



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE
SANTA ELENA
FACSISTEL**

ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN

**COMPONENTE PRÁCTICO DEL EXAMEN
COMPLEXIVO**

*“Diseño y simulación de un sistema automatizado para el
proceso de taponado, empaquetado y paletizado en la
elaboración de bebidas gaseosas”*

SUÁREZ COCHEA CARLOS MANUEL

**Dirigido por
Ing. Carlos Saldaña, M.Sc.**

LA LIBERTAD-2024

DEDICATORIA

Este proyecto lo dedico con amor y gratitud a mi querida madre, por su apoyo y presencia constante que han sido mi mayor fortaleza a lo largo de este camino. A través de su ejemplo y esfuerzo, han sido la inspiración que me impulsa a perseguir mis sueños. A mi padre Carlos Suárez donde sea que te encuentres agradezco todo el apoyo y amor por mí, gracias a tú esfuerzo estoy logrando cumplir mis metas espero que estés feliz por este logro en mi vida, te agradezco tu amor incondicional y consejos de la vida, que han sido los pilares fundamentales de mi desarrollo personal y académico.

Carlos Manuel Suárez Cochea

AGRADECIMIENTO

Quiero iniciar expresando mi agradecimiento a todos aquellos que han sido parte de este emocionante viaje académico. A Dios por permitirme un logro más en mi vida, a mi padre que con esfuerzo y paciencia me han apoyado en este largo camino, así como a mi querido amor Fernanda Mera, que ha estado a mi lado en los malos y buenos momentos.

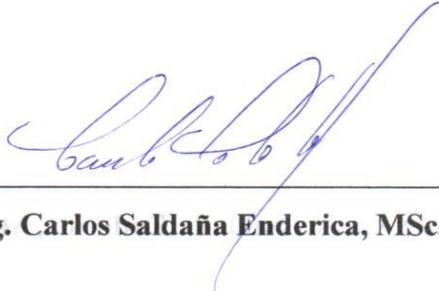
También, a toda mi familia, porque con sus consejos me hicieron una mejor persona y de una forma u otra me acompañaron en todas mis metas y sueños. Por último, pero no menos importante, dedico este trabajo a mi tutor, Carlos Saldaña, a quien agradezco profundamente su tiempo, paciencia y sabiduría. Sin su guía en este proyecto no habría sido posible. Les agradezco infinitamente a todos.

Carlos Manuel Suárez Cochea

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de tutor del Componente Práctico del Examen Complexivo con título: **“Diseño y simulación de un sistema automatizado para el proceso de taponado, empaquetado y paletizado en la elaboración de bebidas gaseosas”** elaborado por el estudiante Suárez Cochea Carlos Manuel, de la carrera de Electrónica y Automatización de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, me permito declarar que luego de haber orientado, estudiado y revisado, la apruebo en todas sus partes y autorizo al estudiante que inicie los trámites legales correspondientes.

La Libertad, 18 junio del 2024

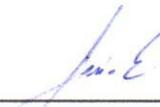


Ing. Carlos Saldaña Enderica, MSc.

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN



Ing. Ronald Rovira Jurado, PhD.
**DIRECTOR DE CARRERA
ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN**



Ing. Luis Chuquimarca Jiménez, MSc.
DOCENTE GUÍA UIC II



Ing. Carlos Saldaña Enderica, MSc.
DOCENTE TUTOR



Ing. Bremnen Véliz Noboa, PhD.
DOCENTE ESPECIALISTA



Ing. Corina Gonzabay De la A, Mgt.
**SECRETARIA DE LA CARRERA DE
ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN**

RESUMEN

El presente trabajo abarca a detalle todos los aspectos relativos a la implementación de la automatización en el sistema de taponado, empaquetado y paletizado en la producción de bebidas gaseosas. El sistema se compone principalmente de un autómata programable S7-1200 como dispositivo de control y una interfaz humano-máquina. La interfaz está pensada para implementarse en una pantalla Siemens TP 1200 Confort, la cual proporciona funciones de control y supervisión.

El diseño del sistema, un componente esencial de la parte investigativa previo a la puesta en marcha se centra en la selección y configuración adecuada del controlador principal del sistema para cumplir con los requisitos específicos del taponado, empaquetado y paletizado de gaseosas. Para garantizar un control eficiente y personalizado del proceso de taponado, empaquetado y paletizado, se examinan elementos importantes como la interfaz de usuario, la programación para el controlador principal y la conectividad para cada componente.

La simulación y respectiva representación gráfica de todas las etapas en las que está focalizada la automatización del proceso es un aspecto del proyecto en el cual se pone especial atención dado que a través de las pantallas que componen la interfaz para controlar, supervisar y monitorear desde la vista general del proceso hasta las variables que intervienen en el mismo, se van posicionando los elementos que se desea presentar, la información de relevancia para el usuario, restricciones jerárquicas para evitar el acceso a funciones avanzadas, registros, alarmas, entre otras cuestiones.

Durante el taponado, se sellan 12 botellas, avanzando al empaquetado al alcanzar esta cantidad. El contador en el HMI supervisa este proceso y se reinicia automáticamente. En el empaquetado, una máquina de aire caliente reduce el plástico retráctil a 50° C durante 5 segundos. Luego, en el paletizado, las pacas de gaseosa se almacenan hasta formar 12 paquetes. La interfaz HMI permite monitorear y controlar en tiempo real cada etapa, con paneles de alarmas, históricos e indicadores.

Palabras claves: PLC, Taponado, Empaquetado, Paletizado.

ABSTRACT

This work covers in detail all aspects related to the implementation of automation in the capping, packaging, and palletizing system in the production of soft drinks. The system is mainly composed of an S7-1200 programmable controller as a control device and a human-machine interface. The interface is intended to be implemented on a Siemens TP 1200 Comfort screen, which provides control and supervision functions.

The importance of maintaining a good system for controlling soft drink processes is made known. Automation offers a solution to improve the uniformity and speed of the process, ensuring quality and efficiency in the production of soft drinks for mass consumption.

System design, an essential component of the pre-commissioning investigative portion, focuses on the proper selection and configuration of the Primary System Controller to meet the specific requirements of soft drink capping, packaging and palletizing. To ensure efficient and customized control of the capping, packaging and palletizing process, important elements such as the user interface, programming for the main controller and connectivity for each component are examined.

The simulation and respective graphic representation of all the stages on which the automation of the process is focused is an aspect of the project in which special attention is paid given that through the screens that make up the interface to control, supervise and monitor from the General view of the process up to the variables involved in it, positioning the elements to be presented, information of relevance to the user, hierarchical restrictions to prevent access to advanced functions, records, alarms, among other issues.

During capping, 12 bottles are sealed, advancing to packaging until this quantity is reached. The counter in the HMI monitors this process and resets automatically. In packaging, a hot air machine reduces the shrink plastic to 50° C for 5 seconds. Then, on palletizing, the bales of soda are stored until they form 12 packages. The HMI interface allows you to monitor and control each stage in real time, with alarm panels, history and indicators.

Keywords: PLC, Packaging, Programming, Interface.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	1
AGRADECIMIENTO	2
RESUMEN	5
ABSTRACT	6
INTRODUCCIÓN	11
OBJETIVOS	13
Objetivo general	13
Objetivos específicos:	13
Justificación	14
Alcance del proyecto.....	15
CAPÍTULO 1: FUNDAMENTOS TEÓRICOS.....	16
1.1. Marco conceptual.....	16
1.1.1. Ingenierías en sistemas de automatización.....	16
1.1.2. Automatización Industrial	16
1.1.3. Infraestructura industrial para la automatización	17
1.1.4. Sistema automatizado	18
1.1.5. Proceso de taponado, empaquetado y paletizado de gaseosas	18
1.1.6. Automatización en la industria de gaseosas.....	19
1.1.7. Componentes físicos.....	20
1.1.8. Componentes lógicos	25
1.1.9. Normas ISA	25
1.2. Antecedentes	26
1.3. Importancia y beneficios de la propuesta en la aplicación práctica.....	28
CAPÍTULO 2: DESARROLLO EXPERIMENTAL	29
2.1. Plan de implementación	29
2.1.1. Factibilidad técnica	29
2.1.2. Factibilidad económica.....	30
2.2. Descripción de la solución	31
2.2.1. Descripción del proyecto	32
2.2.2. Diseño de la infraestructura	33
2.2.3. Diseño de la topología de comunicación	33

2.2.4.	Lógica de programación en el proceso de bebidas gaseosas.	34
2.2.5.	Programación Ladder.....	34
2.2.6.	Desarrollo de la interfaz gráfica (HMI)	36
2.3.	Pruebas y puesta en marcha de la solución	38
2.3.1.	Inicialización del sistema puesta en marcha	38
2.3.2.	Menú envasador de gaseosas.....	39
2.3.3.	Modo funcionamiento Manual y Remoto.....	39
2.3.4.	Inicialización del sistema	40
2.3.5.	Proceso de taponado	40
2.3.6.	Proceso de empaquetado	40
2.3.7.	Proceso cortado de plástico	41
2.3.8.	Proceso máquina de aire caliente.....	41
2.3.9.	Proceso Paletizado	41
2.4.	Resultados y Conclusiones	42
2.4.1.	Resultados	42
2.4.2.	Conclusiones	42
2.4.3.	Recomendaciones.....	43

INDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Ficha técnica PLC siemens S7-1200	21
Tabla 2.	Características de un HMI.....	22
Tabla 3.	Características técnicas del motor trifásico	22
Tabla 4.	Datos técnicos pulsador NA	23
Tabla 5.	Datos técnicos pulsador NC	23
Tabla 6.	Datos técnicos paro de emergencia	24
Tabla 7.	Comparación de controladores logo y PLC S71200:	30
Tabla 8.	Recursos materiales para el proyecto.....	31
Tabla 9.	Presupuesto total estimado para el proyecto	31

INDICE DE ILUSTRACIONES

Figura 1 Comunicación PLC y HMI	33
Figura 2 Dispositivos de entrada y salida a nivel de campo.....	34
Figura 3 Pantalla general del sistema	36
Figura 4 Pantalla de tendencias	36
Figura 5 Pantalla de alarmas.....	37
Figura 6 Pantalla de mantenimiento.....	37
Figura 7 Pantalla Parámetros eléctricos	38
Figura 8 Inicio de sesión.	38
Figura 9 Menú del sistema.	39
Figura 10 Funcionamiento Automático.....	39
Figura 11 Funcionamiento Manual.	39
Figura 12 Inicialización del sistema.....	40
Figura 13 Pantalla del proceso de taponado	40
Figura 14 Pantalla del proceso de Empaquetado	40
Figura 15 Pantalla del proceso del cortado de plástico	41
Figura 16 Pantalla del proceso máquina de aire caliente	41
Figura 17 Pantalla del proceso de paletizado.....	41

INTRODUCCIÓN

La Microempresa "GOOD SODA", es una entidad que ha abierto sus puertas a principios del mes de febrero del 2024, siendo un negocio emergente y que ha venido proveyendo de bebidas gaseosas a los empleados de la corporación "El Rosado S.A". El producto estrella elaborado por la microempresa ha recibido una retroalimentación positiva por parte de los empleados quienes han fungido como el público de prueba para realizar un análisis de mercado que en principio le pueda indicar a la microempresa si su producto puede llegar a obtener las mismas reacciones por parte de consumidores más diversificados de decidirse a lanzar oficialmente su producto como una alternativa a las bebidas gaseosas tradicionales y de popular consumo.

Los productores de "GOOD SODA", al ser los laboradores de una empresa modesta de reciente creación y que apenas se está dando a conocer, no puede llegar a convertirse en un competidor directo de muchos de los competidores en el mercado, como Pepsi, Big Cola, Fanta, entre otras compañías. Dada la alta competitividad, los productores se esfuerzan por entregar un producto de alta calidad a sus consumidores con el propósito de preservar y prevenir que el legado que la empresa ha tenido durante años se vea comprometido, lo cual es el punto de referencia para "GOOD SODA" y la meta a alcanzar. Al final del día, los productores son los encargados de continuar contribuyendo a que la microempresa con el pasar del tiempo comience a posicionarse y expandirse poco a poco hasta convertirse en un referente a nivel nacional [1].

En entornos industriales que cuenten, ya sea con un resaltable o más bien con un discreto nivel de automatización, como lo es el caso de GOOD SODA, usualmente de las primeras inversiones en realizarse cuando de elevar el estándar en los niveles de productividad y generar un mayor rédito económico para la empresa se trata, viene a ser el diseño e integración de sistemas automáticos, que son gobernados por un agente fundamental el cual es el controlador lógico programable.

En este sentido, el diseño o manufactura detrás de un sistema automatizado controlado por una unidad autónoma programable, encuentra sus bases en lo que multinacionales de gran calibre y proyectos relacionados han realizado previamente, que parten de la sincronía consistente que debe existir entre los sensores y actuadores involucrados en las etapas consideradas cruciales para la producción de bebidas gaseosas como lo son el sellado, paletizado y empaquetado del producto.

Conseguir una sincronía adecuada entre los sensores y actuadores que trabajan en conjunto con el controlador principal del sistema es prioritario, así como también lo es el establecimiento de una sólida interfaz de comunicación entre todos los componentes del sistema usando protocolos y estándares, promoviendo así que la red o medio a través del cual los elementos reciben y transmiten información sea el óptimo y se garanticen resultados favorables.

En temas de simulación y representación gráfica en tiempo real de las etapas del proceso de producción de bebidas gaseosas, indiscutiblemente lo más común es hablar de invertir en el desarrollo e implementación de sistemas de supervisión, control y adquisición de datos, así como de interfaces humano-máquina. Trabajos relacionados como “Diseño de un sistema de supervisión, control y adquisición de datos de una celda de manufactura para el proceso de producción de bebidas gaseosas” [2]. Y “Diseño de un sistema automático de embotellado y sellado de botellas para jugos de 250 mm³” presentan enfoques innovadores y de alto impacto en el desglose de sus respectivos desarrollos, puesto que en ambos se ponen en práctica los fundamentos tanto de diseño como de simulación para representar de forma muy aproximada sus aplicativos siendo que ambos están pensados para llevarse a un entorno industrial real y se valen del uso de normativas vigentes [3].

