



UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE SISTEMAS Y TELECOMUNICACIONES
ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN

COMPONENTE PRÁCTICO DEL EXAMEN
COMPLEXIVO

*“Diseño de un sistema automatizado para el proceso de
producción de atún en lata”*

AUTOR:

ASENCIO TORRES MARLY MARCELA

DIRIGIDO POR:

Ing. Carlos Saldaña Enderica, Msc.

La Libertad – Ecuador

2024

DEDICATORIA

Este logro está dedicado en primer lugar a mis padres, Vicente Asencio y Maritza Torres, por haber sido pilar fundamental en cada etapa de mi vida, por brindarme siempre su apoyo y nunca dejarme sola, gracias por su sacrificio y dedicación, los amo mucho. A mis hermanas, Brenda y Arianna, por brindarme de su compañía y respaldo. A mis pequeños hermanos, Hidalgo, Nixon, Neicer y Arnani, por confiar y creer en mí. Este triunfo es por y para ustedes.

A mis abuelitos, Silvero Asencio, Gloria Baquerizo, Agustín Torres y Cruz José, por sus consejos, enseñanzas y aprendizajes para la vida, demostrándome siempre que la vida es una constante lucha. los quiero mucho.

Marly Marcela Asencio Torres

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer en primer lugar a Dios, por permitirme cumplir este objetivo junto a mis seres amados, mi familia. Por brindarme la fuerza y sabiduría para superar cualquier obstáculo y hoy en día convertirme en la mujer que soy. A mi mamá, por cada día de aliento, por guiarme y apaciguarme de las situaciones difíciles que se presentaban. A mi papá, por su constante trabajo y esfuerzo, para que yo pudiese viajar todos los días sin que me faltará nada, por los consejos y por estar presente siempre. A mis hermanos, por preocuparse y estar pendiente siempre de mí, dándome su apoyo y aliento. Gracias Familia.

A mis amigos, Ariel Calixto, Ariel Terán, Anthony Rosales y Jerick Suarez, por su apoyo incondicional desde que los conocí, por la paciencia y los conocimientos compartidos. A mis mejores amigas, Karen Suarez y Lissette Alejandro, gracias por las risas, las lágrimas y las hermosas anécdotas compartidas.

A mi tutor Ing. Carlos Saldaña, por el respaldo brindado, las enseñanzas, la orientación de este trabajo y los momentos compartidos a lo largo de estos años de carrera universitaria, muchas gracias.

A mi querido padrino Roman Lindao, quien me brindó su apoyo y compañía a la distancia en las buenas y en las malas y sus ganas de verme triunfar. Por supuesto, no podía faltar, a mi tía Ing. Yuri Torres, quien me impulsó a seguir esta bonita carrera, y no permitió que me retirase. Sin duda un gran ejemplo de superación.

Y a mis demás amigos y familiares, que de alguna u otra manera formaron parte de este proceso. ¡Muchas Gracias!

Marly Marcela Asencio Torres

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del trabajo examen complejo denominado: "Diseño de un sistema automatizado para el proceso de producción de atún en lata", elaborado por el estudiante Marly Marcela Asencio Torres, 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, 8 de enero de 2025



Ing. Carlos Saldaña Enderica, Mgt.

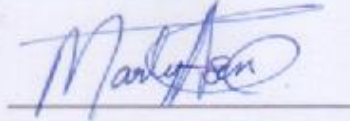
DOCENTE TUTOR

FIRMAS DE RESPONSABILIDAD

Firma de responsabilidad del estudiante.

Nombre: Marly Marcela Asencio Torres

Cédula: 0928222561



Firma

Firma de Responsabilidad del Profesor o Tutor Propuesto (opcional).

Nombre: Ing. Carlos Saldaña Enderica, Mgt.

Cédula: 0914840947



Firma

Firma de Responsabilidad del Docente de Unidad de Integración Curricular II.

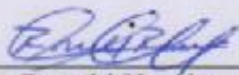
Nombre: Ing. Luis Enrique Chuquimarca Jiménez, Mgt.

Cédula: 1104610132

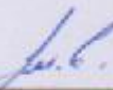


Firma

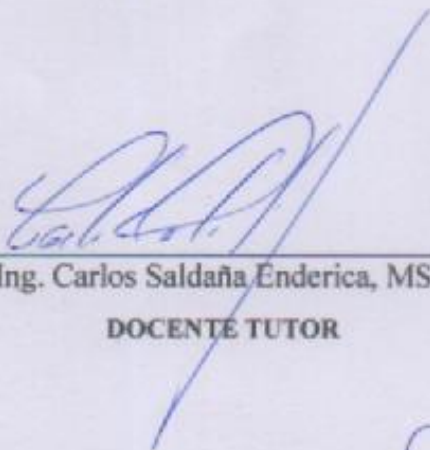
TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN



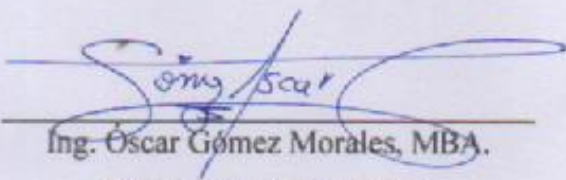
PhD. Ronald Humberto Rovira Jurado.
DIRECTOR DE LA CARRERA DE
ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN.



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



Ing. Carlos Saldaña Enderica, MSc.
DOCENTE TUTOR



Ing. Óscar Gómez Morales, MBA.
DOCENTE ESPECIALISTA



Ing. Corina Gonzabay, Mgt.
SECRETARIA DEL TRIBUNAL
DE SUSTENTACIÓN

RESUMEN

La industria global del enlatado de atún, un sector esencial en la economía mundial está en una búsqueda constante de innovaciones en sus procesos de producción. En este marco, la presente investigación se enfoca en el desarrollo de un sistema automatizado para los procesos de sellado y etiquetado del atún en lata, siendo etapas cruciales en la línea de producción.

La implementación de este sistema automatizado se basa la implementación de un PLC Siemens S7-1200 y un HMI, mediante el algoritmo de programación Ladder en el software TIA Portal, lo que permitirá la comunicación eficiente entre ambos dispositivos, para el monitoreo, control y la toma de decisiones en tiempo real de los componentes que conforma el sistema, como son los diferentes sensores y actuadores de los procesos de sellado y etiquetado. La automatización industrial permite a estos procesos mejoras significativas eficientes y eficaces, como optimizar tiempos de producción y reducir errores humanos.

El proyecto se ejecutará en el laboratorio de automatización, en donde mediante pruebas exhaustas con los equipos, se logrará implementar un sistema automatizado con un control preciso de los procesos finales de la línea de producción del atún en lata, contribuyendo así a la modernización continua de esta importante industria.

