I6 = Sensor inductivo (NC)
- I7 = Sensor de barrera representado por un pulsador z (NC)
- Q1 = Motor
- Q2 = Electroválvula
- Q3 = Piloto de señalización
- Q4 = Alarma

8.2.8. Programación del Sistema Automatizado.

Ilustración 8-14

Programación para el sistema automatizado en LOGO! Soft Comfort



Fuente: (Propia)

### **8.2.9. Módulo didáctico para realizar prácticas, gobernadas por el PLC LOGO V8.**

Para verificar el correcto funcionamiento del módulo, se realizaron pruebas de uso, verificando la programación en el software LOGO! Soft Comfort y el diagrama de conexiones en el software Cade Simu V4. Se comprobó el funcionamiento conectando el cableado eléctrico en el interior del gabinete, donde se encuentran alojados todos los dispositivos electrónicos. En la siguiente ilustración 8-15 se muestran todas las conexiones eléctricas interconectadas con los dispositivos electrónicos.

#### **Ilustración 8-15**

*Conexiones eléctricas interconectadas con los dispositivos electrónicos*



Fuente: (Propia)

Tomando en cuenta que proyecto tiene fines didácticos, se elaboraron dos guías de aprendizajes mostradas a continuación, donde los estudiantes puedan conocer e interactuar con los diferentes elementos físicos de automatización.

## **GUIA #1**



**Facultad de Ciencias e Ingenierías**

**Departamento de Tecnología**

**Asignatura: Control Automático II**

**Laboratorio:** “Arranque y Paro de un Motor de Inducción Trifásica, Utilizando Variador de Frecuencia”

### **Introducción**

El movimiento de las bandas transportadoras en la industria, es uno de los más importantes, ya que se encarga de trasladar objetos de un lugar a otro.

En la actualidad la utilización de sistemas de arranque de motores, mediante el control por contactores, está quedando en desuso, dejando a favor la implementación de variadores de frecuencia (VDF) electrónicos.

Este tipo de dispositivos, suministran una tensión de energía alterna, la cual se logra regular, al mismo tiempo es posible regular la frecuencia de alimentación al motor, de este modo es posible conseguir un control de velocidad muy efectivo, que permite incluso llevar las RPM de un motor a una velocidad de sincronismo superior a la nominal o asignada, la cual es (práctica no recomendable). La razón de variar a la vez frecuencia y tensión radica en el hecho de conseguir un par constante en todo el régimen de velocidades del motor.

### **Objetivos**

- ❖ Conocer cada uno de los componentes que se utilizan para el arranque del motor por medio de variador de frecuencia (VDF).
- ❖ Realizar la programación en el software LOGO! Soft Comfort V8 y el diseño eléctrico de mando y fuerza en el software CADE SIMU V4.

## Marco teórico

Para el arranque del motor se necesitan los siguientes elementos:

### Fuerza

- ❖ Alimentación trifásica
- ❖ Monitor de voltaje
- ❖ Disyuntor
- ❖ Guardamotor
- ❖ Contactor
- ❖ Relé térmico
- ❖ Variador de frecuencia
- ❖ Motor
- ❖ Cables de alimentación AWG 12

### Mando

- ❖ Alimentación de 24 Vdc
- ❖ PLC Logo!
- ❖ Selectores de maneta de tres posiciones NC y NA

A continuación se detalla un resumen de cada uno de los dispositivos utilizados:

**Alimentación Trifásica:** La alimentación es quien mantendrá activo todo el sistema, sin esta nada del circuito encendería porque todo el funcionamiento depende de la energía. El suministro de este debe ser de 208 V dado que una conexión en estrella.

**Monitor de Voltajes trifásico 460 (little fuse):** Es un dispositivo diseñado para proteger motores trifásicos y otros equipos contra variaciones de voltajes indeseadas.

**Disyuntor:** Es un interruptor automático en miniatura (MCB) de baja tensión, protege los circuitos contra cortocircuitos y sobrecargas. Modelos utilizables del laboratorio: **modelo SDZD63C04, modelo Acti 9 iC60N, modelo Acti 9 iC60N.**

**Guardamotor Siemens modelo 3RV1011-1JA10:** Es un dispositivo magnetotérmico que previene la sobrecarga. se puede clasificar como un elemento de protección. Estos dispositivos protegen contra sobrecarga al motor, y contra cortocircuito al motor



**Contactador ABB modelo AF16-30-10-13:** Es un dispositivo mecánico de accionamiento mediante electroimán. Cuando la bobina del electroimán se encuentra bajo tensión, el contactor se cierra, estableciendo un camino a través de los pares metálicos entre una red de alimentación y un receptor. En otras palabras realiza el mando local o a distancia del motor.

**Relé Térmico modelo 3RU2126-4AB0:** Es un elemento de protección frente a sobrecargas, que se utiliza principalmente en la protección de motores eléctricos.

**Variador de Frecuencia serie FR-D700:** Este es un equipo electrónico diseñado para controlar velocidades en motores asíncronos de inducción trifásica. Realiza el mejor arranque, reduce el consumo energético de un motor hasta un 40% y no tiene corriente de pico

**Motor Asíncrono Leeson:** Denominados motor de inducción debido a que su funcionamiento se basa en la interacción de campos magnéticos producidos por corrientes eléctricas.