El proyecto en cuestión busca representar las etapas de taponado, empaquetado y paletizado de las envasadoras de bebidas gaseosas a través del enlace o comunicación requerida entre la interfaz humano-máquina y el controlador lógico programable que se ha planteado. Se debe llevar a cabo un análisis de factibilidad y de rentabilidad previo para determinar qué equipos están en funcionamiento en cada etapa y evaluar su rendimiento al monitorear el proceso de producción diario que se realiza en tiempo real, de modo que se pueda adquirir una proporcionalidad congruente con respecto a la inversión a largo plazo que se realiza para la mejora constante del aplicativo y los beneficios en materia de retribución económica, esto en función de los requerimientos, necesidades y exigencias emergentes tanto de parte del mercado que se amolda a las tendencias actuales como de los consumidores que se ven atraídos por productos que presenten innovación y calidad como su carta de presentación.

OBJETIVOS

Objetivo general

Diseño y simulación un sistema de control y monitoreo para el proceso de taponado, empaquetado y paletizado en la elaboración de bebidas gaseosas mediante controlador lógico programable (PLC).

Objetivos específicos:

- Diseñar la solución del sistema simulado industrial para el sistema de control automático en el proceso de taponado, empaquetado y paletizado de bebidas gaseosas.
- Desarrollar la programación Ladder correspondiente al proceso de taponado, empaquetado y paletizado de bebidas gaseosas para la automatización usando PLC S7 1200.
- Desarrollar una interfaz gráfica para el control del proceso de taponado, empaquetado y paletizado de bebidas gaseosas con SIMATIC TP 1200.
- Probar y validar el sistema simulado industrial diseñado dentro de un ambiente controlado en el laboratorio de automatización.

Justificación

Las acciones de taponado, empaquetado y paletizado son etapas cruciales para las empresas envasadoras porque contribuyen a mejorar la calidad del producto y la eficiencia de producción. En lo que respecta al almacenamiento y transporte de gaseosas, el proceso de taponado se encarga de proteger los productos de la contaminación, derrames y oxidación.

El empaquetado es una etapa muy vital por la que productos envasados deben atravesar con la finalidad de ser protegidos adecuadamente de daños físicos y apoyar a una mejora en la presentación del producto, lo cual tiene un impacto positivo en las decisiones de compra de los clientes. Además, la realización de este proceso ofrece espacio para la colocación de etiquetas, instrucciones y advertencias necesarias para satisfacer los requisitos de información del consumidor. Adicionalmente, facilita la agrupación de productos en unidades de manejo más grandes, lo que reduce los costos de transporte y optimiza el espacio de almacenamiento. Un empaquetado eficiente también puede valerse del uso de materiales reciclables para ser efectuado, lo que reduce el desperdicio y promueve una sostenibilidad medioambiental solvente y más amigable.

El paletizado permite juntar los productos en unidades fáciles de manipular y transportar mediante montacargas y otros dispositivos. La ejecución de este proceso previene que los productos caigan y sufran posibles daños durante el transporte y el almacenamiento. La organización y la gestión del espacio de almacenaje se mejoran, lo que permite un almacenamiento vertical más eficiente y un mejor gestionamiento del inventario. Respecto a ventajas, la automatización del paletizado promueve la reducción de los costos laborales y ayuda a mejorar la ergonomía de los trabajadores al aminorar el trabajo manual intensivo.

En lo relativo a las variables que se controlan durante este proceso están: la temperatura de la máquina de aire caliente, que debe estar en un rango de 40 a 50 grados Celsius y que puede ser medida mediante el sensor de temperatura, y el tiempo de empaquetado, que debe estar en un rango de 5 segundos para proceder a colocarse el plástico retráctil.

Alcance del proyecto

El alcance del proyecto engloba el desarrollar e implementar un sistema automatizado que aporte una mejora significativa en los procesos de sellado, empaquetado y paletizado de bebidas gaseosas. Se desea efectuar un control de la temperatura de la máquina de aire caliente para el proceso de sellado y por consiguiente optimizar el tiempo de almacenaje de las bebidas en los empaques para reducir el uso de materiales en el proceso de empaquetado, sin tener que comprometer de forma alguna la presentación final del producto mientras finalmente se paletiza previo a su distribución.

CAPÍTULO 1: FUNDAMENTOS TEÓRICOS

1.1. Marco conceptual

1.1.1. Ingenierías en sistemas de automatización

El diseño, el desarrollo y la gestión de sistemas automáticos ayudan a controlar los procesos industriales y de manufactura en las ingenierías en sistemas de automatización implementados en entornos industriales. Este tipo de ingeniería combina conocimientos de varias disciplinas, que se utilizan como bases y entre las cuales se abarcan, por ejemplo, el campo de la electrónica, mecánica, informática y control, para poder estructurar sistemas que mejoren la eficiencia, precisión y seguridad de los diversos procesos.

1.1.2. Automatización Industrial

La automatización industrial se refiere a la aplicación de diversas tecnologías para controlar y monitorear de forma automática procesos, maquinarias o dispositivos que ejecutan actividades repetitivas, buscando así la reducción de la intervención humana en lo máximo posible. La meta tras esta tecnología es acelerar u optimizar la producción en el menor tiempo posible, abaratar los costos de producción y mantener una calidad del producto uniforme y consistente. Este progreso tecnológico se ha vuelto posible gracias a la convergencia de varias tecnologías y recursos, tales como:

- La instrumentación, la cual es un campo de aplicación en el que se miden o registran las propiedades de la materia en sus diversos estados, ya sean gases, sólidos o líquidos. Esto implica evaluar variables medibles como volumen, peso, presión, entre otros.
- Los sensores, los cuales son elementos que desempeñan un papel importante al ser capaces de proporcionar información sobre el estado del proceso y que funcionan como entradas que recibe el sistema, identificando por ejemplo la ubicación de un objetivo y habilitando o deshabilitando la ejecución de una determinada condición según sea el caso.
- Los sistemas de comunicación integran todas las partes del proceso, por otro lado, los Controladores Lógicos Programables (PLC) dan lugar a que todo funcione en secuencia de acuerdo con la programación establecida. En conjunto, su función principal es asegurar una uniformidad, orden y eficiencia del proceso [3].

Desde otra perspectiva y en el contexto del taponado, empaquetado y paletizado de bebidas gaseosas, la automatización industrial se refiere a la implementación de sistemas y tecnologías automatizadas para optimizar y mejorar la eficiencia de las acciones involucradas en el sellado, empaquetado y paletizado de bebidas gaseosas. Esto implica el uso de robots, máquinas y software para completar tareas repetitivas y complejas con mayor precisión, velocidad y seguridad.

1.1.3. Infraestructura industrial para la automatización

La estructura de un sistema de automatización industrial proporciona una explicación de los diferentes niveles de funcionamiento que tiene. El triángulo jerárquico, que representa los tres niveles de un sistema de automatización industrial típico y se considera como la forma más ortodoxa y organizada de bosquejar la infraestructura de tal sistema.

Un sistema de automatización industrial típicamente se compone de tres niveles principales, cada uno con tareas y funciones particulares. Estos niveles se describen a continuación:

- **Nivel de campo:** Es el nivel más bajo y es responsable de realizar acciones físicas y recopilar datos. Los sensores recopilan información sobre el entorno, como temperatura, presión y flujo, mientras que los actuadores responden a las señales que reciben, como abrir o cerrar una válvula, encender o apagar un motor, etc. Este nivel incluye componentes como sensores, actuadores, transmisores y dispositivos de entrada/salida (I/O).
- **Nivel de Control:** Este nivel procesa la información de los dispositivos de campo y supervisa los procesos industriales en tiempo real. Los PLC y DCS ejecutan programas de control, pero los sistemas SCADA permiten la supervisión y el control remoto de los procesos. Elementos como controladores lógicos programables (PLC), sistemas de control distribuido (DCS), controladores de procesos y sistemas de supervisión y adquisición de datos (SCADA) son inherentes de este nivel.
- **Nivel de Supervisión y Gestión:** La supervisión general, la planificación, la gestión y la optimización de los procesos industriales son tareas que se ejecutan en este nivel. Para mejorar la eficiencia y la toma de decisiones estratégicas, se combinan la información de producción con otros aspectos de la empresa, como

la gestión de inventarios, la logística y las finanzas. Por ejemplo, los sistemas ERP integran y gestionan los datos de toda la organización, mientras que los sistemas MES supervisan y gestionan las operaciones de producción en tiempo real.

Los sistemas de planificación de recursos empresariales (ERP), los sistemas de ejecución de manufactura (MES), el software de gestión de la producción y las bases de datos son elementos que se implementan con frecuencia en este nivel.

Estos tres niveles explorados trabajan juntos para garantizar que los procesos industriales sean eficientes, precisos y optimizados, que abarcan desde la recolección de datos y el control de procesos hasta la gestión y planificación a nivel empresarial.

1.1.4. Sistema automatizado

Los sistemas de automatización son innovaciones a nivel tecnológico que permiten que las personas operen y controlen maquinaria y procesos sin necesidad de intervención constante de su parte, únicamente de forma remota. Los controladores lógicos programables (PLC), los sistemas de control distribuido (DCS), los robots y los sistemas de supervisión y adquisición de datos (SCADA) son algunos de los componentes típicos que se ocupan en este tipo de redes sistemáticas. Estos sistemas mejoran la eficiencia, la precisión y la consistencia en una variedad de sectores, como por ejemplo el de transporte, la energético y el de la manufactura. Además, reducen los costos operativos a largo plazo y maximizan la seguridad al realizar tareas de riesgo considerable. Su aplicación eleva a otro nivel la realización de procesos repetitivos, desde la producción a nivel industrial y la gestión de redes eléctricas hasta la automatización de toda una planta de generación masiva.

1.1.5. Proceso de taponado, empaquetado y paletizado de gaseosas

- **Taponado**

En esta etapa se procede a sellar herméticamente cada botella de bebida gaseosa que haya pasado por los respectivos filtros de calidad de las etapas de llenado y carbonatación, de modo que así se pueda garantizar en la totalidad posible que el producto se mantenga contenido en el envase y pueda durar el estimado de su fecha de caducidad o hasta ser consumido el producto.

- **Empaquetado**

En esta etapa, se hace uso y se pone en pleno funcionamiento a los sensores de proximidad fotoeléctricos. Estos sensores ayudan a organizar los envases, agrupándolos de a 12 botellas. Además, en esta etapa también actúa una pinza neumática que recolecta y empaca los envases.

- **Paletizado**

En esta etapa, se colocan de forma ordenada varias unidades envasadas sobre un palet, las cuales se agrupan para facilitar la manipulación del producto y su distribución adecuada.

1.1.6. Automatización en la industria de gaseosas

La automatización en la industria de gaseosas, específicamente en las etapas de taponado, empaquetado y paletizado, es fundamental para aumentar la eficiencia de producción y la calidad del producto final. Durante el taponado, los sistemas automatizados utilizan controladores lógicos programables (PLC) para asegurar que cada botella se selle correctamente y a la velocidad adecuada, evitando derrames y garantizando la frescura del producto.

En la etapa de empaquetado, las líneas automatizadas manejan y organizan las botellas en paquetes de diferentes tamaños, utilizando robots y sistemas de visión artificial para verificar que todas las botellas estén presentes y en buen estado. Esto no solo mejora la velocidad del empaquetado, sino que también reduce los errores humanos y el desperdicio de materiales.

Finalmente, en el paletizado, los robots se encargan de apilar los paquetes de botellas en pallets de manera precisa y eficiente. Estos robots pueden manejar cargas pesadas y formar pallets estables que facilitan el transporte y almacenamiento. Los sistemas de control distribuidos (DCS) supervisan todo el proceso, asegurando la sincronización entre taponado, empaquetado y paletizado, y permitiendo ajustes en tiempo real para mantener la calidad y eficiencia.

1.1.7. Componentes físicos

Controlador lógico programable S7-1200 1212C AC/DC/Relay

Un controlador lógico programable es un componente creado para reemplazar los circuitos secuenciales gobernados por relés para el control de máquinas. Los PLCs son dispositivos electrónicos sofisticados ampliamente utilizados en la automatización industrial. Los PLCs pueden interpretar y poner en funcionamiento la lógica de accionamiento de máquinas, plantas y procesos industriales, así como procesar y recibir señales analógicas y digitales para controlar procesos secuenciales por naturaleza en tiempo real [23].

El S7-1200 1212C AC/DC/Relay cuenta con entradas y salidas digitales y salidas de relé. Estas entradas y salidas permiten la conexión de dispositivos como sensores, actuadores y otros para controlar y monitorear los procesos industriales. Este controlador puede funcionar con corriente alterna (AC) y corriente directa (DC), lo que lo vuelve versátil y adaptable a varios entornos de trabajo. Dispone de puertos Ethernet y seriales, entre otras opciones de comunicación, lo que facilita la integración con otros dispositivos y sistemas de control. Ofrece una capacidad de memoria adecuada para almacenar los datos y el programa de control que se requieren para la puesta en marcha de un determinado sistema. Está diseñado para procesar las instrucciones de control rápidamente, lo que garantiza una respuesta del sistema instantánea y eficiente. Para su programación ocupa un entorno de desarrollo fácil de entender, como lo es el software STEP 7 de Siemens, que permite a los ingenieros de control crear y modificar fácilmente los programas de control según las necesidades específicas de la aplicación.

La automatización del proceso de sellado, empaquetado y paletizado de bebidas gaseosas con un PLC S7-1200 1212C AC/DC/Relay puede dar lugar a que dicho proceso sea más eficiente, preciso y seguro. Además, puede contribuir a una potencial reducción de los costos y el desperdicio de producto.

En un contexto donde se busca automatizar el proceso de sellado, empaquetado y paletizado de bebidas gaseosas, el PLC tiene la capacidad de controlar cómo se sellan las botellas de las gaseosas al permitir la regulación de la temperatura de la máquina selladora, la velocidad de la cinta transportadora y la presión del sellado. También permite controlar la colocación de las botellas, la velocidad de la cinta transportadora y la posición de las cajas en la labor de empaquetar el producto. Adicionalmente, puede supervisar

cómo se paletizan las cajas de bebidas gaseosas a través del control de posición del palet, la velocidad del brazo robótico paletizador y la ubicación de las cajas.

Tabla 1. Ficha técnica PLC siemens S7-1200

DATOS TÉCNICOS	
MODELO	CPU 1212C AC/DC/relé
Firmware “Versión”	V4.4
Voltaje de alimentación requerido	120V AC, 320V AC
Corriente disponible	300 mA máx. “Alimentación de sensores”
E/S digitales	8 entradas y 6 salidas
E/S analógicas	2 entradas

Pantalla táctil HMI TP 1200

El dispositivo HMI seleccionado es un modelo TP 1200, el cual está diseñado específicamente para aplicaciones de automatización. Este dispositivo, que está conectado al controlador PLC, puede representar y mostrar el estado del sistema de manera detallada [25].