Palabras claves: Etiquetado, sellado, PLC, Interfaz, programación, monitoreo, control.

ABSTRACT

The global tuna canning industry, an essential sector in the world economy, is in a constant search for innovations in its production processes. In this framework, the present research focuses on the development of an automated system for the canning and labeling processes of canned tuna, being crucial stages in the production line.

The implementation of this automated system is based on the implementation of a Siemens S7-1200 PLC and an HMI, using the Ladder programming algorithm in the TIA Portal software, which will allow efficient communication between both devices, for monitoring, control and decision making in real time of the components that make up the system, such as the different sensors and actuators of the sealing and labeling processes. Industrial automation allows these processes to significantly improve efficiency and effectiveness, optimize production times and reduce human errors.

The project will be executed in the automation laboratory, where through exhaustive tests with the equipment, it will be possible to implement an automated system with precise control of the final processes of the canned tuna production line, thus contributing to the continuous modernization of this important industry.

Keywords: Labeling, sealing, PLC, Interface, programming, monitoring, control.

Índice general

DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTO	III
APROBACIÓN DEL TUTOR	IV
FIRMAS DE RESPONSABILIDAD	IV
TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN	VI
RESUMEN	VII
ABSTRACT	VIII
INTRODUCCIÓN	1
Objetivos del proyecto	3
Objetivos General	3
Objetivos Específicos	3
Antecedentes	4
Justificación de la propuesta	6
Alcance del proyecto	8
Capítulo 1: Fundamentos Teóricos	9
1.1. Marco Conceptual	9
1.1.1. Atún en lata	9
1.1.2. Proceso del Atún en lata	9
1.1.3. Clasificación de tamaños – latas de atún	10
1.1.4. Tolerancia en un producto	11
1.1.5. Automatización Industrial	11
1.1.6. Sistema Automatizado	11
1.1.7. Automatización del subproceso de sellado de latas	11
1.1.8. Automatización del subproceso de etiquetado	12
1.1.9. Controlador Lógico Programable	13
1.1.10. Interfaz Humano Máquina	13
1.1.11. Normas ISA 1.01	13
1.1.12. Protocolo de comunicación industrial	15
1.1.13. Topología de comunicación	16
1.1.14. Sensores	16
1.1.15. Actuadores	17
1.1.16. Componentes de la propuesta	18
Capítulo 2: Desarrollo Experimental	27
2.1. Plan de implementación	27
2.1.1. Metodología del proyecto	28
2.1.2. Estudio de factibilidad	29
2.2. Descripción de la solución del proyecto	30

2.2.1. Descripción del proyecto	30
2.2.2. Diseño del sistema.....	31
2.2.3. Diagrama P&ID de las etapas de sellado y etiquetado de latas de atún	36
2.2.4. Esquema eléctrico del proyecto	36
2.3. Diseño de la propuesta	36
2.3.1. Lógica de control del proceso de empaquetado de latas de atún.....	36
2.3.2. Programación de la lógica de control.....	37
2.3.3. Comunicación entre PLC y HMI.....	40
2.3.4. Diseño de la interfaz HMI.....	40
2.3.5. Simulación de la interfaz HMI	40
2.4. Resultados	53
2.5. Conclusiones	53
2.6. Recomendaciones.....	54
Bibliografía	55
Anexos.....	59

Índice de figuras

Figura 1. Proceso de producción de atún en lata.	9
Figura 2. Clasificación tamaño de latas.	10
Figura 3. Principio de Sellado.	12
Figura 4. Norma ANSI/ISA-101.01-2015.	14
Figura 5. Red de comunicación Profinet.	15
Figura 6. Topología de comunicación en estrella.	16
Figura 7. PLC-S71200.	19
Figura 8. Modulo Modbus CM 1241.	21
Figura 9. Medidor DPM-C530.	21
Figura 10. Sensor de etiquetas.	22
Figura 11. Principio Galgas extensiométricas.	23
Figura 12. Sensor de proximidad.	24
Figura 13. Motor Paso a Paso.	25
Figura 14. Hoja técnica de motor NEMA 34 86BHH80.	25
Figura 15. Motor trifásico de inducción.	25
Figura 16. Plan de implementación.	27
Figura 17. Diseño sistema sellado de latas.	32
Figura 18. Mecanismo de sellado.	33
Figura 19. Formación doble cierre.	33
Figura 20. Diseño sistema etiquetado de latas.	34
Figura 21. Pantalla Login del sistema.	41
Figura 22. Pantalla Valores operativos.	42
Figura 23. Selección tamaño de lata.	42
Figura 24. Pantalla Valores operativos, selección lata estándar.	43
Figura 25. Pantalla Sellado de latas.	44
Figura 26. Pantalla emergente controles manuales.	44
Figura 27. Simulación del sensor de carga.	45
Figura 28. Reinicio del proceso.	46
Figura 29. Activación banda de retorno.	46
Figura 30. Pantalla Sistema Etiquetado.	47
Figura 31. Activación sistema de etiquetado.	48
Figura 32. Activación de actuadores sistema etiquetado.	48
Figura 33. Activación conteo de latas.	49
Figura 34. Pantalla estado general del sistema.	49
Figura 35. Pantalla de Gráficos Históricos.	50
Figura 36. Simulación peso elevado.	50
Figura 37. Pantalla general de alarmas.	51
Figura 38. Pantalla de parámetros eléctricos.	51
Figura 39. Pantalla de Mantenimiento.	52

Índice de Tablas

Tabla 1. Especificaciones del PLC.	20
Tabla 2. Especificaciones del HMI TP 1200Comfort.	20
Tabla 3. Especificaciones del módulo CM 1241.	21
Tabla 4. Especificaciones del medidor DPM-C530.	22
Tabla 5. Especificaciones del sensor de etiquetas.	23
Tabla 6. Especificaciones del sensor de peso.	23
Tabla 7. Especificaciones del sensor de proximidad.	24
Tabla 8. Especificaciones del motor trifásico.	26
Tabla 9. Costos de equipos	30
Tabla 10. Costos de mano de obra	30
Tabla 11. Costos Total del proyecto.	30
Tabla 12. Dispositivos del proceso de sellado	34
Tabla 13. Dispositivos del proceso de etiquetado.	35

INTRODUCCIÓN

La producción del atún enlatado ha experimentado a lo largo del tiempo un crecimiento significativo a causa de la alta demanda global en el sector atunero, lo que ha resultado que sea un pilar fundamental dentro de la industria pesquera. Por ello, las empresas atuneras enfrentan el reto de optimizar sus procesos en la línea de producción con el fin de mantener altos estándares de eficiencia, seguridad alimentaria y calidad [1].