**PLC Logo! Siemens modelo 6ED1052-1MD08-0BA0:** Es un módulo lógico inteligente destinado a pequeños proyectos de automatización en entornos industriales (control de compresores, cintas transportadoras, control de puertas, etc.),

**Selectores de Maneta de Tres Posiciones:** Es un dispositivo que permite el flujo de corriente, son utilizados en el encendido de motores. Un selector eléctrico sirve para desviar o interrumpir el curso de una corriente eléctrica en un circuito.

## Desarrollo de la practica

1. Realizar un diagrama de fuerza de arranque y paro del motor, para la parte de mando mostrada en la ilustración 1, utilizando los dispositivos mencionados anteriormente.

**Ilustración8-16**

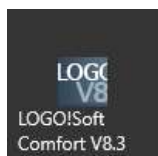
*Diagrama de Mando*



2. Parametrizar el variador de frecuencia de la marca Mitsubishi, de entrada monofásica con salida trifásica, para el sentido de giro derecho del motor, y asignar la frecuencia de operación.

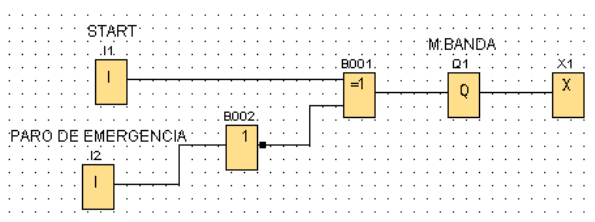
## 1. Realizar la programación en software Logo soft comfort y cableado eléctrico en software de Cade Simu.

**Paso #1.** Para el inicio de la programación se empieza abriendo el programa LOGO! Soft Comfort V8.

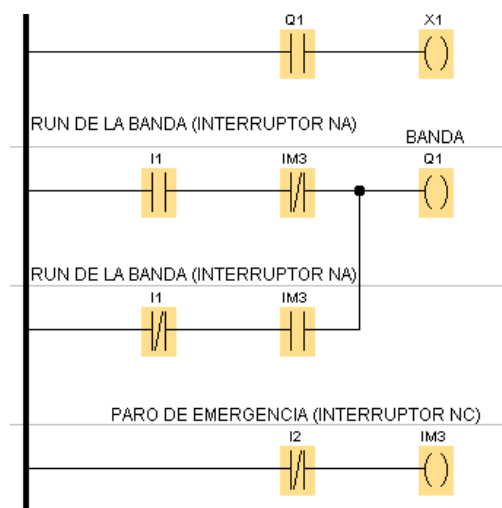


**Paso #2.** Segundo se procede a colocar las diferentes entradas como I1 selector NA e I2 selector NC y Q1 como salida.

### Programación en Bloque

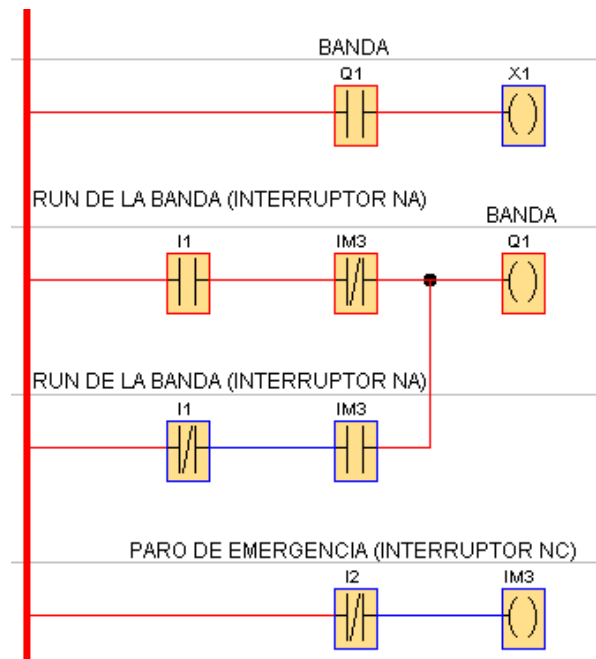


### Programación Ladder



Entradas	Salidas
I1 Start	Q1 Banda
I2 Stop	

**Paso #3.** Una vez interconectados los contactos se procede a simular el funcionamiento, presionando I1 el motor debe empezar a girar y cuando se presiona I2 el motor debe parar.



**Paso #4.** Una vez realizada la programación se procede a cargarla de pc a logo seleccionado la tarjeta de red Family controller, luego de esto, verificar la dirección IP para probar si el PLC tiene comunicación con la Pc.

### Pruebas de conocimiento

1. ¿Qué sucede si al motor le falta una línea de alimentación?
2. Al disminuir la frecuencia del variador, ¿La velocidad del motor aumenta o disminuye?, ¿El voltaje aumenta o disminuye?
3. Si el selector de run este accionado y la energía se corta por un momento y luego regresa, ¿la banda se sigue moviendo?



## **Facultad de Ciencias e Ingenierías**

### **Departamento de Tecnología**

#### **Asignatura: Control Automático II**

#### **Guía #2**

#### **Laboratorio: “Proceso de llenado automatizado con logo Siemens V8”**

#### **Introducción**

El incremento de la demanda de agua embotellada en el mercado es cada vez mayor, por lo que la técnica del proceso de producción de agua debe mejorarse para reducir sus costos de producción. (Velásquez Costa & Gonzales Prado, 2017). Para mejorar la técnica de llenado, han surgido distintos métodos de llenados, como los son:

**Llenadoras volumétricas:** Este tipo de equipos tiene un sistema a base de pistones volumétricos, para envasar líquidos viscosos. Generalmente, el llenado de envases es por gravedad y no utilizan bombas pues los líquidos viscosos podrían generar demasiado esfuerzo en esos componentes y dañarlos o reducir su vida útil.