La pantalla táctil HMI TP 1200 es un dispositivo importante para los sistemas de automatización industrial porque tiene una interfaz táctil fácil de entender y puede mostrar el estado del sistema de manera detallada. Con una amplia pantalla de alta resolución y un tamaño generoso, facilita la visualización de datos complejos además de información de relevancia o crucial. Su integración con controladores PLC permite una comunicación protocolar y bidireccional efectiva, lo que permite la supervisión y control remoto de procesos. Este dispositivo también cumple con los estándares de comunicación y protocolos de red a nivel industria y ofrece opciones de personalización para adaptarse a las necesidades específicas de cada aplicación. El panel TP 1200 está diseñado para resistir entornos industriales exigentes y prioriza la robustez y la durabilidad. Además, sus funciones de seguridad avanzadas protegen los datos y los sistemas contra el acceso no autorizado.

Las máquinas que se utilizan en el sellado, empaquetado y paletizado de bebidas gaseosas, como selladoras, empaquetadoras y paletizadoras, se pueden controlar con la HMI TP 1200. Esto permite a los operadores iniciar y detener las máquinas, ajustar su velocidad y configuración y, si es necesario, solventar eventualidades o novedades que se puedan

llegar a presentar. Este componente también otorga la posibilidad de supervisar el proceso de sellado, empaquetado y paletizado de bebidas gaseosas, lo cual consiste en que los operadores visualicen datos como el estado de las máquinas, la velocidad de producción, entre otros. Inclusive, este equipo puede adquirir información sobre cómo se sellan, empaquetan y paletizan las bebidas gaseosas en tiempo real, lo cual quiere decir que dichos datos se pueden utilizar para mejorar la eficiencia de la línea de producción, identificar problemas y tomar decisiones informadas.

Tabla 2. Características de un HMI

Especificaciones técnicas del HMI.

DATOS TÉCNICOS	
Tipo de producto	TP 1200 Comfort
Tamaño de pantalla	12.1 Pulgadas
Diseño de Display	TFT
Ancho de visualización	261.1 mm
Altura de pantalla	163.2 mm
Número de colores	16,777.216
Resolución de imagen horizontal	1280 pixeles
Resolución imagen vertical	800 pixeles

Motor eléctrico trifásico

Un motor eléctrico trifásico es un componente que se encarga de convertir la energía mecánica en energía eléctrica. Este tipo de motor consta de tres líneas de alimentación, estas generan campos magnéticos rotativos en la parte del bobinado y estos campos magnéticos generados interactúan con el rotor, produciendo movimiento giratorio.

Tabla 3. Características técnicas del motor trifásico

DATOS TÉCNICOS	
Fases	3
Voltaje	220
Corriente	3.3 A
Potencia	1Hp
Frecuencia	60 Hz
Velocidad	1720 rpm
Temperatura máxima	40°C
Arranque	Directo o con variador de frecuencia

Pulsadores

Los pulsadores se diferencian de los interruptores porque se requiere una acción continua para permitir el paso de la corriente. Si el pulsador N.A. (normalmente abierto), al activarlo la corriente fluye y al dejar de pulsar, la corriente se interrumpe. En el caso del pulsador N.C. (normalmente cerrado), ocurre lo contrario: si no se presiona, la corriente fluye caso contrario si se pulsa, se interrumpe el paso de corriente.

Tabla 4. Datos técnicos pulsador NA

DATOS TÉCNICOS	
Tipo de contacto	Normalmente abierto
Corriente nominal	1A
Voltaje Nominal	24V DC
Grado de protección	IP65
Temperatura de operación	-25°C a 70°C

Tabla 5. Datos técnicos pulsador NC

DATOS TÉCNICOS	
Tipo de contacto	Normalmente cerrado
Corriente nominal	1A
Voltaje Nominal	24V DC
Grado de protección	IP65
Temperatura de operación	-25°C a 70°C

Paro de emergencia

La función principal del dispositivo de emergencia es la de frenar la máquina lo más rápidamente posible. Este dispositivo se normalmente está acoplado en las máquinas,

previéndose para este fin dos posibilidades: Un interruptor accionado manual o eléctricamente, situado en la línea de alimentación de la máquina.

Tabla 6. Datos técnicos paro de emergencia

DATOS TÉCNICOS	
Tipo de contacto	Normalmente cerrado
Corriente nominal	1A
Voltaje Nominal	24V DC
Grado de protección	IP65
Temperatura de operación	-25°C a 70°C

Tablero eléctrico de control

Los tableros eléctricos están encargados de dar protección a los componentes de mando y de control del sistema eléctrico desde un circuito básico hasta el de una maquina industrial. Estos dispositivos de conexión se centran en maniobra, protección, etc. que puedan permitir que una instalación eléctrica opere en buenas condiciones.

La principal función de un tablero eléctrico es controlar y proteger los circuitos de una instalación eléctrica, reduciendo los riesgos en las sobrecargas y lo importante garantizando un buen servicio de eléctrico tanto en un local comercial o vivienda.

Los tableros eléctricos están diseñados de metal que se utilizan para proteger los componentes de fuerza y de control del sistema eléctrico, ya sea un circuito básico o uno complejo, se requiere que el tablero eléctrico cumpla con las normas estándares para garantizar seguridad al usuario.

El gabinete debe estar en un ambiente adecuado para poder operar sin peligro alguno, l mayor parte de los gabinetes van en partes aisladas donde no haya niños que puedan correr riesgo alguno para garantizar una verdadera seguridad tanto a las personas como el sistema eléctrico.

1.1.8. Componentes lógicos

- **Nivel de visualización**

- **Totally Integrated Automation Portal (Tia Portal)**

La programación puede ser generada y estructurada según las necesidades de la empresa con el software TIA Portal. Desde la configuración del control hasta el funcionamiento de las máquinas y la planificación. Además, se puede disponer de una pantalla HMI fácil de entender y diseñada para que los operadores la manipulen. La lógica que puede gobernar un sistema específico se puede crear utilizando dos lenguajes de programación distintivos, la programación KOP y FUP.

- **Lenguaje de programación KOP**

El lenguaje escalera o Ladder, también conocido como lenguaje de contactos, es un lenguaje de programación gráfica que representa operaciones lógicas mediante símbolos similares a circuitos eléctricos. Estos componentes fundamentales son los contactos, que pueden ser abiertos o cerrados, y los relés, que representan acciones. De esta manera, brindan instrucciones para la resolución de operaciones matemáticas, la temporización de eventos o acciones, activación o desactivación de señales, entre otras.

1.1.9. Normas ISA

La utilidad detrás de las normas ISA radica en mejorar la comprensión, la seguridad y la eficacia de la interfaz humano-máquina (HMI) en entornos industriales. Para garantizar un manejo más intuitivo, seguro y eficiente de los procesos industriales, se busca estandarizar los elementos clave del HMI mediante la aplicación responsable y a consciencia de estas normas [11].

La industria de las bebidas gaseosas necesita las normas ISA porque estos productos son susceptibles a la contaminación y el deterioro. Estas normas protegen la salud y la seguridad de los consumidores puesto que promueven la producción y envasado de bebidas gaseosas de manera segura y consistente.

Las normas ISA brindan directrices para el diseño, la implementación y el mantenimiento de sistemas de alarma en la industria de procesos. Existen otras en cambio que proporcionan pautas para la gestión de los riesgos de seguridad en los sistemas de control de procesos. Y algunas otras que indican los lineamientos para la integración de sistemas de control de procesos de varios proveedores.

- **ASTM E1137**

Es fundamental, por ejemplo, garantizar que los termómetros de resistencia de platino utilizados para la máquina de aire caliente para plástico retráctil usada en el sellado, brinde precisión y confiabilidad. Estos termómetros son esenciales para controlar de manera precisa la temperatura durante el proceso de retracción del plástico, garantizando resultados consistentes y de alta calidad en el sellado. La norma establece los lineamientos de construcción, calibración y precisión, lo que afecta directamente la eficiencia y seguridad de los equipos. Al seguirse las normativas se asegura que los termómetros están cumpliendo con los estándares rigurosos de operación, lo que garantiza un rendimiento óptimo y la protección en la producción y en los procesos.

- **ISO 14001**

Es una norma internacional que establece las condiciones para que una organización tenga un sistema de gestión ambiental (SGA) efectivo. Su objetivo es ayudar a las empresas a identificar, priorizar y gestionar sus efectos ambientales de manera sistemática, contribuyendo así a la protección del medio ambiente y al cumplimiento de las normativas ambientales aplicables. En pocas palabras, ISO 14001 ofrece un marco de referencia para que las organizaciones creen políticas, objetivos y procesos que fomenten la mejora continua en la gestión ambiental.

- **ISA 101**

El estándar ISA101 para HMI tiene como objetivo establecer una serie de pautas para el diseño y la jerarquización de las interfaces humano-máquina utilizadas en la automatización industrial de máquinas y procesos [17].

- **ISO 9241-210:2019**

Esta norma se basa en los principios de la ergonomía, que corresponde a la interacción hombre-sistema y se enfoca en la creación de sistemas eficientes, seguros y fáciles de comprender y manejar [18].

- **IEC 62682**

Norma internacional que brinda orientación sobre cómo diseñar e implementar una variedad de alarmas efectivas necesarias en entornos industriales [8].

1.2. Antecedentes

A lo largo del tiempo y conforme se han ido presentando avances significativos en el ámbito de la automatización, se han ido desarrollado máquinas y dispositivos versátiles

que son capaces de realizar procesos cada vez más automatizados. Uno de estos procesos es el envasado de gaseosas, proceso el cual se realiza para mantenerlas libres de humedad y contaminantes. Gracias a las nuevas tecnologías emergentes, este proceso poco a poco se ha vuelto en su mayoría automático y casi en su totalidad autónomo.

En principio, el envase se sella manualmente. Esto conlleva dificultades debido a que el operador requiere tiempo y presión específicos para sellar la botella de vidrio. Si esto no se realiza correctamente, no se puede concebir un sellado sólido y uniforme. [14].

A lo largo de los años el proceso de sellado se ha ido actualizando a nivel tecnológico, a tal punto que en la actualidad uno de los métodos más económicos y con mayor aceptación es el sellado automático, el cual se realiza de manera precisa en milisegundos y acelera el proceso de producción gracias a que para darle forma se ocupan dispositivos electrónicos especializados en automatización.

En lo relativo al producto estrella de la microempresa, tal producto tiene buena aceptación por parte de los empleados a los que se les provee con el mismo, más sin embargo sucede que la producción del producto no es la más óptima debido a que el proceso de taponado se realiza de forma manual, razón por la cual se ha planteado implementar la automatización de este proceso para adquirir una mejor calidad y nivel de producción del producto, a su vez adicionando el proceso de empaquetado y paletizado para garantizar que se optimice sustancialmente la línea de producción.

La producción de bebidas gaseosas en Ecuador está aumentando constantemente debido a la optimización y automatización de procesos para aumentar los niveles de generación de producto. Las máquinas de envasado provienen principalmente del extranjero, lo que a veces limita la calibración según las necesidades del lugar de trabajo [15].

En tiempos más recientes, se sabe que existen varias máquinas que se ocupan del envasado de bebidas gaseosas, todas ellas están automatizadas con equipos robustos que permiten llevar todo el control de manera precisa, mientras que por otro lado también existen equipos más simples que cuentan con menor eficiencia y control, pero en ambos casos la meta en común es conseguir el mayor nivel de producción posible, manteniendo los estándares de calidad establecidos para el consumo apto del cliente [16].

1.3.Importancia y beneficios de la propuesta en la aplicación práctica

Para alcanzar un estándar de calidad en sus productos y satisfacer las exigencias del mercado nacional, algunas microempresas se han visto en la necesidad de incorporar sistemas automáticos para mejorar la eficiencia de algunos procesos. Estos sistemas automáticos implantados en el mercado están enfocados en la producción masiva o a gran escala.

La relevancia de automatizar procesos manuales radica en aumentar la productividad de los microempresarios ecuatorianos y motivarlos a adquirir equipos robustos que mejoren la calidad y el rendimiento del producto generado, lo cual puede resultar en mayores ganancias a largo plazo.

Las plantas embotelladoras de gaseosas en Ecuador se benefician del diseño e implementación de una máquina envasadora de gaseosas porque derivado de esto se puede conseguir que se triplique la producción sin la necesidad de tener que pagar a varios trabajadores que ya se encuentran realizando las labores repetitivas manuales. Esto beneficia a las microempresas que buscan mantener un equilibrio económico.

Al utilizar tecnologías automatizadas, se puede comprender de una mejor manera todo el proceso al contar con la posibilidad de controlar y observar el funcionamiento de cada dispositivo conectado al sistema. Para la programación y el control del proceso de producción, siempre es indispensable utilizar un controlador lógico programable y una interfaz humano-máquina para visualizar el estado del sistema. Este apartado es crucial debido a la necesidad de fomentar la inclusión de un sistema que puede ser adoptado en el sector industrial, teniendo en consideración su versatilidad y rentabilidad económica.

CAPÍTULO 2: DESARROLLO EXPERIMENTAL

2.1. Plan de implementación

El desarrollo e implementación del proceso automatizado tanto del sellado, como del empaquetado y paletizado de bebidas gaseosas de la microempresa “GOOD SODA” utilizando un autómatas programable implica programar el controlador mencionado para controlar y automatizar todo el proceso. Como resultado, se recopila información de todos los dispositivos conectados a la red del sistema.

2.1.1. Factibilidad técnica

Se basa en la utilización del software TIA Portal para simular un PLC físico y las herramientas de simulación avanzadas. Una plataforma sólida para el diseño, la prueba y la optimización de la operación de los componentes que conforman los sistemas de taponado, empaquetado y paletizado se proporciona gracias a esta sinergia entre el entorno de simulación virtual y la implementación práctica del hardware.

El software TIA Portal ofrece una interfaz intuitiva, además de didáctica y de alto rendimiento para desarrollar y monitorear remotamente el comportamiento de los procesos industriales, lo que permite la identificación temprana de posibles problemas y la optimización de los algoritmos de control. Por otro lado, la integración con un PLC físico permite validar y ajustar el funcionamiento de la lógica de control en un entorno cercano al real, lo que garantiza una transición fluida y exitosa de la simulación al ambiente de producción.