El proceso general de la línea de producción se subdivide en etapas como la recepción del atún, almacenamiento en frío, descongelamiento, eviscerado, fileteado, cocción, envasado, esterilización y etiquetado. El etiquetado es una etapa crucial, ya que al ser la última, es en donde se evalúa la calidad del producto, sin embargo, por esta misma razón, grandes y pequeñas industrias no priorizan automatizar este proceso [2].

La automatización industrial ha sido clave fundamental para la optimización del proceso de producción del atún enlatado, la implementación de controladores lógicos programables e interfaces humano-máquina en la línea de producción permiten un control preciso y constante del producto minimizando probables errores humanos, tareas manuales repetitivas y optimizando tiempos de producción [3].

El presente proyecto se centra en el diseño de un sistema automatizado para el control y monitoreo en tiempo real del proceso de sellado etiquetado, mediante dispositivos industriales, como son sensores, actuadores, PLC y un interfaz humano-máquina. Se utiliza el software TIA PORTAL, el cual permitirá simular este proceso mediante la programación Ladder en un PLC S7-1200, a su vez, la integración de una interfaz gráfica WinCC, en donde se visualizará diferentes pantallas indicando el estado del proceso, información del producto, datos de la producción, controles de operación, mantenimiento, históricos, alarmas y notificaciones.

El sistema automatizado, se validará en un entorno simulado mediante condiciones de sensores, los cuales envían a activar los diferentes actuadores del proceso. Las alarmas que reflejen en el HMI, la selección de controles como el manual/automático, los cuales iniciarán o detendrán el proceso, permitirán evaluar los resultados de un proceso automatizado vs uno semiautomático o manual, comparando así el tiempo de respuesta, tanto del sistema como la del operador hacia el sistema.

Sin embargo, para determinar mayores resultados, se recomienda la implementación del sistema en un entorno real, lo que permitirá medir resultados de variables reales, demostrando la optimización de esta etapa mediante la automatización en la línea de producción del atún enlatado.

Objetivos del proyecto

Objetivos General

Diseñar un sistema automatizado para el control y monitoreo en tiempo real de los procesos de sellado y etiquetado en la producción del atún en lata mediante PLC y HMI.

Objetivos Específicos

- Diseñar las etapas de sellado y etiquetado automatizado del atún en lata mediante un algoritmo de programación Ladder en el software TIA PORTAL V16.
- Diseñar y desarrollar un interfaz humano – máquina que permita la visualización, control y monitoreo en tiempo real de las etapas de sellado y etiquetado del proceso de producción de atún en lata.
- Compilar y simular la programación del PLC S7-1200 y HMI de las etapas de sellado y etiquetado de la producción de atún en lata para validar el sistema industrial automatizado.

Antecedentes

La industria atunera enlatada ha experimentado un rápido crecimiento a nivel mundial en las últimas dos décadas.

En 2005, Ecuador se convierte en uno de los principales productores y exportadores mundiales de atún, gracias a su ubicación estratégica en la costa del Pacífico y las favorables condiciones marinas que permiten que la especie sea abundante [4].

Industrias productoras de atún ecuatorianas ya han implementado sistemas automatizados de control y seguimiento en sus líneas de producción, para diversos subprocesos como descongelación, corte, cocción, enlatado, esterilización, etiquetado y distribución.

PROMAROSA, es una industria de productos pesqueros, la cual consta de dos plantas procesadoras, una ubicada en las costas de Santa Rosa. En esta planta se utiliza equipos de clasificación automática de pescados y mariscos frescos y congelados [5]. La segunda planta esta ubicada en Chanduy, en donde realizan el proceso de la captura, clasificación y almacenamiento en frío de los productos en cámaras frigoríficas, posterior a eso son transportadas a otras industrias para su producción.

En 2010, INEPACA (Industria Ecuatoriana Productora de Alimentos C.A.) Pionera en la adopción de tecnologías de refrigeración mejoradas en los 90s, implementó robots para tareas repetitivas en su planta procesadora como el proceso de cocción, esterilización y empaque de productos enlatados [6].

Tongol tuna, una industria atunera de Guayaquil ha experimentado en los últimos 20 años un avance en su planta procesadora mediante la automatización. En el 2010, la implementación de una línea de producción automatizada para la fabricación de atún en lata, que incluye maquinaria para la apertura de latas, llenado, cerrado y etiquetado. Para el año 2015, la incorporación de un sistema de control de calidad automatizado para verificar la calidad del atún en cada etapa del proceso de producción. Por último, para el año 2020, la implementación de un sistema de gestión de la cadena de suministro basado en la tecnología de blockchain, que permite una mayor transparencia y trazabilidad en la producción [7].

Cada industria ha experimentado innovación en sus plantas procesadoras de atún en lata a lo largo del tiempo mediante diferentes tecnologías y automatización, sin embargo, se puede apreciar que se enfocan más procesos centrales de la línea de producción.

El presente proyecto desarrollará un sistema automatizado, específicamente del proceso de etiquetado, etapa final de la línea de producción, mediante equipos industriales como es el controlador lógico programable y el interfaz humano máquina, lo que permitirá un análisis de la calidad y homogeneidad del producto antes de ser empaquetado y distribuido para el consumo comercial.

Justificación de la propuesta

En el contexto local, en Santa Elena, Chanduy es puerto pesquero, por lo que existen diferentes industrias atuneras.

ROYAL PACIFIC, industria ubicada en el Puerto de Chanduy, realiza un proceso manual de las primeras etapas de la línea de producción del atún enlatado, empezando por la recepción el atún, se realiza una clasificación de los atunes según su peso y tamaño, para luego ser ingresados a una cámara frigorífica, sin ser eviscerados, por un largo tiempo, luego de ello, los atunes son empaquetados y enviados a industrias más grandes fuera de la provincia para que continúen con el proceso de atún en lata [8].

PROMAROSA SA, es considerada una de las principales empresas procesadoras de atún en el Ecuador, consta con dos plantas de procesamiento: Planta Chanduy y Planta Santa Rosa, ambas plantas han avanzado en la automatización, pero la planta de Chanduy se especializa en el procesamiento de productos recién llegados del mar (pescados y camarones), lo que implica la utilización de sistemas automatizados para la recepción, clasificación, selección y congelación de los productos, nada más. Mientras que la planta Santa Rosa prioriza la calidad y la trazabilidad de los productos, desde la captura hasta la exportación, por eso, ha adoptado sistemas automatizados para el empaque de productos, mejorando la presentación y la eficiencia en el proceso de distribución, garantizando la seguridad alimentaria y la calidad de los productos que se ofrecen al mercado [9].