**Llenadoras de líquidos de nivel:** Con estas máquinas, el llenado es más preciso y las botellas tienen siempre el mismo nivel de líquido. A diferencia de las llenadoras volumétricas, utilizan una bomba que no tienen tubos de dosificado y es la posición de la boquilla la que determinará la cantidad de producto que tendrá el envase.

Las máquinas de llenado se distinguen por: Automatizar el proceso de envasado, Aumentar la velocidad de la operación y reducir errores, Garantizan la higiene del producto final. En el mercado se pueden encontrar máquinas que requieren poco mantenimiento y dosificación precisa, de acuerdo con el tipo de producto. (Cosmos, 2021)

**Objetivos**

- Desarrollar una programación, que permita llenar envases, en diferentes niveles de llenado con Logo Soft Comfort V8.
- Realizar diagrama de conexiones, comprobando el funcionamiento de la programación.
- Hacer el montaje practico, con los distintos componentes encontrados en los gabinetes del laboratorio de PLC, de la carrera de Ingeniería Electrónica.

### Marco teórico.

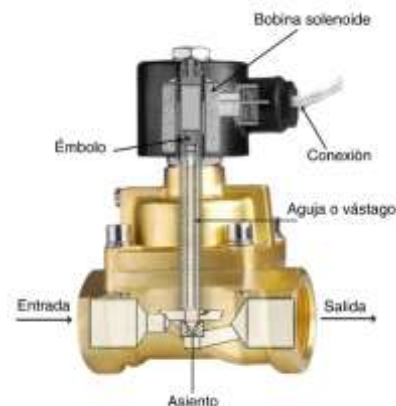
Equipos que se utilizaran para el proceso de llenado.

- Electroválvula (EV).
- Sensor fotoeléctrico (SF)
- Selectores de maneta o muletilla.
- Fuente de Alimentación de 24V DC
- Siemens LOGO! V8
- Alimentación trifásica
- Disyuntor o Automato.
- Sensor capacitivo.

**Electroválvula (EV):** Las válvulas solenoides son un dispositivo que tienen la finalidad de controlar el flujo de líquidos o gases. Están formadas por dos partes accionantes distintas, pero complementarias: el cuerpo de la válvula y un solenoide ubicado dentro de la bobina eléctrica, es decir, el término “solenoides” no se refiere a la válvula misma, sino más bien a la bobina montada sobre ella. Cuando la bobina es energizada, se crea en esta (por acción del solenoide) una fuerte fuerza magnética que atrae un émbolo de acero magnético que se ubica en el centro de la bobina. Este émbolo está unido por su parte baja a la aguja o vástago del cuerpo, el que cierra o abre el conducto por el cual fluye el flujo; este vástago cuenta con una superficie sellante (“asiento”) que permite un cierre seguro. (Galvez, 2020)

#### Ilustración 8-17

*Válvula Solenoide.*



**Fuente:** (Galvez 2020)

**Sensor fotoeléctrico modelo IR MH-B (SF):** Un sensor fotoeléctrico emite un haz de luz (visible o infrarrojo) desde su elemento emisor de luz. Un sensor fotoeléctrico de tipo reflectivo se utiliza para detectar el haz de luz reflejado desde el objeto. Un sensor de tipo de haz de barrera se utiliza para medir el cambio en la cantidad de luz causado por el objeto al cruzar el eje óptico.

**Selectores de maneta o muletilla:** Es un dispositivo que sirven para desviar o interrumpir el flujo de una corriente eléctrica en un circuito.

**Fuente de Alimentación de 24V DC modelo SITOP PSU200M:** es un dispositivo electrónico, el cual tiene una entrada de alimentación en corriente alterna y sus bornes de salida saca un voltaje en corriente directa (convierte la alimentación eléctrica de AC a DC.). el voltaje nominal de salida esta especificado por el fabricante.

**Siemens LOGO! V8 modelo 6ED1052-1MD08-0BA0:** Es un módulo lógico inteligente destinado a pequeños proyectos de automatización en entornos industriales (control de compresores, cintas transportadoras, control de puertas, etc.)

**Disyuntor o Automato Modelo Acti 9 iC60N:** Es un interruptor que corta el paso de corriente eléctrica si se cumplen determinadas condiciones. Aplicado en todo tipo de instalaciones eléctricas residenciales, comerciales e industriales de baja tensión en corriente alterna. protege los circuitos contra cortocircuitos y sobrecargas.

**Alimentación Trifásica:** La alimentación es quien mantendrá activo todo el sistema, sin esta nada del circuito encendería porque todo el funcionamiento depende de la energía. El suministro es de 3 líneas de 120V en alterna.

**Sensor capacitivo Winston CM18-3005NC:** El sensor capacitivo es un interruptor electrónico que trabaja sin contacto con el objeto de que se desea detectar. se basa en el cambio de la capacitancia de la placa detectora localizada en la región denominada cara sensible. se recomienda el uso de un sensor capacitivo si el objeto que se detecta está hecho de plástico, mineral, vidrio, madera o papel, o es un líquido aceitoso o acuoso, o un granulado o un polvo, y la distancia de detección requerida está dentro de un rango de unos pocos milímetros.