Además, el acceso a recursos y materiales de aprendizaje en línea a través del uso de TIA Portal y PLC físico mejora la capacidad técnica del equipo para abordar de manera eficiente y efectiva los desafíos del proyecto. En resumidas cuentas, la viabilidad técnica de este proyecto se basa en la combinación de herramientas de simulación avanzadas, el uso de tecnología de PLC real y el conocimiento especializado del equipo. Esto garantiza el adecuado desempeño y el éxito de la implementación de los sistemas de taponado, empaquetado y paletizado.

- **Controladores lógicos Programables**

El autómatas programable S7-1200 es un tipo de controlador que se considera de los más potentes y versátiles para aplicaciones que requieren una mayor capacidad, como lo pueden ser procesos de automatización industrial o el control de máquinas complejas [21].

Por otro lado, el controlador Logo es un dispositivo algo más tradicional y se usa en tareas menos exigentes y en aplicaciones de control que manejan máquinas de no tan alta demanda [22].

Tabla 7. Comparación de controladores logo y PLC S71200:

Características	Logo! (Módulo lógico inteligente)	S7- 1200
Voltaje de entrada	24V DC	24V DC
Entradas - digitales integradas	8	8
Entradas - analógicas integradas	2	2
Salidas - digitales integradas	4	6
Comunicación – integrada	Ethernet, AS-i	Ethernet, AS-i

Nota. Fuente Web Oficial (siemens, 2022)

En última instancia y tomando en cuenta el planteamiento del proyecto, se establece que, al buscar la mejor alternativa para obtener un desempeño destacable, un alcance de cotas de calidad excelsas y en líneas generales unas proyecciones que indican que este se puede considerar como el mejor controlador para automatizar el proyecto de sellado, empaquetado y paletizado de bebidas gaseosas.

2.1.2. Factibilidad económica

En la sección a continuación se presenta la factibilidad económica elaborada la cual se basa en los análisis de costos que genera la puesta en marcha del presente proyecto esto sustentado en los equipos requeridos, el diseño y la programación del sistema.

Tabla 8. Recursos materiales para el proyecto

Cant.	Dispositivo	Referencia	Precio
1	PLC	SIMATICS S7 – 1200 CPU 1214C	\$735.00
1	Pantalla HMI	DELTA TP 1200 Confort	\$1,850.00
1	Sensor fotoeléctrico de proximidad	E18 – D80NK	\$60
1	Sensor de Temperatura	SITRANS TS500	\$,1460.00
2	Sensor de Nivel	SITRANS Probe LU240	\$2,750.00
2	Válvula Neumáticas	FESTO	\$3,900.00
1	Contactador	SIRIUS 3RT2015-1BB41	\$140.00
1	Interruptor Automático	5SY4106-6	\$30.00
1	Pulsador paro de emergencia	Eaton - 121462 – M22 -PVT45P	\$62.00
2	Pulsador Luminoso - Verde	Eaton – 216596 – M22-D-G	\$19.00
2	Pulsador luminoso - Rojo	Eaton – 216594-m22-D-R	\$19.00
2	Indicador Luminoso - Verde	Eaton 216772 – M22-L-R	\$37.00
2	Indicador Luminoso - Rojo	Eaton 216773 – M22-L-G	\$37.00
Total:			\$9,639.00

Nota. Fuente: Sitio Web Oficial (Siemens, Mall.Industry. Siemens, s.f.)

- **Recursos Humanos**

Tabla 9. Presupuesto total estimado para el proyecto

Descripción	Precio	Total
Diseño y Programación del sistema	\$3000,00	\$3000,00
Instalación y pruebas del sistema	\$1500,00	\$1500,00
Total		\$4,500.00

Nota. Fuente: Elaborador por Autor

2.2. Descripción de la solución

La solución sugerida implica la creación e implementación de un sistema que simule y controle los procesos de empaquetado, paletizado y taponado utilizando el software del Portal TIA junto con un PLC y una interfaz humano-máquina (HMI) integrados en el sistema automatizado. Este enfoque generalizado da pie a que se dé el diseño, la

simulación y la optimización de procesos industriales virtuales, así como el control y la monitorización de la operación del sistema a través de una interfaz gráfica HMI intuitiva.

La HMI de TIA Portal ofrece una visión detallada y en tiempo real de los procesos de taponado, empaquetado y paletizado, lo que permite a los operadores supervisar y controlar cada etapa de manera eficiente y efectiva. La HMI también permite la implementación de un sistema de monitoreo y análisis de datos para evaluar el rendimiento del sistema, encontrar áreas de mejora y optimizar la productividad.

2.2.1. Descripción del proyecto

El presente proyecto de automatización se encuentra focalizado en la producción de gaseosa, proceso en el cual se requiere del uso de actuadores, equipos de control, además del diseño y monitoreo de una HMI.

Al requerir de actuadores para este proceso, se hace referencia al uso de las válvulas de control para el sistema de llenado de tanques, los cuales son responsables de contener la materia prima y por otro lado de las bombas que permiten el flujo de líquido en cada etapa del proceso de producción.

Los equipos de control, en este caso un PLC, son responsables de tomar las decisiones adecuadas en cada acción realizada en la línea de producción. Este dispositivo procesa los datos recopilados por los sensores de temperatura, nivel, pulsadores y selectores. Esta información ayuda a evaluar la situación y a tomar decisiones sobre el sistema.

El diseño de un sistema de HMI implica la creación de un sistema de monitoreo constante para la operación y supervisión en tiempo real de los procesos. Este sistema puede proporcionar una interfaz gráfica fácil de entender y de accesible comprensión para los operadores, que les permite visualizar toda la información relevante en tiempo real, así como ajustar los parámetros según sea necesario, almacenar los datos de los históricos del proceso y agilizar las tareas relacionadas con análisis situacional.

Cada acción descrita hasta este punto cumple con las normas pertinentes para garantizar que el sistema vaya en lineamiento con los estándares necesarios para su funcionamiento adecuado en una planta de producción de gaseosas.

2.2.2. Diseño de la infraestructura

- **Desarrollo del P&ID**

En el anexo 15 se encuentra representado la línea del proceso de la máquina de aire caliente en un diagrama de tuberías e instrumentación, se puede destacar la comunicación que existen entre los diferentes dispositivos, como los lazos de control tanto para el motor como las válvulas que se encuentran en el proceso, mediante las señales de entrada que se obtienen tanto del tipo continuo como discreto, por ejemplo nuestro sensor de temperatura, los datos son recibidos por el PLC, en el Anexo 16 se visualiza el esquema neumático y electroneumático para activación de banda transportadora

- **Diseño del sistema eléctrico**

En el Anexo 14 se visualiza las conexiones correspondientes del PLC, que permiten la activación y desactivación de los motores de las bandas transportadoras que solo requieren un arranque directo, se detalla las conexiones en las entradas y salidas digitales y analógica que se encuentran en el sistema, también se observan el sistema de control y fuerza correspondiente para dar inicio al proceso.

2.2.3. Diseño de la topología de comunicación

- **Interfaz Profinet**

El protocolo de comunicación industrial Profinet cumple con la norma IEC 61158 para la automatización de procesos industriales. Este protocolo permite la conexión de múltiples equipos a través del estándar Ethernet y soporta conexiones desde el nivel de campo hasta el nivel de gestión. La interfaz de comunicación ya sea física o simulada permite que el PLC y la HMI se comuniquen en tiempo real, lo cual es importante en entornos industriales donde se requiere que los sensores y los actuadores se encuentren correctamente sincronizados [20].

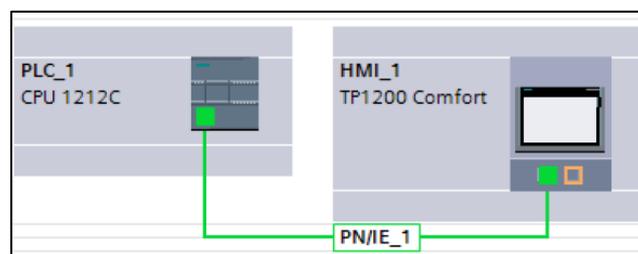


Figura 1 Comunicación PLC y HMI

Fuente: Autor

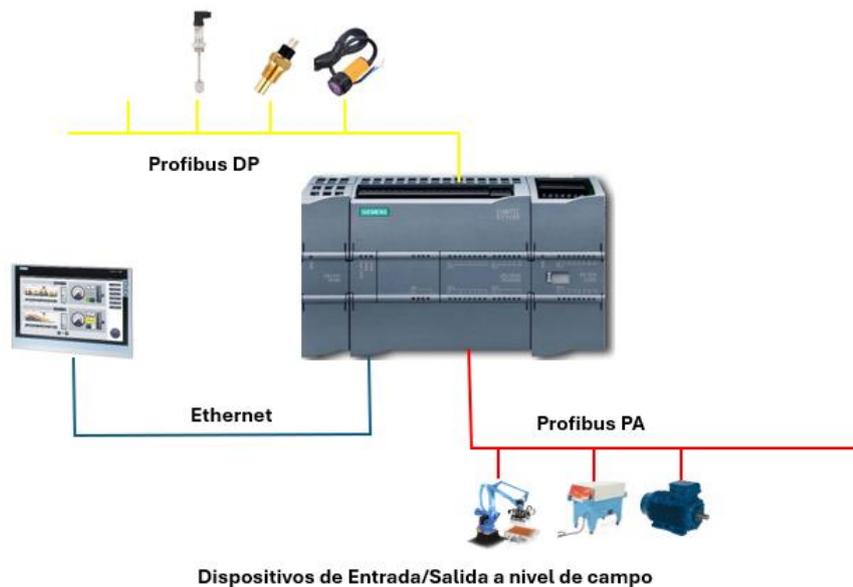


Figura 2 Dispositivos de entrada y salida a nivel de campo
Fuente: Autor

2.2.4. Lógica de programación en el proceso de bebidas gaseosas.

En esta sección se presenta el diseño a través de un diagrama de flujo para el sistema HMI que muestra el proceso de sellado, empaquetado y paletizado del producto. Esta representación gráfica muestra las etapas que se deben completar para lograr la producción óptima del producto final.

Se puede observar en el anexo 11, 12 y 13 que todos los procesos deben cumplir una condición de calidad donde se revisa si el proceso terminó correctamente y se puede empezar con el siguiente caso contrario se vuelve a realizar el proceso correspondiente.

2.2.5. Programación Ladder

BLOQUE PRINCIPAL

SEGMENTO 1: INICIO DEL PROCESO LOCAL Y REMOTO

En el segmento 1 se representa el funcionamiento del sistema y su programación correspondiente para el debido cambio de local y remoto.

SEGMENTO 2: BLOQUE MANUAL Y AUTOMÁTICO

En este bloque se representa los modos de manual y automático según requiera el usuario

SEGMENTO 3: ARRANQUE DEL SISTEMA GENERAL

Para este segmento se muestra el arranque general de todo el sistema en el botón de marcha como el HMI.

SEGMENTO 4: ETAPA DE TAPONADO

En el segmento 5 se procede con la etapa de taponado, en total son 12 botellas que se deben taponar.

SEGMENTO 5: ETAPA DE EMPAQUETADO

En la etapa de empaquetado las 12 botellas quedan envuelta en un plástico retráctil para un mayor agarre, este plástico se contrae con una máquina de aire caliente.

SEGMENTO 6 ETAPA DE PALETIZADO

En el segmento 6 se procede con la etapa de paletizado donde 4 paquetes de 12 botellas se los lleva a un pallet para su debida distribución.

SEGMENTO 7 ALARMAS Y AVISOS

Podemos encontrar las alarmas y avisos del sistema en general, donde cada alarma está debidamente diseñada para prevenir cualquier error del sistema.

SEGMENTO 8 PARÁMETROS ELÉCTRICOS

En el segmento 8 se encuentran todos los parámetros eléctricos del sistema que nos indicaran si los dispositivos están funcionando con los parámetros reglamentarios.

SEGMENTO 9 SENSOR DE TEMPERATURA

Se puede visualizar si la máquina de aire caliente está regulada reglamentariamente para prevenir que el plástico retráctil llegue a quemarse.

2.2.6. Desarrollo de la interfaz gráfica (HMI)

- Pantalla principal de los procesos de bebidas gaseosas

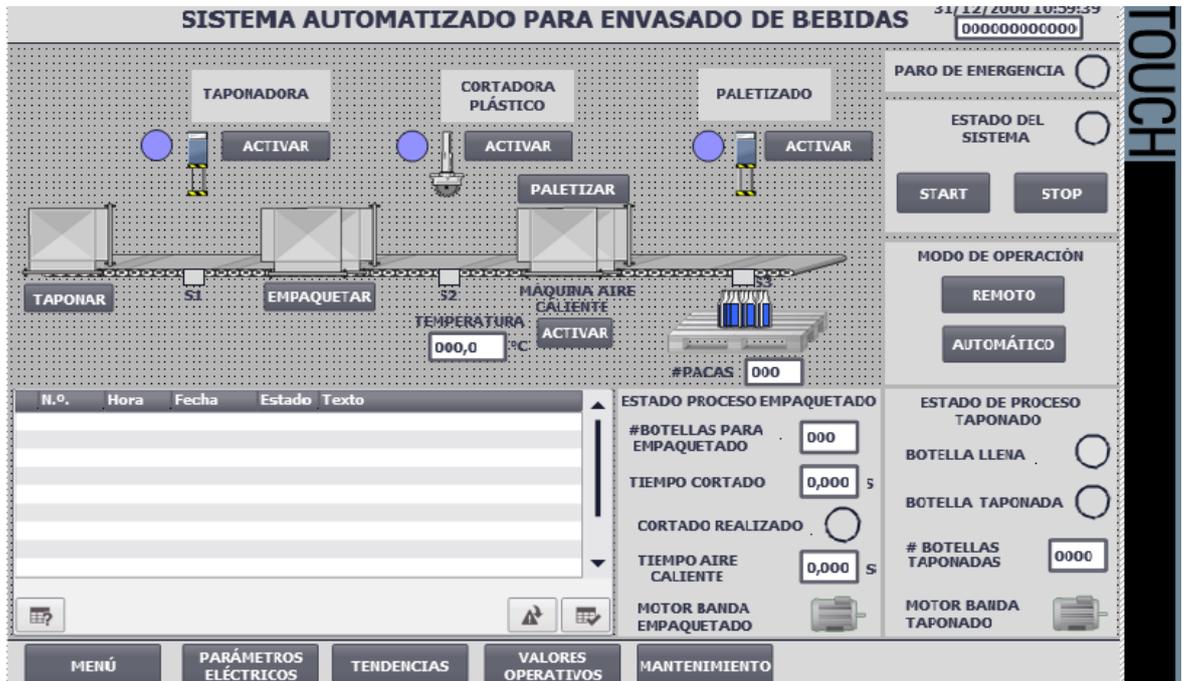


Figura 3 Pantalla general del sistema

Fuente: Autor

- Pantalla de tendencias



Figura 4 Pantalla de tendencias

Fuente: Autor

- **Pantalla de alarmas**

N.º	Hora	Fecha	Estado	Texto
29	14:59:34	14/06/2024	F	Mantenimiento Cortadora Desactivado
27	14:59:34	14/06/2024	E	Mantenimiento Taponadora Desactivado
32	14:59:33	14/06/2024	F	Mantenimiento Paletizadora Desactiva...
18	14:59:10	14/06/2024	E	Máquina Cortadora Desactivada
17	14:59:09	14/06/2024	E	Máquina Taponadora Desactivada
24	14:58:21	14/06/2024	E	Apagado Banda Paletizado
20	14:57:44	14/06/2024	E	Banda Transportadora Empaquetado...
10	14:56:54	14/06/2024	E	Banda Transportadora Taponado Apa...
3	14:56:12	14/06/2024	E	Modo Local Encendido