COMUMAP, es una de las empresas más importantes en la industria pesquera de Ecuador, tiene su sede principal en Quito, sin embargo, tiene una planta en el Puerto de Chanduy, en donde se realiza el proceso de producción de latas de atún y sardina. La empresa ha implementado sistemas automatizados para mejorar la eficiencia en el procesamiento de pescado y mariscos. Esto incluye la utilización de maquinaria moderna para la clasificación y envasado de productos. Si bien la empresa ha implementado avances automatizados en áreas claves, todavía hay etapas del proceso productivo que se llevan a cabo manualmente o con un grado menor de automatización, como es el proceso de etiquetado, que comúnmente necesita de operadores [10]

Por consiguiente, la propuesta del presente proyecto, diseño y automatización de los procesos sellado y etiquetado en la producción de latas de atún es relevante y beneficioso para la industria atunera chanduyense, ya que permite un aumento significativo de la eficiencia y productividad eliminando tareas repetitivas, disminuyendo retrasos y lo más

importante, optimizando los tiempos de producción. Estas mejoras significativas se basan en el control y monitoreo de manera precisa de cada lata de atún en cada uno de sus procesos, como son el sellado y posteriormente el etiquetado, cumpliendo con las normativas y estándares de calidad.

El uso del PLC brinda numerosas ventajas para la automatización de los procesos, ya que permite el control de un sinnúmero de entradas y salidas. Por otro lado, el HMI es una interfaz gráfica que puede ser fácilmente modificada, y personalizable para que los operadores puedan controlar, monitorear, visualizar y tomar decisiones en tiempo real respecto al proceso de etiquetado, ajustar parámetros y responder a situaciones imprevistas.

Alcance del proyecto

El presente proyecto se basa en el desarrollo del diseño y la simulación de un sistema automatizado para el proceso de etiquetado de la línea producción de atún enlatado. Para la simulación se realizará primero la programación Ladder en el software Totally Integrated Automation Portal, la cual se dividirá en diferentes bloques, tales como son funcionamiento automático, manual, mantenimiento, alarmas, entre otros. En el software WinCC, se diseñará el interfaz humano máquina, en la cual se podrán monitorear y visualizar en tiempo real las diferentes secciones en las que se dividen los procesos correspondientes. El HMI constará con un login que permitirá ingresar en modo operador o en modo administrador, dependiendo del modo en que se ingrese, el modo administrador brindará acceso al monitoreo completo de todas las operaciones de la interfaz, mientras que el modo operador tendrá acceso limitado.

Cabe recalcar que la simulación del sistema automatizado se realizará mediante el software de programación Tia Portal V16 cargado al PLC S7-1200, componentes que se encuentran en los laboratorios de automatización de la Universidad. Se realizarán diferentes pruebas y simulaciones, para que no haya errores y no se presenten inconvenientes al cargar en el PLC, la comunicación entre el HMI y el PLC también es de mucha importancia, por ello debemos verificar todo antes de implementar el proyecto.

Capítulo 1: Fundamentos Teóricos

1.1. Marco Conceptual

1.1.1. Atún en lata

El atún enlatado es un producto alimenticio elaborado a partir de diferentes especies de atún, capturadas, procesadas y envasadas en latas o envases herméticos lo que permite su consumo durante un largo período sin necesidad de refrigeración. Es una importante fuente de proteínas, ácidos grasos omega-3 y otros nutrientes esenciales [11].

1.1.2. Proceso del Atún en lata

El proceso del enlatado de atún puede variar según la empresa productora, sin embargo, las etapas más cruciales son las mismas, entre ellas se destacan:

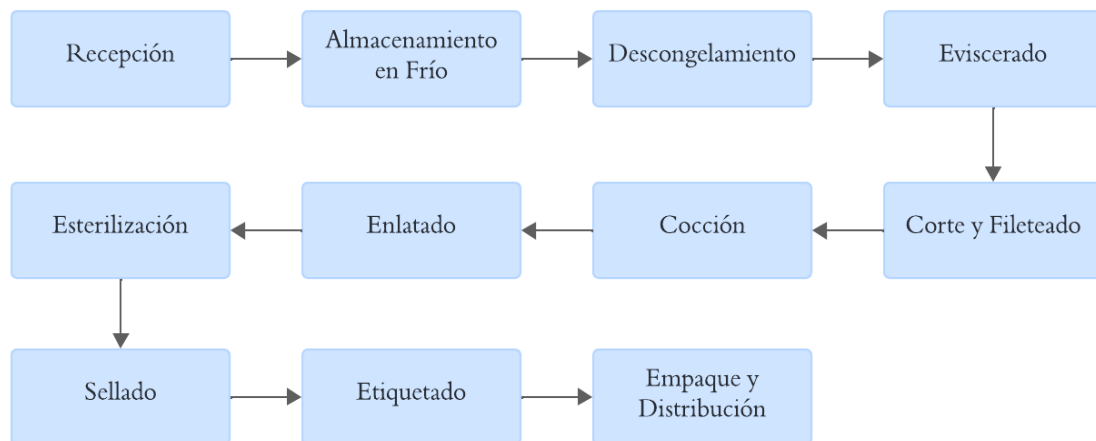


Figura 1. Proceso de producción de atún en lata. Fuente: Autor

- **Captura del atún**

Los pescadores capturan atún fresco utilizando métodos sostenibles y respetuosos con el medio ambiente [12].

- **Almacenamiento en frío**

El pescado clasificado se almacena en cámaras frigoríficas a temperaturas muy bajas para mantener su frescura y para mantenerlo en perfecto estado hasta el momento del procesamiento que se realiza de acuerdo con varios factores y en base al medio FIFO [12].

- **Descongelamiento**

El atún congelado se coloca en unas tinas especiales a una temperatura ambiente para que se descongele, el tiempo de proceso varía según el tamaño del pescado [12].

- **Eviscerado y limpieza**

El atún capturado es eviscerado y limpiado para eliminar las partes no comestibles [12].

- **Cocción**

El atún se somete a un proceso de cocción para eliminar bacterias y parásitos, y para mejorar la textura y el sabor [12].

- **Envasado**

Las latas, ya con su contenido neto, son transportadas por una banda a la máquina de sellado. Esta se encarga de tapar las latas de atún para luego ser lavadas y etiquetadas [12].

- **Esterilización**

Las latas o envases se someten a un proceso de esterilización a altas temperaturas para eliminar cualquier microorganismo y garantizar la seguridad alimentaria [12].

- **Etiquetado**

Las latas o envases se etiquetan con el logo de la empresa y se almacenan en condiciones adecuadas hasta su distribución y venta [12].

1.1.3. Clasificación de tamaños – latas de atún

El sistema presenta tres opciones de tamaño para la producción de atún enlatado, véase la figura 2.