### Desarrollo de la práctica.

Realizar la programación en software Logo soft comfort y cableado eléctrico en software de Cade Simu.

**Paso #1** Abrir el programa de “Logo soft comfort”, con el fin de realizar la programación del llenado automatizado indicado las entradas y salidas que ocupará, como se muestra en la siguiente imagen.

#### Entradas

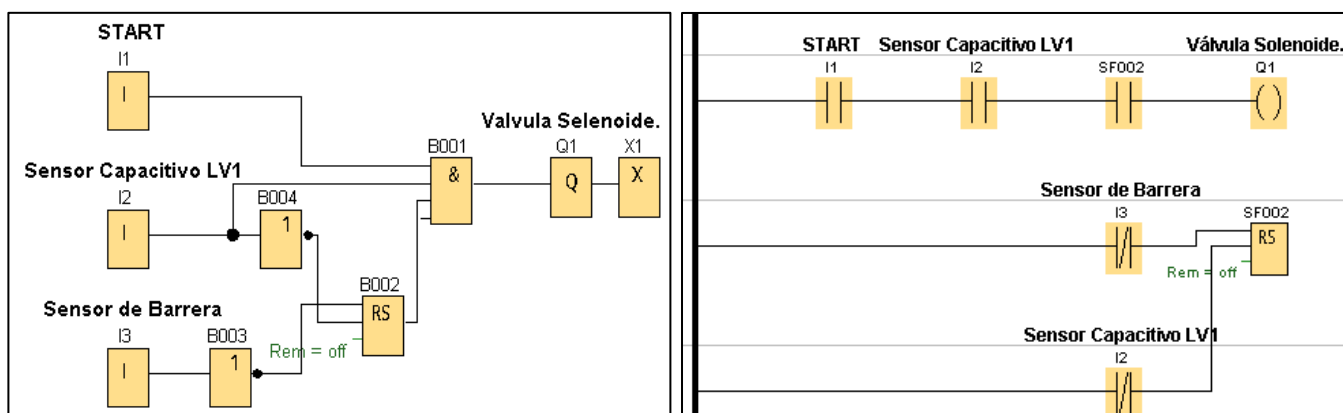
I1 Start

I2 Sensor capacitivo de Nivel 1

I3 Sensor de Barrera.

#### Salidas

Q1 Válvula Solenoide



La programación mostrada, tiene el fin de mostrar un ejemplo de llenado, con un sensor de capacitivo, indicador del nivel de llenado, un sensor de barrera, para detectar los envases y la válvula solenoide, encargada de controlar el flujo de llenado.

**NOTA:** Las entradas I2, I3 funcionan como pulsadores NC (normalmente cerrado) y I1 como un interruptor NC.

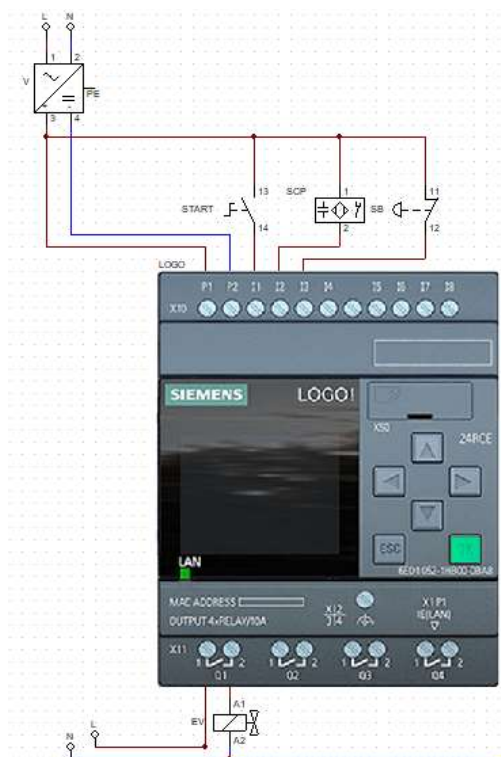
**Paso #2** Comprobar el funcionamiento de la programación antes mostrada, el estudiante debe iniciar la simulación, presionando el siguiente icono del programa.



El estudiante debe observar las siguientes condiciones de la programación de llenado LV1.

1. El proceso de llenado funcionara hasta que el interruptor START esté activo.
2. La válvula de llenado se activará únicamente cuando el sensor de barrera sea interrumpido por el envase.
3. Cuando el sensor capacitivo indicador de nivel detecte el líquido, tiene que desactivar la válvula solenoide de llenado, significando que el envase está lleno, teniendo un bucle infinito, hasta la desactivación con el interruptor de START.

**Paso #3** Ahora los estudiantes deben hacer el diagrama de conexiones en Cade\_Simu del cual se guiarán, para realizar el montaje en el gaviete, a continuación, se muestra el diagrama de ejemplo (pueden comprobar sí el diagrama está completamente funcional introduciendo la programación).



**Paso 4#** Realizar el montaje del circuito diseñado bajo estricta vigilancia del docente, debido a que los estudiantes deben conectar la alimentación trifásica, a la entrada de un disyuntor de tres polos y mandar el cableado de la salida correspondiente al disyuntor de la fuente de 24V DC, para la alimentación del circuito de mando.