Figura 5 Pantalla de alarmas
Fuente: Autor

- **Pantalla de mantenimiento**

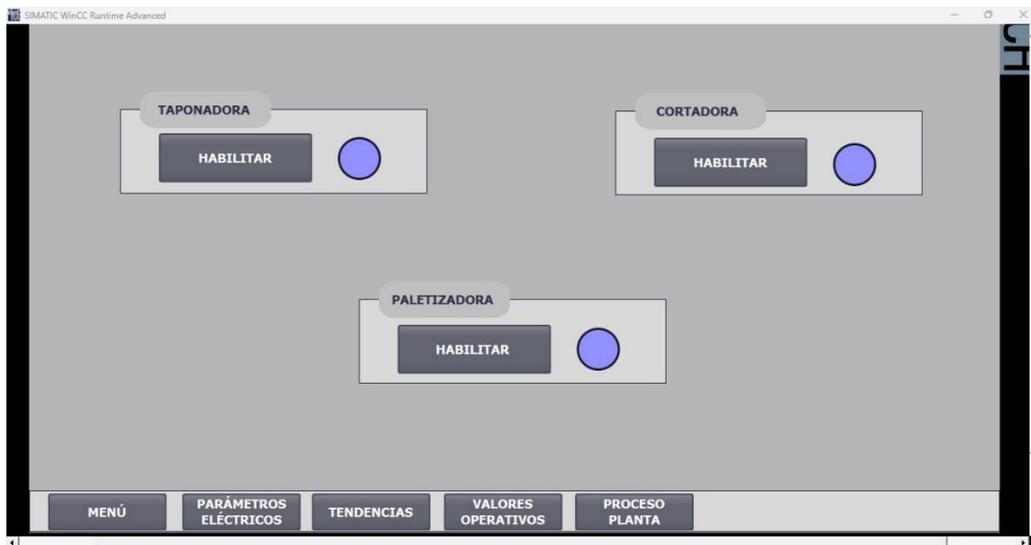


Figura 6 Pantalla de mantenimiento
Fuente: Autor

- **Pantalla de parámetros eléctricos**

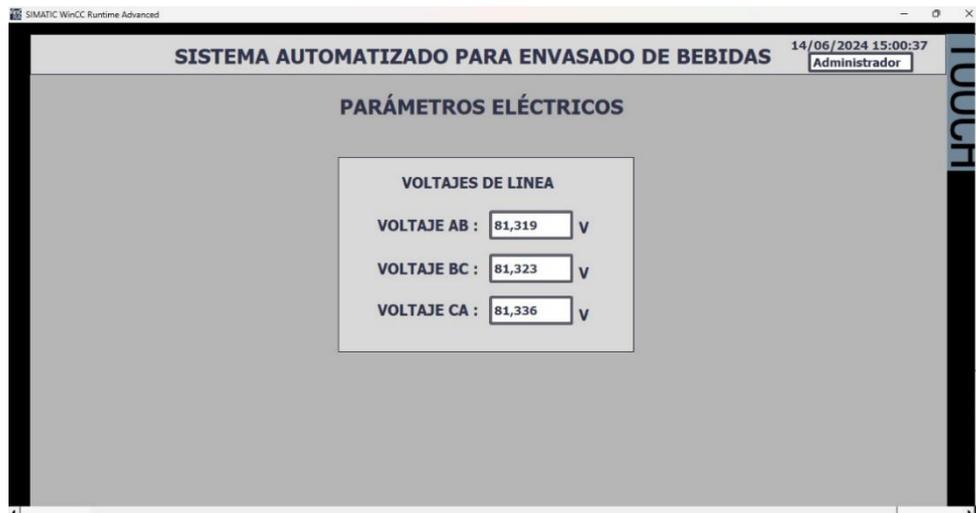


Figura 7 Pantalla Parámetros eléctricos
Fuente: Autor

2.3. Pruebas y puesta en marcha de la solución

2.3.1. Inicialización del sistema puesta en marcha



Figura 8 Inicio de sesión.
Fuente: Autor

2.3.2. Menú envasador de gaseosas



Figura 9 Menú del sistema.
Fuente: Autor

2.3.3. Modo funcionamiento Manual y Remoto



Figura 10 Funcionamiento Automático.
Fuente: Autor



Figura 11 Funcionamiento Manual.
Fuente: Autor

2.3.4. Inicialización del sistema



Figura 12 Inicialización del sistema.
Fuente: Autor

2.3.5. Proceso de taponado

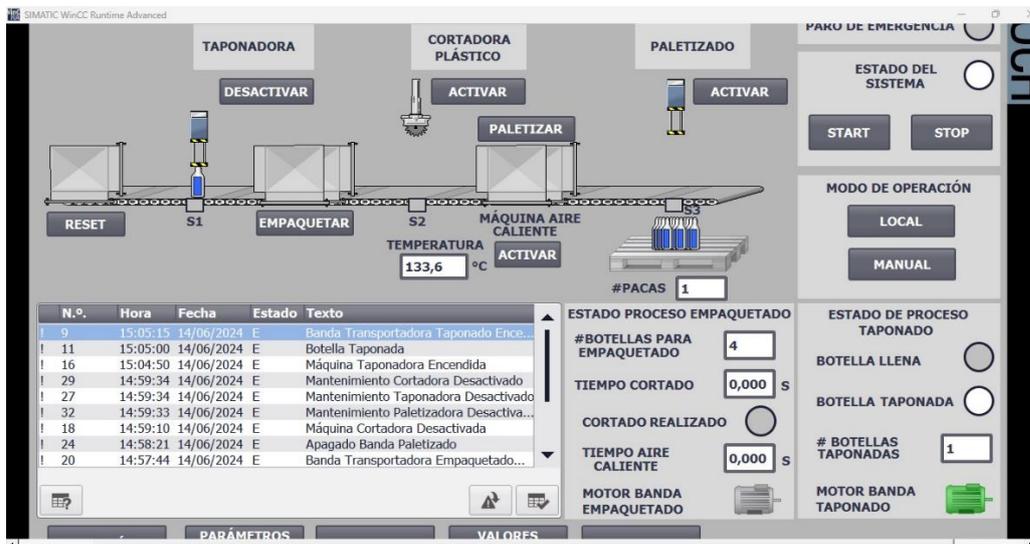


Figura 13 Pantalla del proceso de taponado
Fuente: Autor

2.3.6. Proceso de empaquetado



Figura 14 Pantalla del proceso de Empaquetado
Fuente: Autor

2.3.7. Proceso cortado de plástico

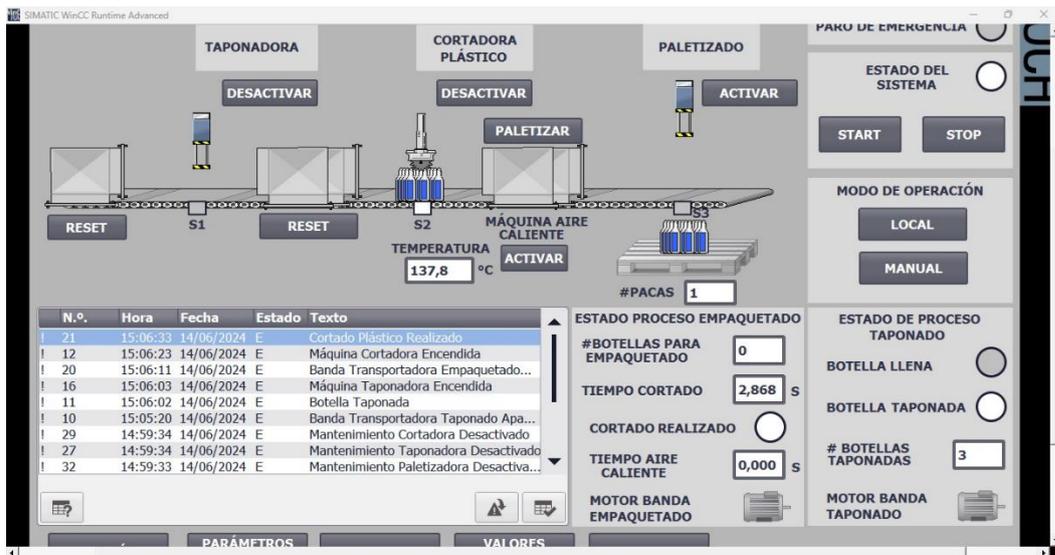


Figura 15 Pantalla del proceso del cortado de plástico
Fuente: Autor

2.3.8. Proceso máquina de aire caliente

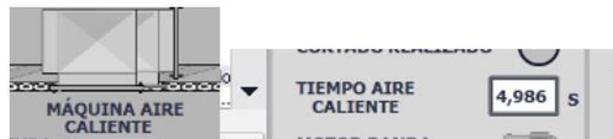


Figura 16 Pantalla del proceso máquina de aire caliente
Fuente: Autor

2.3.9. Proceso Paletizado

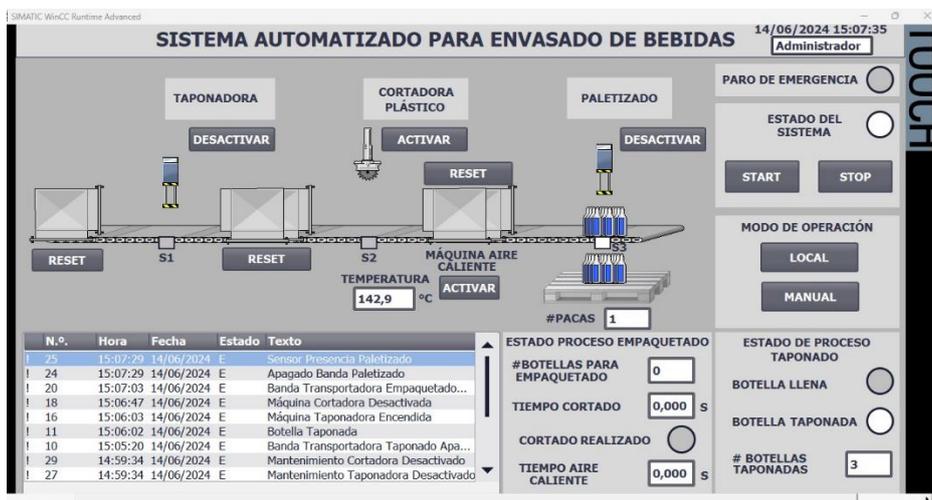


Figura 17 Pantalla del proceso de paletizado
Fuente: Autor

2.4.Resultados y Conclusiones

2.4.1. Resultados

- Se realizó la programación en Ladder para el PLC S7-1200, asegurando una operación robusta y confiable del sistema de taponado, empaquetado y paletizado de bebidas gaseosas. Esto incluye una secuencia eficiente de las operaciones, interbloques de seguridad efectivos y un manejo óptimo de alarmas y errores, garantizando así la estabilidad operativa y la minimización de tiempos de inactividad no planificados.
- Se logró simular un controlador PID de temperatura en el software Tia Portal, lo que permitió mantener una temperatura adecuada para la máquina de aire caliente, siguiendo las características del plástico retráctil, el cual se debe encontrar en 50°C.
- La integración de una interfaz gráfica HMI permitió observar el estado en tiempo real de cada proceso, lo que permitió el control de cada acción al momento de realizar cada proceso, además cuenta con los paneles reglamentarios de alarmas, históricos, y los indicadores para visualizar en tiempo real que sucede en cada proceso.

2.4.2. Conclusiones

- Se ha diseñado un sistema de control automático que integra las etapas de taponado, empaquetado y paletizado. El análisis detallado del proceso y la identificación de los sensores y actuadores necesarios permitieron crear un diagrama de flujo preciso, asegurando la correcta coordinación y eficiencia de todo el sistema.
- Utilizando el PLC S7-1200, se ha desarrollado un programa en lenguaje Ladder que controla de manera efectiva cada una de las etapas del proceso. La lógica de control implementada garantiza un funcionamiento seguro y eficiente, minimizando tiempos de inactividad y errores en la producción.
- Se ha diseñado una interfaz gráfica intuitiva y funcional en el SIMATIC TP 1200. Esta interfaz permite a los operarios monitorizar y controlar el proceso de taponado, empaquetado y paletizado de manera sencilla, ofreciendo visualización en tiempo real de las variables críticas y facilitando la toma de decisiones rápidas.
- El sistema diseñado ha sido probado y validado en un ambiente controlado en el laboratorio de automatización. Las pruebas realizadas han confirmado la correcta integración y funcionamiento del sistema.