	Clasificación	Peso Neto	Presentación
	Pequeña	100g	
	Mediana	250g	
	Grande	800g	

Figura 2. Clasificación tamaño de latas. Fuente: Autor

1.1.4. Tolerancia en un producto

Límite de variación permitido en las dimensiones, características o especificaciones de un producto para garantizar su funcionamiento y seguridad adecuados. En otras palabras, es el margen de error permitido en el peso de una lata según el tamaño establecido para asegurarse de que cumpla con los estándares y requisitos [13].

1.1.5. Automatización Industrial

Se trata del uso de la automatización en las fábricas para reducir el esfuerzo humano en el proceso productivo. Esto implica la implementación de sistemas electromecánicos o informáticos que operan con mínima o nula intervención del ser humano, lo que puede ser aplicado en cualquier sector que involucre tareas repetitivas o que requieran una gran cantidad de trabajo manual. Las tareas suelen estar automatizadas y los trabajadores las supervisan fácilmente a través de un panel de control u otra HMI [14].

1.1.6. Sistema Automatizado

Conjunto de sistemas integrados que están conformados por equipos y elementos que realizan una gran variedad de tareas específicas, como la detección, control, supervisión y monitorización de los procesos industriales con la finalidad de aumentar la precisión, calidad, y rendimiento de estos [15].

1.1.7. Automatización del subproceso de sellado de latas

El proceso inicia con las latas ubicadas en una banda transportadora, la cual lleva las latas a un sistema el cual suelta las tapas, ubicándolas encima de cada lata y se lleva al proceso de engargolado, en donde un sensor de carga acciona un pistón, cuando siente el peso de una lata el pistón eleva la lata hasta el sistema de engargolado que se activa con un primer sensor, activando a su vez la rotación de la mesa con un motor, transportando la lata hacia la banda transportadora. Una vez la lata este fuera de la máquina, acciona un segundo sensor que hace que la maquina vuelva a su posición inicial [16].

- **Principio de sellado**

El proceso de sellado comienza con la colocación de la tapa sobre el cuerpo de la lata, seguido de la aplicación de una presión que hace que la tapa y el cuerpo se unan. La presión se aplica a través de una serie de rulinas que se mueven en dirección opuesta, accionado por un pistón, lo que crea una fuerza de compresión que sella la lata [17]. Véase la figura 3.



Figura 3. Principio de Sellado. Fuente: [17]

- **Método operación de sellado aplicada**

La propia lata gira sobre sí misma mientras se sella mientras las dos rulinas presionan la lata para hacer el sellado [17].

1.1.8. Automatización del subproceso de etiquetado

El proceso inicia con las latas recibidas del proceso anterior de sellado, continua por una banda transportadora, la cual lleva las latas al sistema de etiquetado, que este compuesto por trabas neumáticas, cuya función es distanciar las latas e impedir el ingreso de otra durante el proceso de etiquetado. Un cabezal etiquetador, el cual se encarga de dispensar la etiqueta autoadhesiva, el mismo es traccionado por el motor paso a paso, el sistema también consta de rodillos de presión, los cuales permitirán el etiquetado seguro de cada lata [18].

- **Etiquetas**

Las etiquetas son una herramienta de función informativa, presentando de manera concisa toda la información necesaria al consumidor, como el origen, composición y la identidad de las latas de atún [19].

- **Etiquetas cilíndricas**

Estas etiquetas cubren toda la superficie circular de las latas, se fijan mediante un adhesivo aplicado en sus bordes, formando un cierre hermético. Son ampliamente utilizadas en la industria de las conservas [20].

- **Etiquetas autoadhesivas**

Estas etiquetas, fabricadas en papel o polipropileno, ofrecen una excelente adherencia a diversas superficies de los envases. Con impresión multicolor y un acabado protector de barniz UV, estas etiquetas se personalizan según las necesidades del producto y se presentan en prácticos rollos de diferentes tamaños [20].

1.1.9. Controlador Lógico Programable

Se utiliza para automatizar y controlar procesos industriales como fabricación, gestión de energía, automatización de fábricas y otros procesos que requieren un control y monitoreo exhaustivos. Los PLC son programables, lo que significa que pueden configurarse y adaptarse a las necesidades específicas de cada aplicación. Están diseñados para recibir señales de entrada de diversas fuentes (como sensores, botones o interruptores) y pueden enviar señales de salida a dispositivos de control (como motores, válvulas o luces) [21].

1.1.10. Interfaz Humano Máquina

Es una interfaz de usuario o panel de control que conecta personas a máquinas, sistemas o equipos. se usan comúnmente en procesos industriales en donde los operadores o el personal de mantenimiento puedan controlar y monitorear procesos o equipos a través del HMI, que puede incluir información del proceso de producción, parámetros eléctricos de actuadores del sistema, alarmas, valores históricos y operativos, entre otros. Con el fin de ser visualizado en tiempo real de manera local [3].

1.1.11. Normas ISA 1.01

Conjunto de normas establecidos por la Sociedad de Ingenieros de instrumentación, sistemas y automatización (ISA). Estos estándares están establecidos para la interfaz del sistema de automatización industrial [22].

- **ISA101.01**

Es el modelo de objetos humano-máquina, el cual define una interfaz para los sistemas de control y monitoreo de procesos.

Este estándar define convenciones, prácticas recomendadas e informes técnicos relacionados con el diseño de HMI en aplicaciones de procesos y fabricación. Cubre la jerarquía del menú, reglas de navegación, uso de colores y gráficos, alertas, seguridad, integración con bases de datos y más [22]. Véase la figura 4.

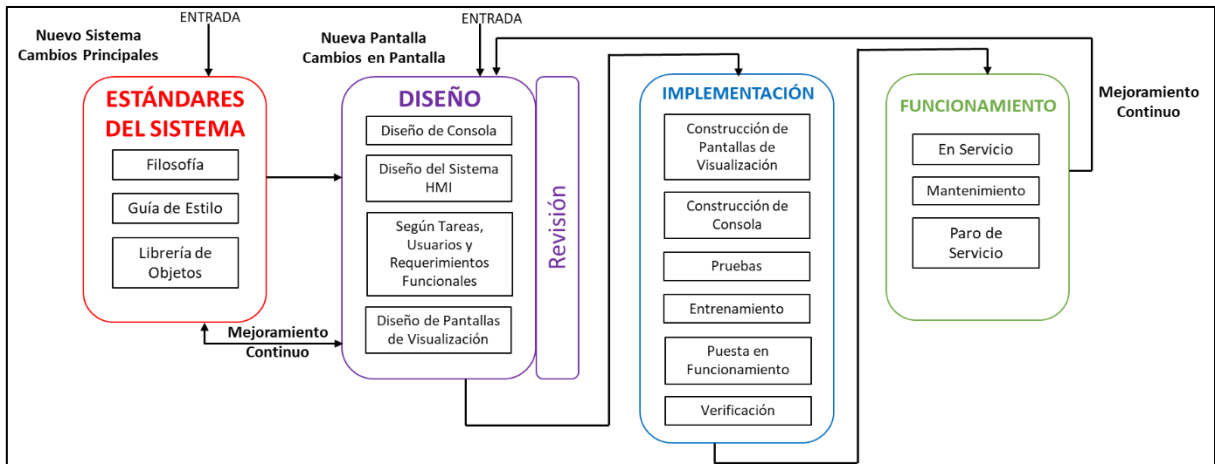


Figura 4. Norma ANSI/ISA-101.01-2015. Fuente: [23]

- **Normativas de Seguridad Alimentaria**

Estas normativas aseguran que los alimentos sean producidos, procesados y manejados de manera segura, protegiendo a los consumidores de enfermedades transmitidas por los alimentos y garantizando la calidad de los productos [24].