**Realiza las siguientes actividades.**

1. Agregar otro nivel llenado a la programación dada, con las siguientes condiciones.
  - Que solo se active un proceso a la vez, en caso de que ambos procesos estén activos, no entrar en ningún proceso.
  - Realizar las mismas condiciones del “Llenado LV1” (ambos tienen que utilizar la, misma salida).
2. Realizar las modificaciones correspondientes al diagrama de conexiones en el software “Cade\_Simu” y volver a realizar el montaje con el nuevo diagrama de conexiones.

**Prueba de conocimientos.**

- a) ¿Qué tipo polarización tienen los sensores que está utilizando?
- b) ¿Qué elementos de protección se conectan antes de conectar el “PLC Logo”?
- c) ¿Qué especificaciones tienen los equipos con los que trabajo para montar la práctica?

**Reto para los estudiantes:** realizar una programación que incorpore lo aprendido de la guía #1 y la guía #2, para realizar un proceso de llenado automatizado con una banda transportadora que mueva los envases.

## 9. Conclusión

Analizando los resultados de las encuestas aplicadas, se obtuvo que la gran mayoría de los estudiantes entrevistados, solo conocen de la existencia de los equipos en los laboratorios, sin embargo, ellos no logran sacar provecho de estos, solo conociéndolos. Debido a que son equipos que recién se incorporan al uso de los laboratorios, los estudiantes no tienen donde realizar guías prácticas, de tal forma que se identificó la demanda de equipos, que incorporen varios procesos, donde los estudiantes pueden realizar prácticas, con distintos componentes encontrados en las industrias, además el laboratorio no contaba con un módulo que estuviera referente al ámbito industrializado.

La utilización del software “Revit” fue muy importante para el desarrollo del módulo, ya que en este se diseñó la estructura de la maqueta con sus debidas dimensiones. En cambio, el software logo Soft Comfort desempeñó el rol más importante ya que de este programa se partió para hacer la programación, para su posterior comprobación. Además, se basa del funcionamiento de la programación para realizar el esquema eléctrico de mando y fuerza.

Verificando que se tenía un módulo cien porcientos funcionales, se realizó distintas pruebas de funcionamiento donde se comprobó que los sensores capacitivos detectaban el nivel de agua correspondiente, también se probó el sensor inductivo el cual detecta sí los envases contiene metales o no en su interior, se realizaron dos guías de uso para que los estudiantes puedan realizar el montaje práctico del proceso de llenado y clasificado de botellas.

### **Recomendaciones**

- Se recomienda usar el módulo didáctico siempre bajo la supervisión de docentes.
- Incorporar enseñanza de programación Ladder en las clases prácticas.
- En el actual módulo por motivos económicos, se recurrió a un sensor alternativo emisor receptor tipo reflectivo, el cual no cumple con los estándares de trabajo para procesos industriales, por lo tanto, se recomienda cambiar dichos dispositivos por uno que cumpla los estándares requeridos.
- Es recomendable que cualquier intervención de las conexiones eléctricas del gabinete debe hacerse por personal autorizado, ya sea especialista en electricidad o control.
- Purgar la electroválvula antes de iniciar con las prácticas de llenados.
- Es recomendable cubrir el módulo cuando se dé de usar.
- Se recomienda mejorar los rodillos tanto en material como en su forma física
- Se recomienda incorporar procesos faltantes (lavado, soplado tapado y dispensador de botellas etc.) para obtener un proceso industrial completo de llenado de líquido.
- Ampliar las guías propuestas a través de ejercicios nuevos de programación.
- Dar mantenimiento a la estructura de la banda, especialmente a las balineras de los rodillos, cuando se note falta de lubricación.
- Se recomienda que el módulo didáctico, se presente como una solución hacia las medianas y pequeñas empresas que necesiten llenados de líquidos.

## 10. Bibliografía

- S&P . (07 de enero de 2020). *¿Qué es y para qué sirve un variador de frecuencia?* solerpalau:  
<https://www.solerpalau.com/es-es/blog/variador-de-frecuencia/>
- Beltran et ál. (2014). *Funciones Lógicas en el Relé LOGO! de Siemens*. Copyright © 2014 UPB.
- Bernal, G. (18 de noviembre de 2021). *¿Qué es un Guardamotor y para qué se usa?* erarelmo:  
<https://www.erarelmo.com/post/qu%C3%A9-es-un-guardamotor-y-para-qu%C3%A9-se-usa>
- Cosmos. (22 de 06 de 2021). *Llenadoras de líquidos, tipos y funciones*. Cosmos:  
<https://www.cosmos.com.mx/blog/llenadoras-de-liquidos-tipos-y-funciones/>
- EPS. (2016). *motorsaver*. EPS Division de sellos mecanicos :  
<https://www.motorsaver.com.mx/modelo460.php>
- Galvez, A. (03 de Noviembre de 2020). *¿Cómo funciona una válvula solenoide?* veto:  
<http://blog.veto.cl/2020/11/03/como-funciona-una-valvula-solenoide/>
- Gandhi, M. (27 de noviembre de 2021). *¿Qué es un sistema de control?* autycom:  
<https://www.autycom.com/que-es-un-sistema-de-control/>
- Machinepoint. (s.f.). *Llenado de líquidos*. Machinepoint:  
[https://www.machinepoint.com/foodtechnologies/machinery.nsf/beverage\\_technology/llenado\\_de\\_liquidos.html](https://www.machinepoint.com/foodtechnologies/machinery.nsf/beverage_technology/llenado_de_liquidos.html)
- Navarrete, A. (5 de noviembre de 2020). *Automatización de procesos en la empresa*. gestiopolis:  
<https://www.gestiopolis.com/automatizacion-de-procesos-en-la-empresa/#autores>
- Reyes, e. a. (2013). *Mecatronica Control y Automatizacion*. Alfaomega Grupo Editor, S.A de C.V., Mexico. <https://doi.org/978-607-707-548-6>
- Sani, & Toapanta. (9 de julio de 2015). <http://dspace.esoch.edu.ec/handle/123456789/4501>
- Sicma21. (14 de octubre de 2021). *¿Qué es un PLC y cuándo se usa?* sicma21:  
<https://www.sicma21.com/que-es-un-plc/>
- Velásquez Costa, J., & Gonzales Prado, J. (2017). *Prototipo automatizado para el llenado y tapado de botellas de plástico*. redalyc.org:  
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81652135015>