2.4.3. Recomendaciones

- Se recomienda para una futura implementación el uso de un dinamómetro para medir la fuerza de sellado en el proceso de taponado de las gaseosas que se debe encontrar entre 15N a 30N cumpliendo los estándares de calidad bajo la norma ISO 9001:2015.
- Se sugiere realizar pruebas experimentales para verificar los resultados obtenidos en la simulación, comparando minuciosamente el desempeño del sistema real con las expectativas simuladas.
- Se recomienda implementar un sistema de monitoreo en tiempo real a través del PLC para detectar posibles problemas antes de la etapa de taponado porque no todas se llenan en el rango establecido o alguna botella defectuosa. La integración de sensores y alarmas ayudará al mantenimiento predictivo y poder minimizar los tiempos de inactividad

BIBLIOGRAFÍA

- [1] J. G. Maradey Lázaro, A. D. Rincón Quintero, J. A. Caballero Moreno, G. A. Castellanos Gómez y C. L. Sandoval Rodriguez, «Diseño de un sistema automático de embotellado y sellado de botellas para,» Instituto politécnico nacional México, Ciudad de México, 2022.
- [2] J. Cesar Barragan y J. Vidal Vera, «DISEÑO DE UN SISTEMA SCADA DE UNA CELDA DE MANUFACTURA PARA UN PROCESO DE PRODUCCIÓN DE BEBIDAD GASEOSAS,» INSTITUCIÓN DE EDUCACIÓN SUPERIOR ITFIP, ESPINAL-TOLIMA, 2015.
- [3] L. Novoa, T. Mazaneth y L. Bonifacio, «AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL E INTEGRACIÓN,» Uviversidad Tenológica del Perú, Lima, 2021.
- [4] «CPU 1212C,» [En línea]. Available: <https://mall.industry.siemens.com/mall/es/WW/Catalog/Product/6ES7212-1BE40-0XB0>. [Último acceso: 17 04 2024].
- [5] «sicma21,» [En línea]. Available: <https://www.sicma21.com/que-es-un-hmi-y-como-funciona/>. [Último acceso: 17 04 2024].
- [6] «ISA101 Norma para el diseño HMI,» 2020.
- [7] UNE, «UNE-EN ISO 9241-210:2019 (Ratificada)».
- [8] I. E. Commission, «Gestión de sistemas de alarma para las industrias de procesos,» IEC, guayas, 2022.
- [9] J. M. B. Rivarés, «Automatización de una planta de embotellado,» ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA, Zaragoza, 2021.
- [10] R. A. V. Ortega, «Document - gestion de procesos y calidad COCA COLA,» Universidad Central del Ecuador, Quito, 2019.
- [11] J. Bernabé, «marcas bajo el sello de Ecuador Bottling Company,» Espol, Guayas.
- [12] I. Gútiez, «programacionsiemens,» [En línea]. Available: <https://programacionsiemens.com/s7-1200/>. [Último acceso: 15 04 2024].
- [13] A. Castro, «cursosaula21,» [En línea]. Available: <https://www.cursosaula21.com/logo-de-siemens-que-es-y-como-funciona/>. [Último acceso: 16 04 2024].
- [14] M. Hernández, «PROFINET: PÁGINA DE TECNOLOGÍA,» [En línea]. Available: <https://us.profinet.com/tecnologia/profinet-es/>. [Último acceso: 15 04 2024].
- [15] S. S7-1200, «SIEMENS,» 12 04 2019. [En línea]. Available: <https://www.siemens.com/global/en/products/automation/systems/industrial/plc/s7-%201200.html>. [Último acceso: 12 04 2024].

- [16] «SIEMENS,» [En línea]. Available: <https://view.officeapps.live.com/op/view.aspx?src=https%3A%2F%2Fbibdigital.epn.edu.ec%2Fbitstream%2F15000%2F9276%2F6%2FLENGUAJES%2520DE%2520PROGRAMACION%2520DE%2520PLC.doc%23%3A~%3Atext%3DLENGUAJE%2520LADDER%2Cesquemas%2520el%25C3%25A9ctricos%2520de%25>.
- [17] «naylampmechatronics,» [En línea]. Available: <https://naylampmechatronics.com/sensores-proximidad/294-sensor-de-proximidad-fotoelectronico-reflex-e3f-r2n12.html>.
- [18] «iagua,» [En línea]. Available: <https://www.iagua.es/noticias/baccara/como-funciona-valvula-solenoid#:~:text=Una%20electrov%C3%A1lvula%2C%20o%20tambi%C3%A9n%20conocida,a%20trav%C3%A9s%20de%20la%20bobina..> [Último acceso: 13 04 2024].
- [19] «Parker Solutions,» [En línea]. Available: <https://www.valvulashidraulicas.com/cilindros-neumaticos-y-sus-aplicaciones.html>. [Último acceso: 04 13 2024].
- [20] «Ingeniería Mecafenix,» [En línea]. Available: <https://www.ingmecafenix.com/automatizacion/neumatica-electroneumatica/valvulas-neumaticas/>. [Último acceso: 13 04 2024].
- [21] «aveva,» [En línea]. Available: <https://www.aveva.com/es-es/solutions/operations/hmi/>. [Último acceso: 13 04 2024].
- [22] «riunet,» [En línea]. Available: <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/165975/Oltra%20%20La%20Norma%20ISA%2095.pdf?sequence=1#:~:text=La%20Norma%20ISA%2D95%20es,sistemas%20de%20control%20en%20planta..> [Último acceso: 14 04 2024].
- [23] «AUTYCOM,» [En línea]. Available: <https://www.autycom.com/protocolos-de-comunicacion-industrial/>. [Último acceso: 14 04 2024].
- [24] «siemens,» 2022. [En línea]. Available: <https://www.siemens.com/ec/es.html>. [Último acceso: 16 04 2024].
- [25] ««PLC Compacto Simatic S7-1200 – SIEMENS – SAGANT SAC»,» [En línea]. Available: <https://sagantsac.com/?product=plc-compacto-simatic-s7-1200-siemens>. [Último acceso: 17 04 2024].
- [26] «Siemens,» [En línea]. Available: <https://es.scribd.com/document/455946458/6AV21240MC010AX0-HMI-TP1200>. [Último acceso: 17 04 2024].
- [27] «tecnopl.com, «Conexión PLC y HMI en TIA Portal enlazar Red Profinet,» tecnopl, 2021. [En línea]. Available: <https://www.tecnopl.com/conexion-plc-y-hmi-tia-portal/>. [Último acceso: 17 04 2024].

[28] «TecnopLC,» 2020. [En línea]. Available: <https://www.tecnoplc.com/instalar-tia-portal-v16-paso-a-paso-para-evitar-fallos/>. [Último acceso: 17 04 2024].

ANEXOS

Tabla de variables

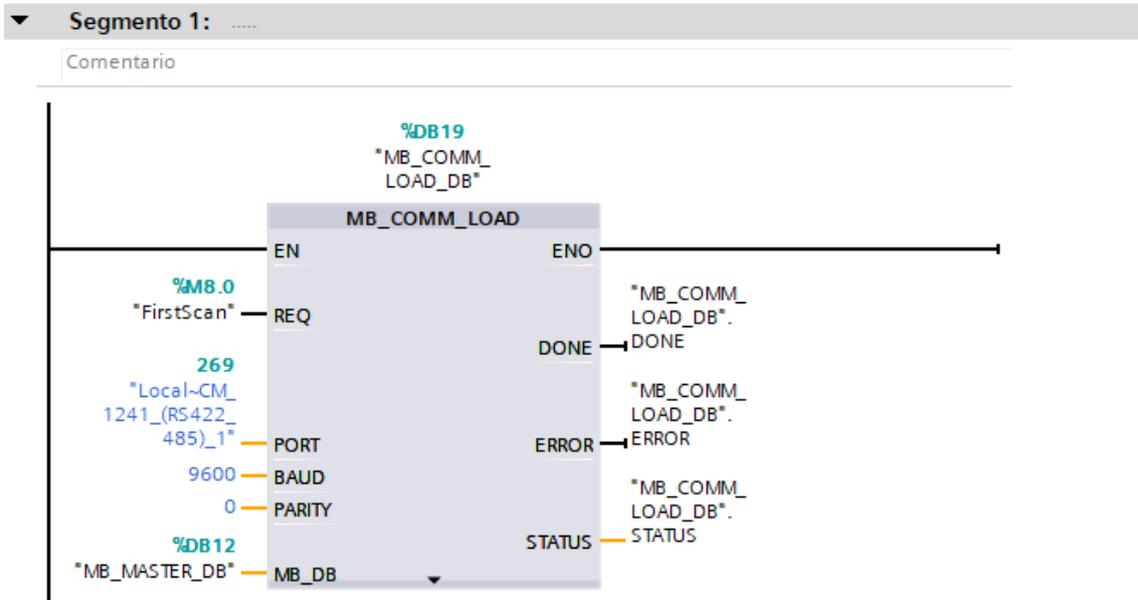
Entradas y salidas digitales

MODULO DI	ENTRADAS	DIRECCIÓN	DESCRIPCIÓN	SALIDA
MANUAL	F11	FISICA	FUSIBLE MOTOR 1	CONTACTOR KM11
	Q1	FISICA	INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO	
	PE1	FISICA	PARO DE EMERGENCIA 11	
	SRM11	FISICA	ENCENDIDO MOTOR 11	
	STM11	FISICA	APAGADO MOTO 11	
	F22	FISICA	FUSIBLE MOTOR 2	CONTACTOR KM22
	Q2	FISICA	INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO	
	PE22	FISICA	PARO DE EMERGENCIA 22	
	SRM22	FISICA	ENCENDIDO MOTOR 22	
	STM22	FISICA	APAGADO MOTO 22	
	M22	FISICA	MAQUINA AIRE CALIENTE	CONTACTOR KM33
	M23	FISICA	APAGADO MAQUINA AIRE CALIENTE	
	M24	FISICA	MAQUINA CORTADORA	CONTACTOR KM44
	M25	FISICA	APAGADO MAQUINA CORTADORA	

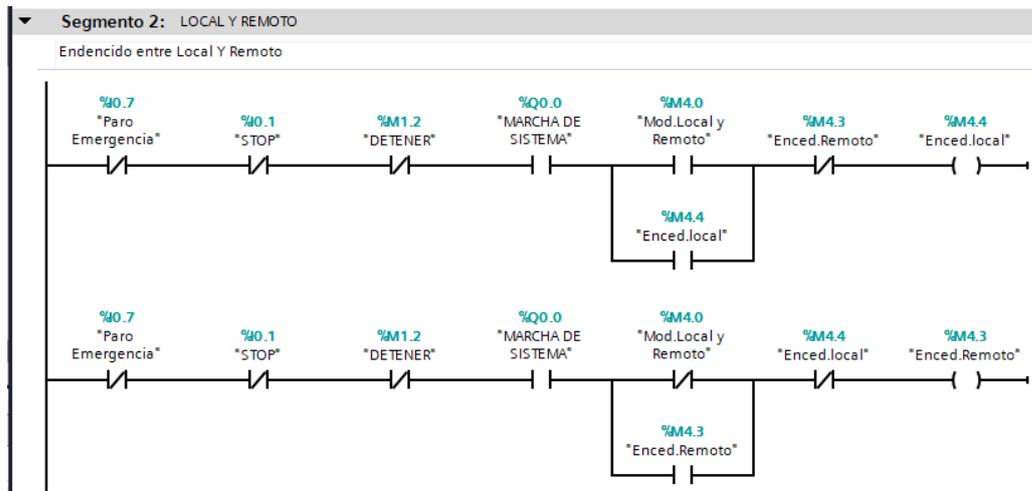
VARIABLE	DIRECCION	ENTRADA	SALIDAS	DESCRIPCIÓN
START1	I0.0	DI		Pulsador marcha 1
STOP1	I0.1	DI		pulsador paro 1
INICIO1	I0.2	DI		enclavamiento 1
M_A1	I0.3	DI		interruptor manual/automático 1
RESET_PID	I0.4	DI		resetear PID 1
MT11	I0.5	DI		backut motor 11
MT22	I0.6	DI		backut motor 22
ESTADO_LR1	I1.0	MI		modo de operación local remoto
TEMPERATURA	MD10	AI		Sensor de temperatura
S1	MD11	AI		Sensor de proximidad 1
S2	MD12	AI		Sensor de proximidad 2
S3	MD13	AI		Sensor de proximidad 3
MT1	M10.0		DO	MOTOR11
MT2	M11.0		DO	MOTOR22
ID1	MD12.0		DO	INDICADOR_PROXIMIDAD1
ID2	MD13.0		DO	INDICADOR_PROXIMIDAD2
ID3	MD14.0		DO	INDICADOR_PROXIMIDAD2
ID4	MD14.1		DO	INDICADOR_SENSOR12

BLOQUE MAIN

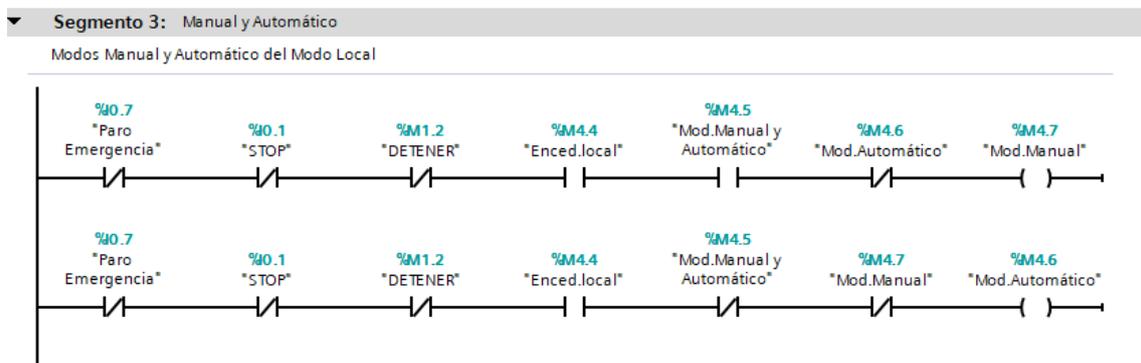
SEGMENTO 1: CONTROLADOR PID



SEGMENTO 2: ENCENDIDO ENTRE LOCAL Y REMOTO



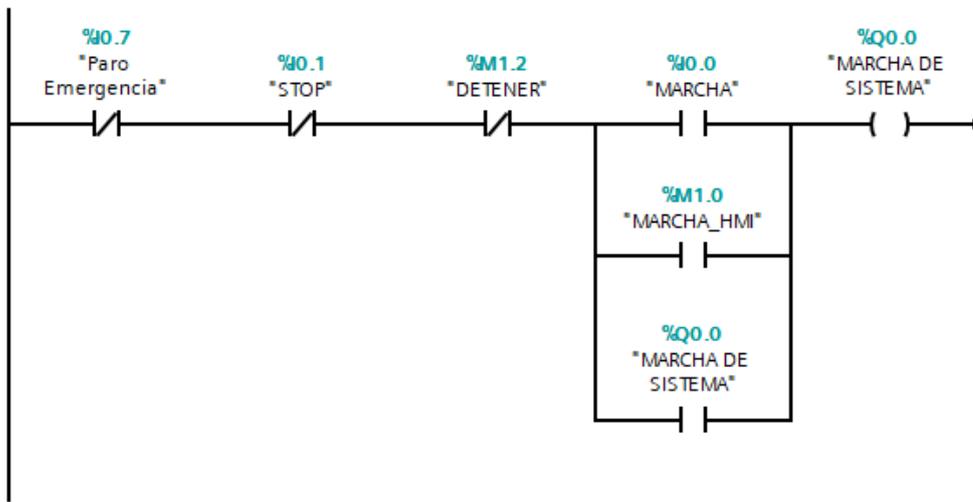
SEGMENTO 3: MODOS MANUAL Y AUTOMÁTICO DEL MODO LOCAL