- **HACCP**

Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control, es un enfoque preventivo que busca identificar, evaluar los peligros que posiblemente podrían afectar al alimento. Se aplica en toda la cadena de producción alimentaria, desde la producción primaria hasta el consumo final [24].

- **FDA - Food and Drug Administration**

La FDA establece normas para garantizar que los alimentos sean seguros, estén etiquetados correctamente y no sean fraudulentos [24].

- **ISO 22000:2018**

. Ayuda a las organizaciones en la cadena alimentaria a controlar los peligros que afectan la inocuidad de los alimentos y garantizar que los productos alimentarios sean seguros en el momento del consumo [25].

- **ISO 9001**

En el sector atunero, esta norma define los requisitos para asegurar la calidad del producto desde su origen en la materia prima hasta la entrega del producto finalizado, garantizando así un estándar de calidad óptimo en cada etapa del proceso [25].

1.1.12. Protocolo de comunicación industrial

Conjunto de reglas y estándares que definen cómo se intercambian datos entre dispositivos y sistemas en un entorno industrial. Estos protocolos están diseñados para la comunicación entre dispositivos y sistemas en una planta, fábrica o red industrial y son comunes en la automatización industrial. Se utilizan para controlar y monitorear procesos industriales como fabricación, gestión de energía, automatización de fábricas y otros procesos que requieren un control y monitoreo exhaustivos. Estos protocolos permiten la comunicación entre dispositivos y sistemas como sensores, actuadores o sistemas de automatización [26].

- **Protocolo Profinet**

Es un protocolo de comunicación desarrollado por PROFIBUS & PROFINET International (PI). Está diseñado para conectar equipos industriales a diversos tipos de equipos de producción, como motores, sensores y otros dispositivos electrónicos. El protocolo está diseñado para ser independiente del fabricante, lo que significa que los dispositivos de diferentes marcas pueden funcionar juntos sin problemas. Además, el protocolo está optimizado para un rendimiento óptimo a través de soluciones innovadoras como detección automática de dispositivos, herramientas de diagnóstico avanzadas y recuperación rápida de errores. Estas características hacen que las redes PROFINET sean ideales para los entornos industriales actuales. Proporciona funciones avanzadas como monitoreo en tiempo real, diagnóstico remoto y análisis predictivo de fallas para ayudar a los operadores en el procesamiento industrial diario [27]. Véase la figura 5.

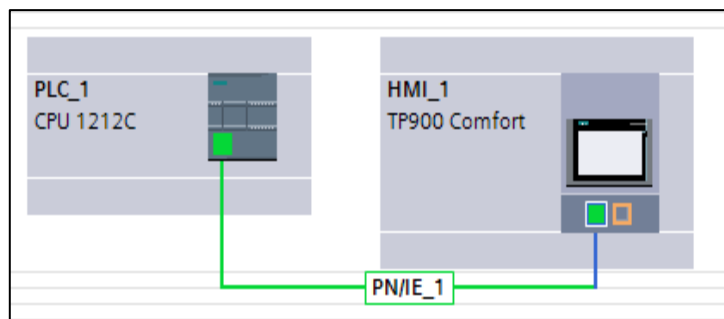


Figura 5. Red de comunicación Profinet. Fuente: Autor

- **Protocolo Modbus RTU**

Modbus es el protocolo de comunicación más común para conectar dispositivos industriales automatizados. Es abierto y es utilizado para transmitir información a través

de redes en serie entre dispositivos electrónicos mediante un maestro modbus y un esclavo modbus [28].

1.1.13. Topología de comunicación

La topología de red define el diseño de una red de comunicación y la ubicación de sus equipos. La potencia en el funcionamiento, la capacidad en el rendimiento y la disponibilidad distinguen una red de otra [29].

- **Topología en estrella**

Cada estación está conectada a un concentrador (switch) por el que pasan los paquetes de datos. La comunicación depende de este punto central, el switch, y la red puede volverse disfuncional si esta falla [29].

La definición de problemas en la comunicación es más sencilla debido a esta estructura centralizada. Véase la figura 6.

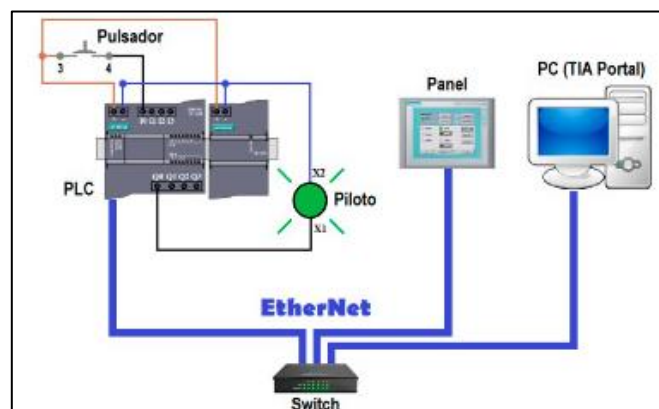


Figura 6. Topología de comunicación en estrella. Fuente: [30]

1.1.14. Sensores

Son dispositivos electrónicos diseñados para detectar y responder a cambios en el entorno físico y convertir esta información en señales eléctricas que pueden procesarse y utilizarse para controlar y automatizar procesos industriales. Estos dispositivos están en el corazón de la automatización industrial ya que recopilan datos y proporcionan información crítica sobre variables como temperatura, presión, velocidad, posición, etc., permitiendo intervenir en profundidad en diversos procesos o sistemas [31].

- **Sensor de proximidad**

Es un dispositivo que detecta la presencia de un objeto sin requerir contacto físico. Estos sensores son muy importantes en la automatización industrial y se utilizan en una variedad

de aplicaciones que van desde la detección de objetos en movimiento hasta el monitoreo de sistemas y procesos [32].