## 11. Anexo.

### 11.1. Encuesta Realiza, Para Recolectar Información.

#### Encuesta sobre el actual Funcionamiento y aprendizaje de estudiantes con los equipos disponibles en laboratorios de la asignatura de control Automático.

Esta encuesta es realizada con el fin de recolectar información sobre la funcionalidad de guías y las herramientas utilizadas en las practica de laboratorio de asignatura de control automático. **NOTA: Los datos de la encuesta son anónimos. Tanto su contenido como los resultados serán tratados con confidencialidad.**

Fecha: \_\_\_\_\_

Edad: \_\_\_\_\_

Género: \_\_\_\_\_

1) ¿De cuáles equipos disponen para realizar las prácticas de montaje de las guías de laboratorio? (ponga una "X" en las casillas indicando su respuesta).

Computadoras

Pulsadores.

Softwares de simulación

Señalizaciones lumínicas.

Controladores lógicos programables.

Motores.

Contactores.

Guardamotores.

Disyuntores.

Sensores.

Temporizadores.

Variadores de Frecuencias.

Pantallas HMI.

Bombas hidráulicas.

Módulos de expansión para PLC.

Variadores de velocidad.

Cable de alimentación trifásico.

1) ¿Cree usted que los laboratorios cuentan con suficientes equipos para las realizaciones de las guías practicas?

SI

NO

2) ¿Los laboratorios cuentan con equipos funcionales que permitan simular procesos autónomos de las industrias?

SI

NO

3) ¿Considera importante tener equipos que puedan simular algún tipo de proceso industrial automatizado?

SI                       NO

¿Por qué?

---

---

4) ¿Cree usted que el desarrollo de un módulo de prácticas de automatización con controlador lógico programable y otros dispositivos puede reforzar el aprendizaje práctico?

SI                       NO

¿Por qué?

---

---

5) ¿En una numeración del 1-10 que tanto logra familiarizar (relacionar) la teoría impartida con las practicas que realiza en los laboratorios?

6) ¿Qué tan beneficioso piensa que puede ser tener un módulo didáctico que simule un proceso industrial de llenado y clasificado de botellas en área de control automático?

Muy beneficioso.                       Poco beneficioso.

Beneficioso.                               No beneficioso.

7) ¿Le parece conveniente de que se agregue una práctica de laboratorio que incluya la unificación de dos o más procesos con un equipo automatizados?

SI                       NO

¿Por qué?

---

---



## 11.2. Tabla Presupuestaría de Equipos Utilizados

Equipo	Costo monetario en dólar.	Unidades.
Guardamotor Siemens Sirius	\$ 83.06	1
Disyuntor 3P STECK.	\$ 100	1
Interruptor termomagnético 1P Schneider.	\$ 86.46	2
Interruptor magnetotérmico 3P Schneider.	\$ 152.90	1
Contactador ABB 3 polos	\$ 48.20	1
Monitor de voltaje trifásico 460 (little fuse)	\$ 123.29	1
Relé térmico Siemens	\$ 81.05	1
Variador de Frecuencia	\$ 489.77	1
Bloque de terminales.	\$ 2	10
Motor eléctrico Leeson.	\$ 543.36	1
Sensor Inductivo.	\$ 45	1
Supresor de gradientes sdsa3650.	\$383.41	1
Luces de advertencia de faro industrial.	\$ 19	1
Mini sirena eléctrica	\$ 39	1
Siemens LOGO 12/24.	\$ 190	1
Fuente de alimentación Siemens.	\$ 210.63	1
Selector De Muletilla Plástico.	\$ 10.70	3
Pulsador de paro de emergencia.	\$ 44.80	1
<b>TOTAL:</b>	\$ 2,778.49	-

Nota: Todos los precios de los equipos fueron cotizados en catálogos en línea, por lo tanto, no tienen el valor del impuesto aplicado por el país.