SEGMENTO 4: ARRANQUE GENERAL DEL SISTEMA

Segmento 4:

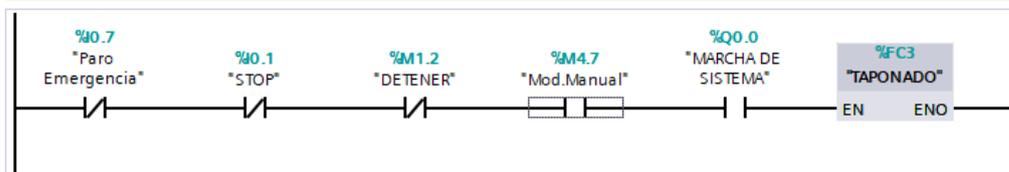
ARRANQUE DEL SISTEMA GENERAL



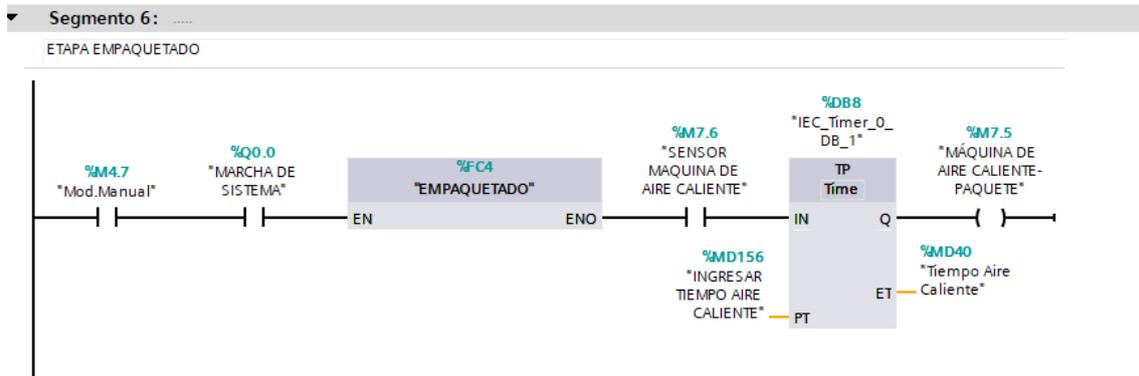
SEGMENTO 5: ETAPA DE TAPONADO

Segmento 5:

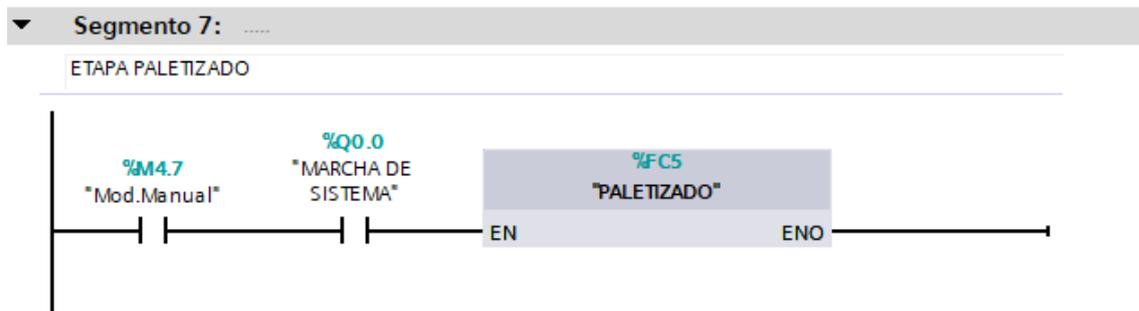
ETAPA DE TAPONADO



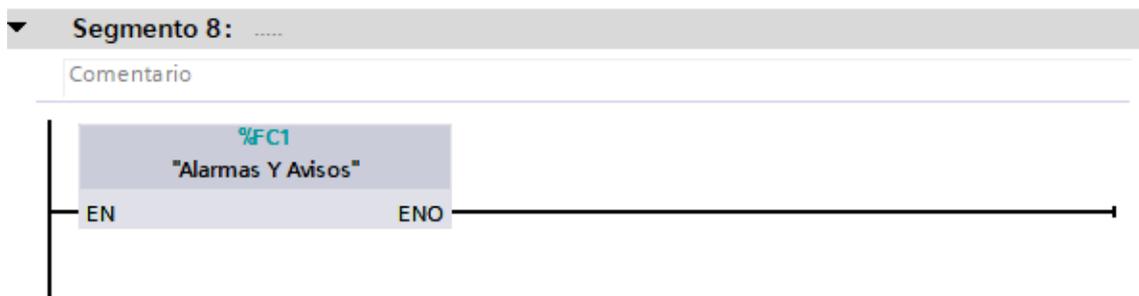
SEGMENTO 6: ETAPA DE EMPAQUETADO



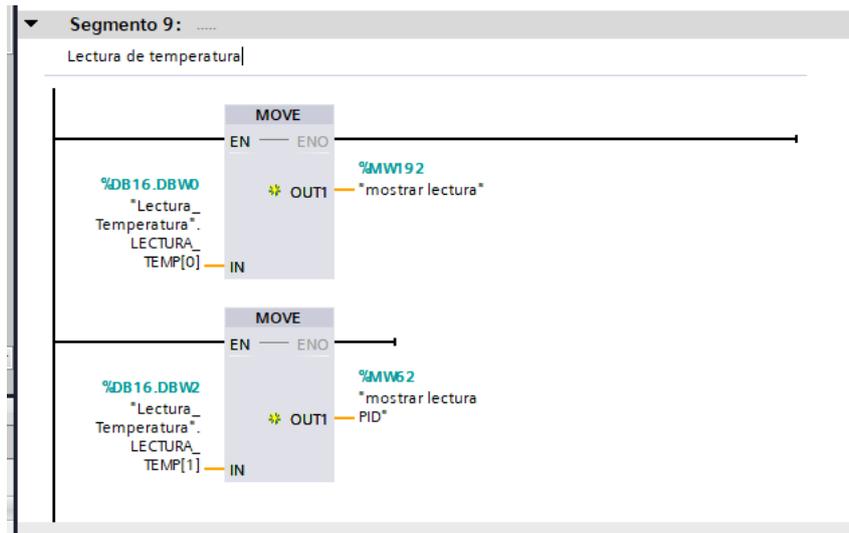
SEGMENTO 7: ETAPA DE PALETIZADO



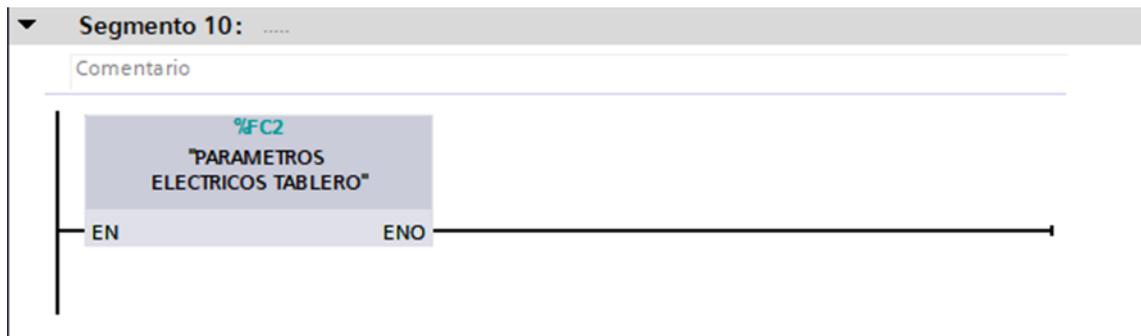
SEGMENTO 8: ALARMAS Y AVISO



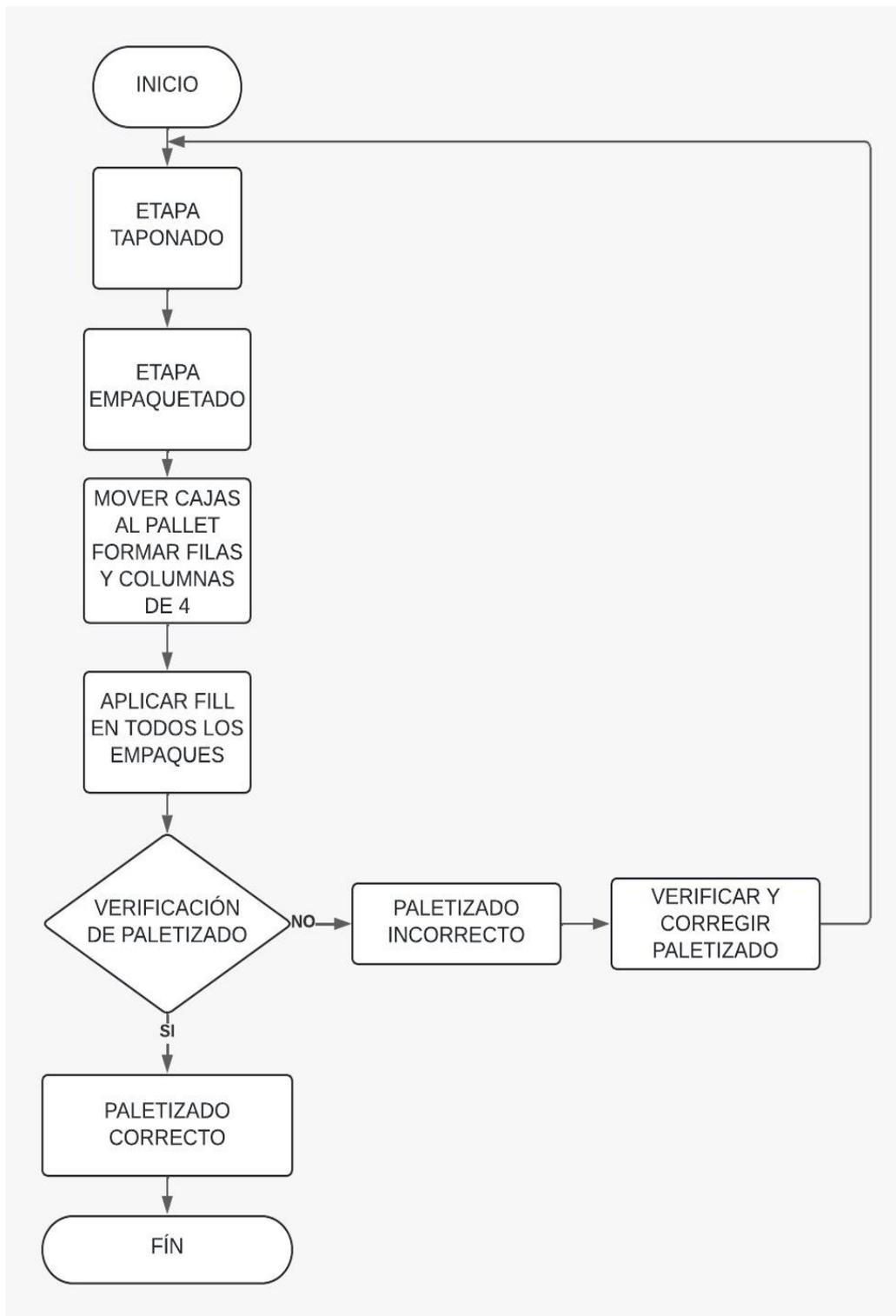
SEGMENTO 9: LECTURA DE TEMPERATURA



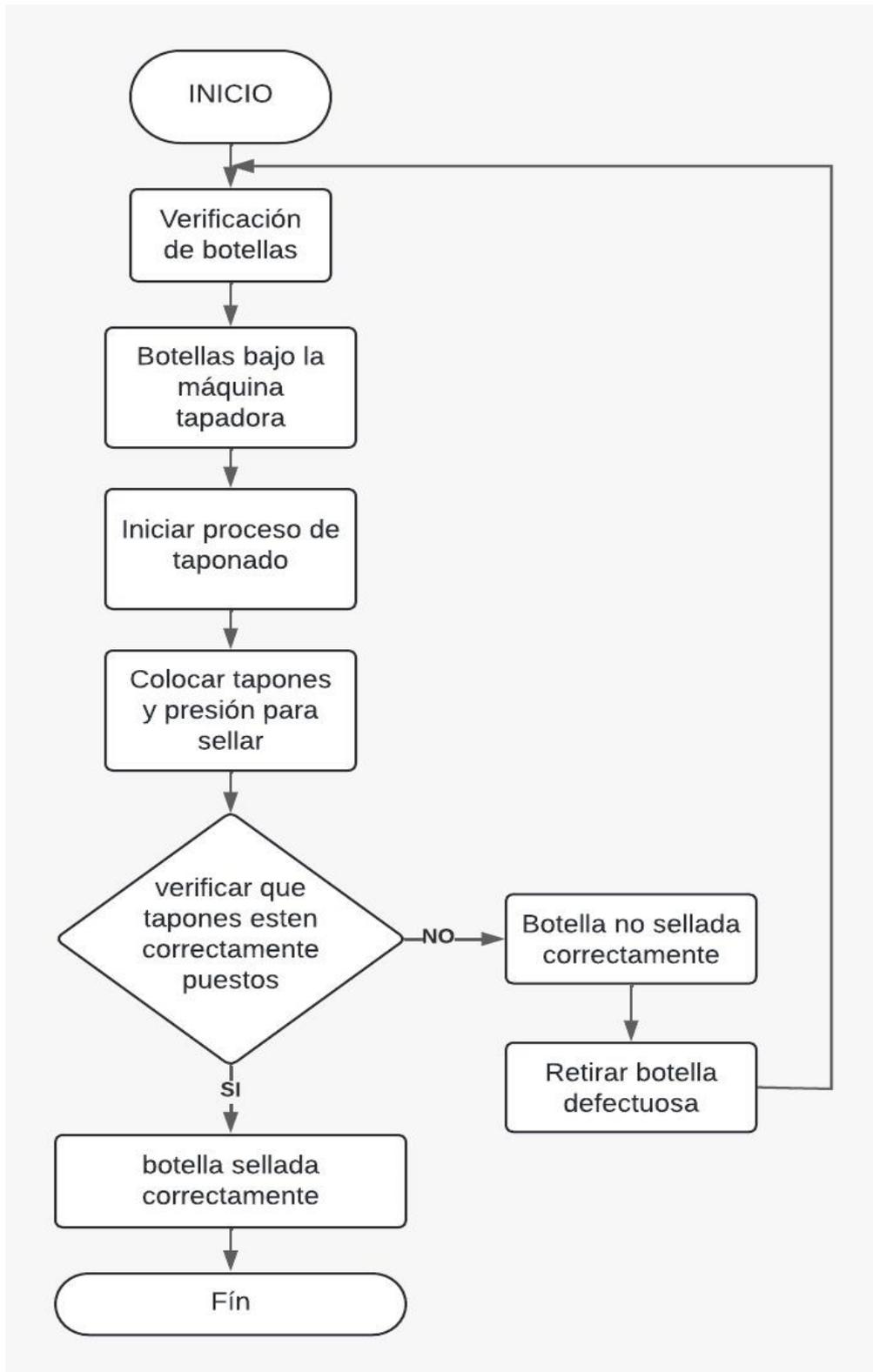
SEGMENTO 10: PARÁMETROS ELÉCTRICOS



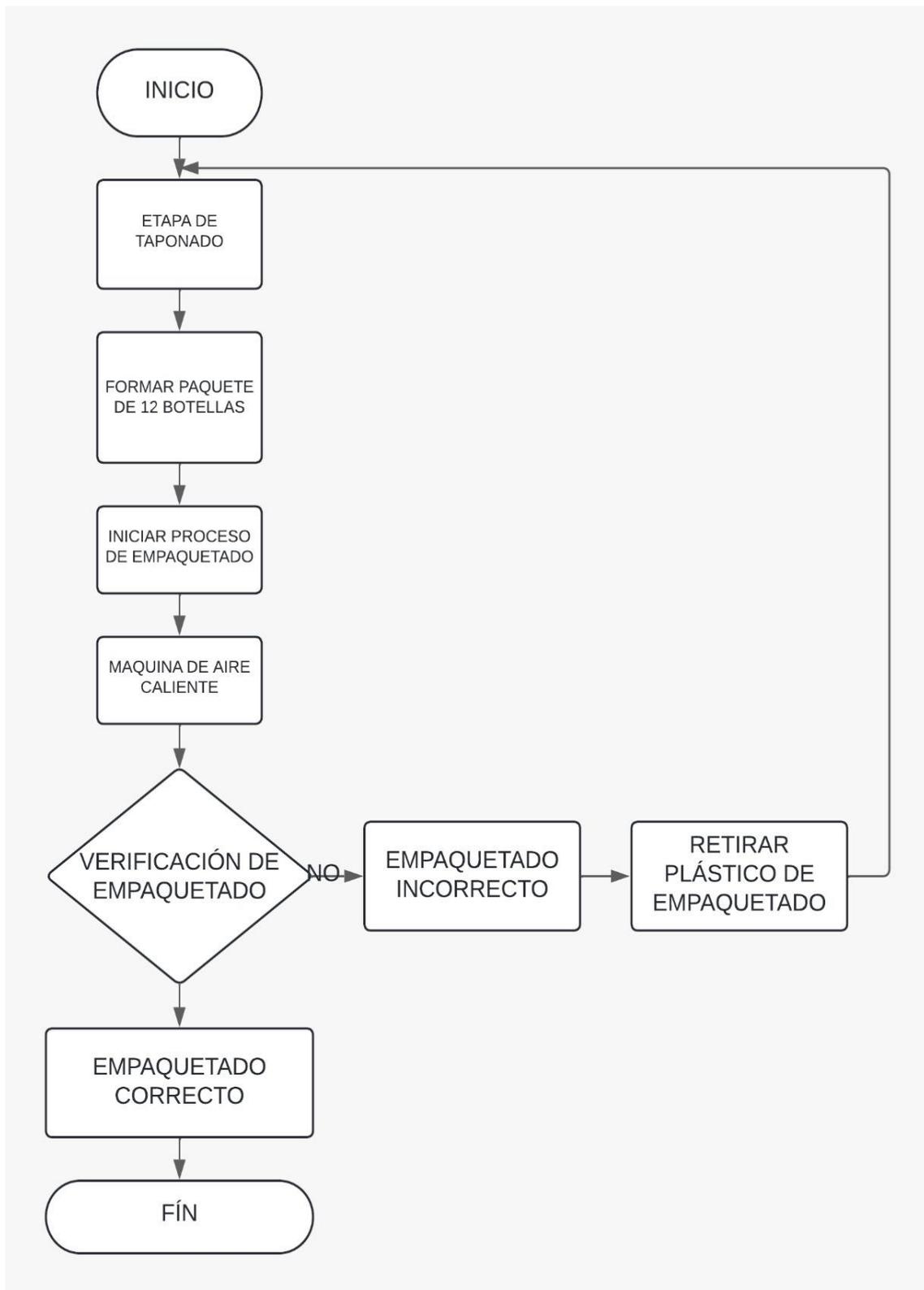
ANEXO 11: Diagrama de flujo del proceso de taponado



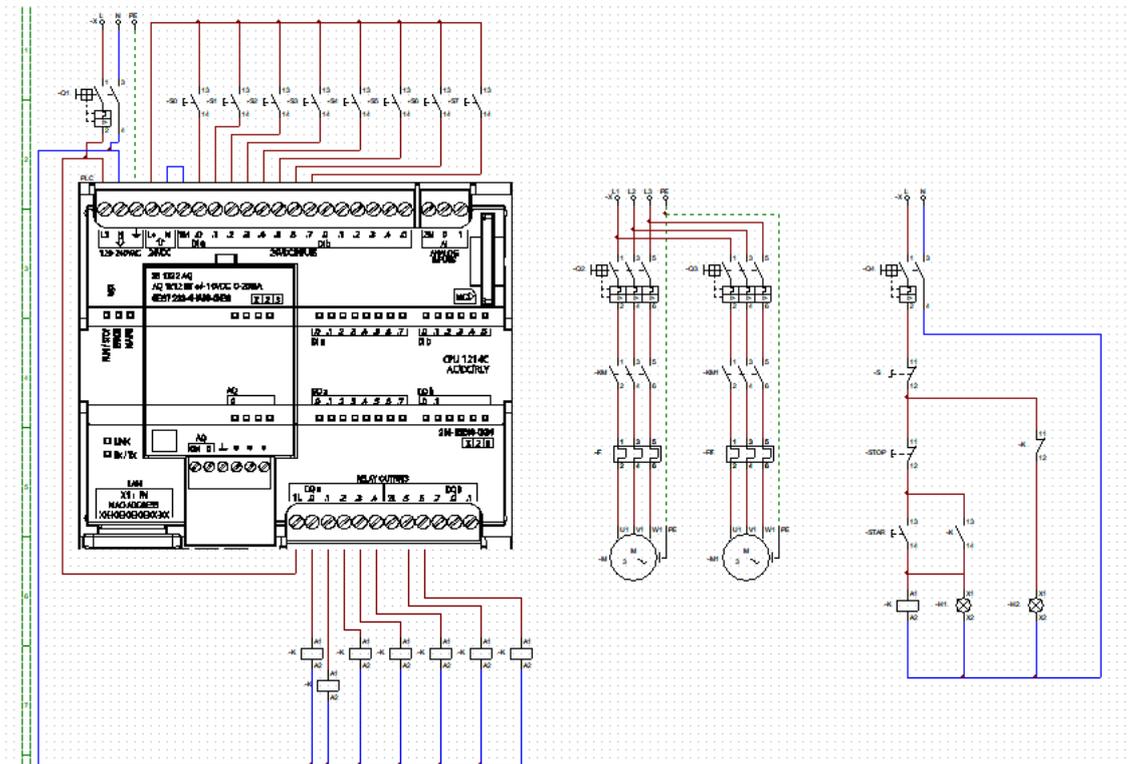
ANEXO 12: Diagrama de flujo del proceso de empaquetado



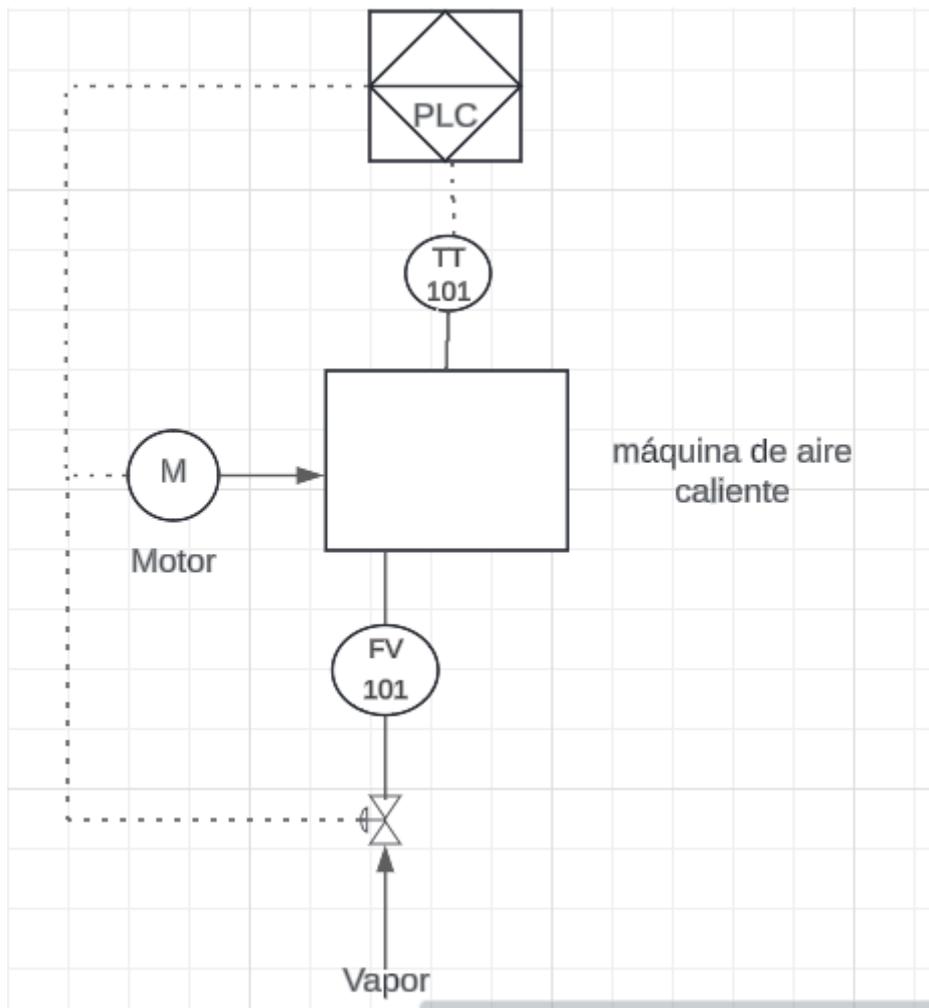
ANEXO 13: Diagrama de flujo del proceso de paletizado



ANEXO 14: Diagrama eléctrico del sistema automatizado del proceso de taponado, empaquetado y paletizado de gaseosas.



ANEXO 15. Diagrama P&ID para control de temperatura.





TESINA CARLOS SUÁREZ

3%
Textos sospechosos



3% Similitudes
< 1% similitudes entre comillas
0% entre las fuentes mencionadas
< 1% Idiomas no reconocidos

Nombre del documento: TESINA CARLOS SUÁREZ.pdf
ID del documento: 7feac2f75c37aeff84f9950e9c44b26ebfd2d2b4
Tamaño del documento original: 1,79 MB

Depositante: CARLOS ALBERTO SALDAÑA ENDERICA
Fecha de depósito: 18/6/2024
Tipo de carga: interface
fecha de fin de análisis: 18/6/2024

Número de palabras: 10.016
Número de caracteres: 73.339

Ubicación de las similitudes en el documento:



Fuentes principales detectadas

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	repositorio.upse.edu.ec https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/10627/1/UPSE-TEA-2024-0004.pdf	2%		Palabras idénticas: 2% (170 palabras)
2	TESINA JAIRALA STEEVEN.pdf TESINA JAIRALA STEEVEN #7fc15b El documento proviene de mi biblioteca de referencias 3 fuentes similares	1%		Palabras idénticas: 1% (118 palabras)
3	Tesis María Tomalá.pdf Tesis María Tomalá #cf6872 El documento proviene de mi biblioteca de referencias 3 fuentes similares	1%		Palabras idénticas: 1% (120 palabras)
4	repositorio.espe.edu.ec https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/6303/4/T-ESPE-038884.pdf.txt 3 fuentes similares	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (42 palabras)
5	Tesis BRAVO PINZON.docx Tesis BRAVO PINZON #b9a5ce El documento proviene de mi grupo 3 fuentes similares	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (43 palabras)

Fuentes con similitudes fortuitas

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	repositorio.upse.edu.ec https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/2874/1/UPSE-TEB-2015-0133.pdf	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (18 palabras)
2	www.redalyc.org Diseño de un sistema automático de embotellado y sellado de ... https://www.redalyc.org/journal/614/61472342005/	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (13 palabras)
3	dspace.ups.edu.ec https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/2407/14/UPS-GT000134.pdf	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (11 palabras)
4	es.totvs.com Automatización industrial: una guía completa y actualizada sobre e... https://es.totvs.com/blog/gestion-industrial/automatizacion-industrial-una-guia-completa-y-actualiz...	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (10 palabras)

Fuentes mencionadas (sin similitudes detectadas)

Estas fuentes han sido citadas en el documento sin encontrar similitudes.

- <https://www.siemens.com/global/en/products/automation/systems/industrial/plc/s7>
- <https://view.officeapps.live.com/op/view.aspx?src=https://bibdigital.ep>
- <https://naylampmechatronics.com/sensores-proximidad/294-sensor-de-proximidad>
- <https://www.iagua.es/noticias/baccara/como-funciona>