- **Sensor fotoeléctrico**

Un sensor fotoeléctrico es un aparato electrónico que aprovecha la luz para identificar si hay objetos presentes, ausentes o su posición. Su funcionamiento se sustenta en el principio de detección fotoeléctrica, que involucra la emisión, reflexión o interrupción de la luz para producir una señal que permite detectar objetos [33].

- **Sensor de fibra óptica**

Se utiliza para detectar la ubicación exacta de la etiqueta en relación con la unión electrosoldada de la lata, ayuda a garantizar que la etiqueta esté alineada correctamente con la costura de la lata, lo que es importante para mantener la estética y la funcionalidad del producto final [18].

- **Sensor de carga**

Las celdas de carga son dispositivos que convierten la energía en una salida eléctrica medible. Estas estructuras están diseñadas para soportar cargas de compresión, tracción y flexión y, a menudo, se utilizan en aplicaciones donde se debe medir el peso o la fuerza, como básculas para camiones o sistemas de control de peso. Las células de carga se clasifican por su forma y rango de peso y se utilizan en una variedad de industrias, incluidas la fabricación, la logística y la automatización industrial [34].

1.1.15. Actuadores

Son dispositivos que convierten la energía en movimiento o fuerza mecánica. Estos dispositivos toman energía de una fuente específica, como aire comprimido, fluido o electricidad, y la convierten en un movimiento deseado, como lineal, giratorio u oscilante. Los actuadores son muy importantes en la automatización industrial porque pueden controlar y operar con precisión y eficiencia equipos y sistemas mecánicos como válvulas, motores, interruptores y bombas [35].

- **Transportador**

Consta de dos bandas transportadoras de plástico con laterales de acero inoxidable y guías laterales dobles extraíbles de ancho regulable [18].

- **Motor trifásico**

Motor eléctrico diseñado para operar con corriente alterna trifásica. Fundamental en la maquinaria industrial, ya que convierte la energía eléctrica en energía mecánica, lo que permite el funcionamiento eficiente y continuo dentro de los procesos de etiquetado y sellado [36].

- **Cabezal etiquetador**

El cabezal de etiquetas es responsable de emitir etiquetas autoadhesivas. Está impulsado por un motor paso a paso (PAP) y controlado por un microprocesador [37].

- **Motor paso a paso**

Es un motor de CC sin escobillas que puede ser de imán permanente o de resistencia variable y tiene características de rendimiento giratorio bidireccional, se mueve en pasos angulares precisos. Un motor paso a paso es muy útil porque se puede posicionar con precisión sin un sensor de retroalimentación, por eso se considera un circuito abierto [38].

- **Separador neumático**

Es un separador de latas, el cual opera a través de dos trabas neumáticas, su función es separar las latas en el proceso de etiquetado y evitar que ingrese otra lata mediante la ejecución de este proceso [37].

- **Rodillos centradores de envases**

Son los encargados de para mantener la lata de atún en su lugar de forma segura y firme mientras se aplica la etiqueta. Estos rodillos aseguran que la lata esté bien posicionada y que la etiqueta se aplique correctamente [37].

1.1.16. Componentes de la propuesta

Componente lógico

Totally Integrated Automation Portal

Software de programación y desarrollo de aplicaciones de Siemens diseñado específicamente para la automatización industrial. Es una herramienta importante para programar y PLC's como el S7-1200 y para crear interfaces de usuario como WinCC. Esta versión del TIA Portal contiene mejoras y actualizaciones respecto a versiones anteriores, como por ejemplo la función de comunicación directa basada en PROFINET IRT y la función del sistema ProDiag "ShowBlockInTIAPortal" en WinCC Advanced [39].

SIMATIC S7 PLCSIM

Permite a los usuarios probar y depurar sus programas en un entorno simulado, lo que elimina la necesidad de un PLC físico durante la fase de desarrollo. Este software es parte del entorno de programación TIA Portal y está diseñado para facilitar el desarrollo y prueba de aplicaciones sin necesidad de hardware físico [40].

SIMATIC WinCC

Es el software HMI más nuevo y abarca desde simples aplicaciones que utilizan paneles sencillos hasta aplicaciones SCADA que utilizan WinCC Professional en sistemas multiusuario basados en PC [41].

Componentes físicos

PLC Siemens S7 – 1200 AC/DC/RLY

Es un controlador lógico programable de la serie S7-1200 de la empresa Siemens. Este modelo en particular cuenta con un CPU compacto que incluye un puerto Ethernet para habilitar la comunicación PROFINET., cuenta con salidas digitales (seis tipos Relé), entradas digitales (ocho de 24VDC) y analógicas (dos de 0 a 10VDC). Es un dispositivo compacto y versátil que ofrece un alto rendimiento y capacidad de programación para aplicaciones industriales y de automatización [42]. Véase la figura 7.

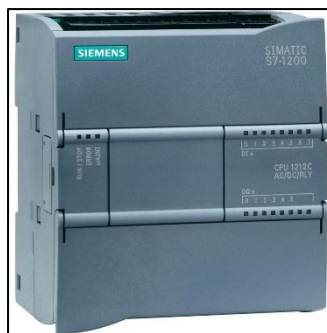


Figura 7. PLC-S71200. Fuente: [42]

Modelo	S7-1200 AC/DC/RLY
Tipo de CPU	Compacta
Alimentación	AC 85-264 V AC, 47-63 Hz
Comunicaciones	PROFINET integrado, posibilidad de módulos adicionales para IO-Link, AS-i, etc.

Funciones integradas	Temporizadores, contadores, operaciones aritméticas, lógica booleana, control PID, etc.
Entorno de programación	TIA Portal (Totally Integrated Automation Portal)
Memoria de usuario	25 KB de memoria de trabajo
E/S digitales integradas	8 entradas/6salidas
E/S analógicas integradas	2 entradas

Tabla 1. Especificaciones del PLC. [42]

HMI TP 1200 Comfort

Es un panel de interfaz humano-máquina desarrollado por Siemens, que forma parte de la serie SIMATIC. Permite el control y la supervisión de procesos a través de una interfaz gráfica intuitiva [43].

Características	Descripción
Información General	Panel Siemens SIMATIC HMI TP900 Comfort
Designación del tipo de producto	TP900 Comfort
Diagonal de la pantalla	9 pulgadas
Rango permitido	19,2 a 29,8 voltios
Tipo de procesador	X86

Tabla 2. Especificaciones del HMI TP 1200Comfort. [43]

Módulo de comunicación Modbus CM 1241

Es un componente diseñado por Siemens para su uso con la serie de controladores S7-1200, facilitando la comunicación con dispositivos que utilizan el protocolo Modbus RTU. A continuación, se detallan sus características y funciones clave [41]. Véase la figura 8.