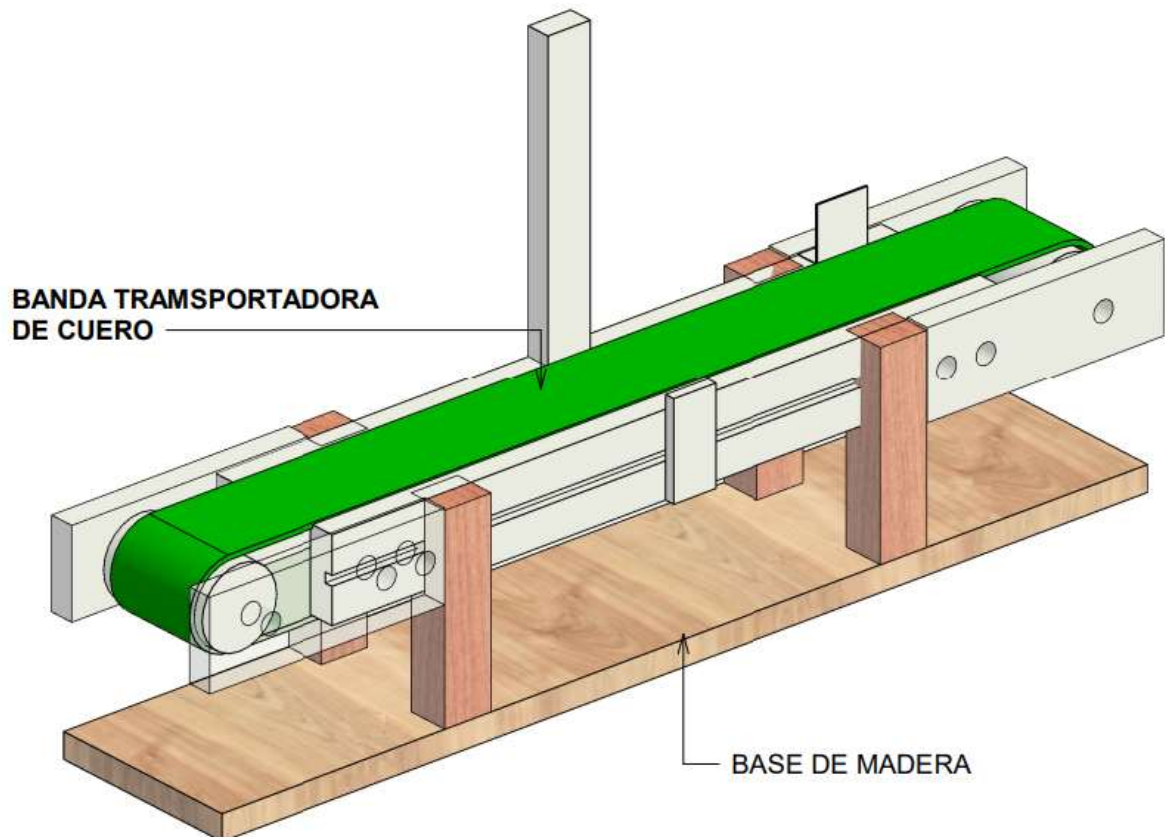
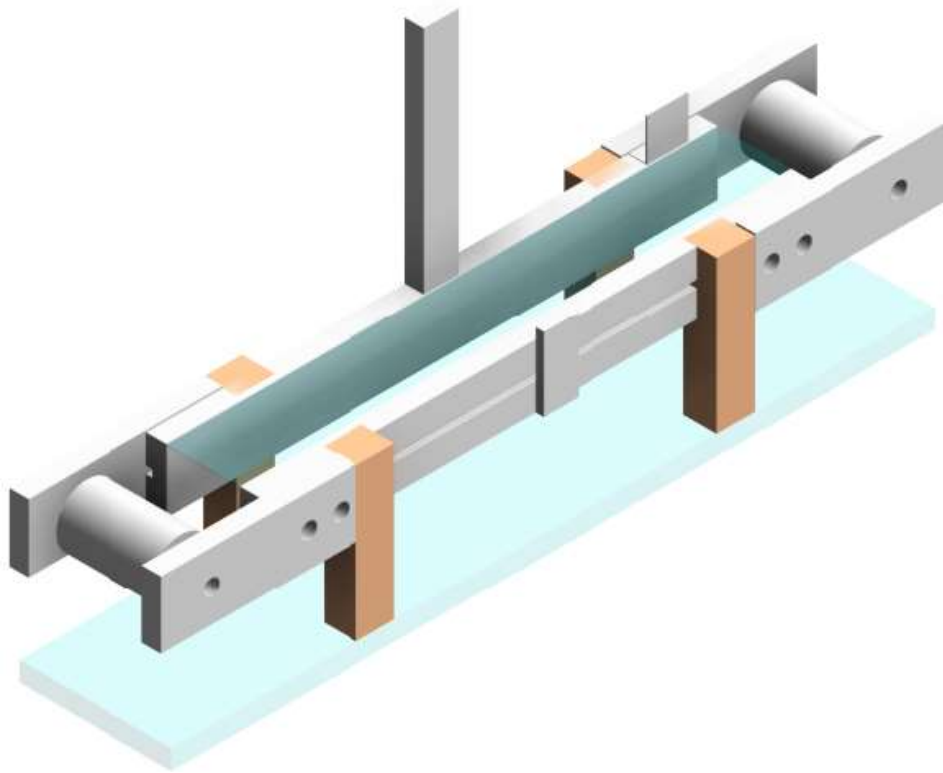
### 11.3. Tabla Presupuestaria Costeada por los Autores

Equipo	Costo monetario en dólar.	Unidades.
Módulo sensor infrarrojo IR	\$ 3	1
Sensor capacitivo.	\$ 35	2
Válvula solenoide de 120V AC	\$ 12	1
Herramientas para ensamblar.	\$ 5.19	-
Par de balineras de ½.	\$ 8.74	2
Varilla corrida y tuercas.	\$ 6	-
Cables de circuito de mando calibre 18 multifilar en metros.	\$ 0.57	36
Estructuras de Madera.	\$ 81.92	-
Banda de cuero.	\$ 10.92	1
Movilización en gestiones de compra.	\$ 20	-
<b>TOTAL:</b>	<b>\$ 237.03</b>	<b>-</b>

### 11.4. Modelado 3D de Estructura de la Banda Transportadora.

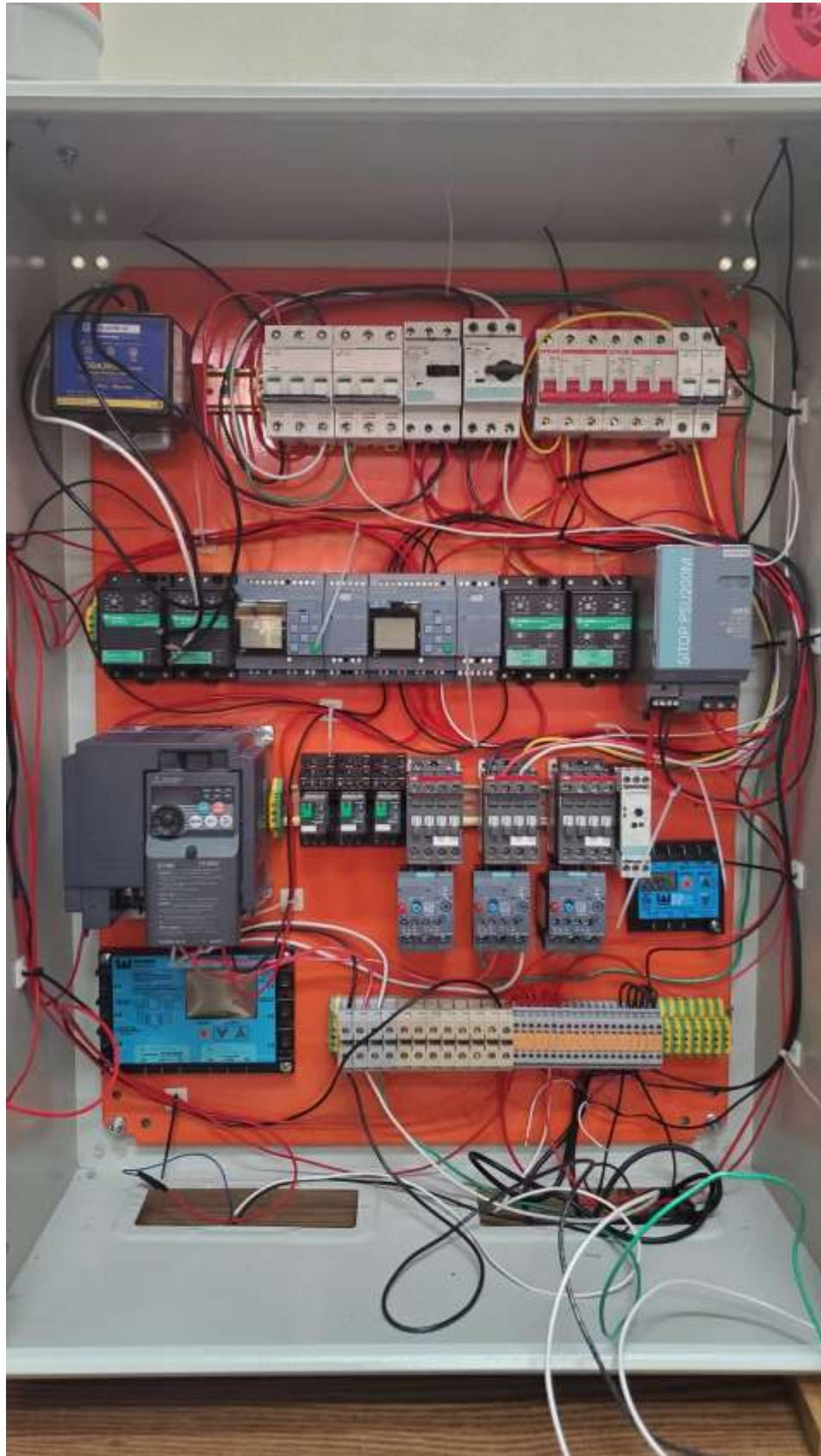


**11.5. Modelado 3D de la Estructura de la Banda Transportadora.**



**11.6. Gabinete con los Componentes Utilizados Para Controlar el Proceso de Llenado.**





### 11.7. Demostración Llenada de Envases.



### 11.8. Especificaciones Técnicas del Motor Utilizado.

Fabricante.	LEESON.
KW de salida:	0,37 kilovatios
Frecuencia	Frecuencia:60 Hz
Voltaje	Voltaje:208-230/460 V
Amperios consumidos a carga completa (F.L.A)	1,9-2,0/1,0 A
Velocidad:	Velocidad:1725 rpm
Tipo eléctrico	Carrera de inducción en jaula de ardilla.
Polos	4
Eficiencia	73 %
Fase	3
Tipo de eje	NEMA 56
Rotación	Reversible
Resistencia principal	8,91 ohmios
Orientación motora	Horizontal
Diámetro del eje	0,625 pulgadas
Extensión del eje	1,88 pulgadas
Factor de potencia	62
Temperatura ambiente	40 °C
Enfriado por ventilador totalmente cerrado	