Figura 8. Modulo Modbus CM 1241. Fuente: [41]

Característica	Especificación
General	
Modelo	CM 1241
Fabricante	Siemens
Serie	SIMATIC S7-1200
Tipo de módulo	Comunicación
Interfaz	RS422/RS485
Conector	9 pines SUB-D (hembra)

Tabla 3. Especificaciones del módulo CM 1241. [41]

Medidor DPM-C530

El DPM-C530 es un medidor multifuncional avanzado de Delta que se utiliza para medir y analizar diversos parámetros eléctricos y de calidad de energía. A continuación, se detalla su funcionalidad y características clave [44]. Véase la figura 9.



Figura 9. Medidor DPM-C530. Fuente: [44]

Especificación	Valor Típico	Descripción
Precisión De Energía Activa	Clase 0.5s	Cumple Con El Estándar Iec62053-22 Para Alta Precisión.
Armónicos	Hasta El 31avo	Permite Medir La Distorsión Armónica Total (Thd) Y Armónicos Individuales.
Comunicación	Modbus Rtu/Bacnet	Facilita La Integración Con Sistemas Scada Y Ems.
Pantalla	Lcd	Gran Pantalla Para Visualización De Datos.
Montaje	Panel	Fácil Instalación En Paneles De Control.
Alimentación	Depende Del Modelo	Verificar En La Documentación Del Producto.

Tabla 4. Especificaciones del medidor DPM-C530. [44]

Sensor fotoeléctrico – Marca E3T, modelo SU-02X

El sensor E3T es un sensor de etiquetas en forma de U de alta velocidad fabricado por FOTEK. Es un tipo de sensor fotoeléctrico que puede detectar etiquetas u otros objetos que pasen a través de su área de detección [45]. Véase la figura 10.



Figura 10. Sensor de etiquetas. Fuente: [45]

Marca	Interruptor fotoeléctrico FOTEK de Taiwán Yangming
Modelo	SU-02x
Voltaje de alimentación	10-30 VDC (V)
Forma de salida	NPN normalmente abierto; nivel de impermeabilidad IP67

Tabla 5. Especificaciones del sensor de etiquetas. [45]

Sensor de carga- Galgas extensiométricas

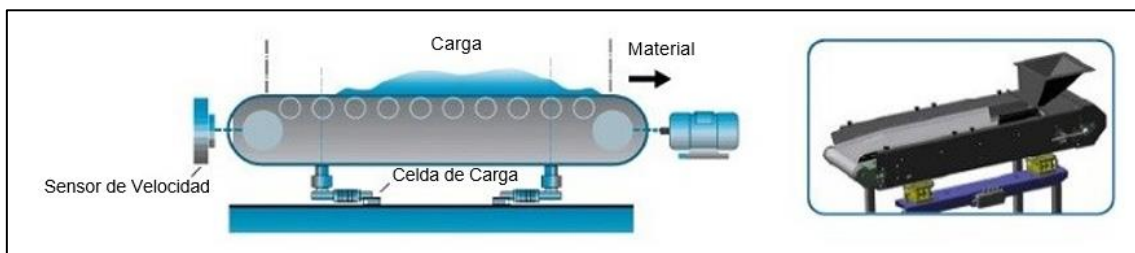


Figura 11. Principio Galgas extensiométricas. Fuente: [46]

Las galgas extensiométricas que se muestran en la figura 11, se pueden utilizar para medir la fuerza o peso ejercido sobre la banda. Esto se logra adhiriendo galgas a puntos estratégicos de la estructura de soporte de la banda, de modo que cuando pasan las latas, la deformación resultante se traduce en una señal eléctrica que puede ser medida y calibrada para indicar el peso [46].

Característica	Descripción
Tipo de sensor	Galga extensométrica
Material	Aleación de karna (níquel-cromo)
Sensibilidad	Alta sensibilidad a cambios de deformación
Principio de funcionamiento	Cambio de resistencia eléctrica ante una deformación mecánica
Linealidad	Excelente linealidad en todo su rango de temperatura
Dimensiones	Variables según la aplicación (mm o pulgadas)
Ventajas	Alta precisión, buena estabilidad a temperatura, larga vida útil, linealidad
Aplicaciones	Diseño de transductores de deformación axial, celdas de carga, medición de esfuerzos en estructuras

Tabla 6. Especificaciones del sensor de peso. [46]

Sensor de proximidad inductivo - IFM efector p20

El sensor inductivo IFM efector p20 se utiliza comúnmente en aplicaciones industriales para la detección de objetos metálicos, en este caso, las latas de atún. Es resistente al agua, al polvo y a los productos químicos, lo que lo hace ideal para su uso en entornos de procesamiento de alimentos [47]. Véase la figura 12.

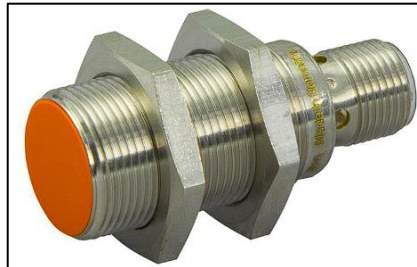


Figura 12. Sensor de proximidad. Fuente [47]

Tipo de sensor	Inductivo
Rango de detección	0,5 mm a 10 mm
Carcasa	Acero inoxidable
Tensión de alimentación	10 - 30 VDC
Consumo de corriente	< 10 mA
Frecuencia de conmutación	10 kHz
Tiempo de respuesta	0,1 ms
Salida	PNP / NPN
Protección contra cortocircuitos	Sí
Temperatura ambiente	-25 °C a +85 °C
Material del sensor	Acero inoxidable

Tabla 7. Especificaciones del sensor de proximidad. [47]

Motor paso a paso – NEMA 34

El cabezal etiquetador se encarga de dispensar la etiqueta autoadhesiva. El mismo es traccionado por el motor paso a paso (PAP) y controlado mediante un microprocesador [18].

El motor paso a paso que se ha seleccionado es el NEMA 34, estos motores son comunes en aplicaciones que requieren un alto torque y precisión, lo que los hace adecuados para impulsar mecanismos de dispensación como el cabezal etiquetador [48]. Véase la figura 13 y 14.

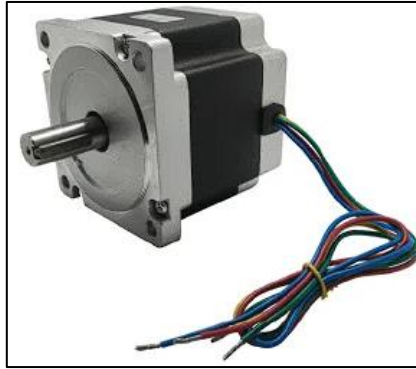


Figura 13. Motor Paso a Paso. Fuente: [48]

PHASE	STEP ANGLE	CONNECTION STYLE	CURRENT	RESISTANCE	INDUCTANCE	HOLDING TORQUE	ROTOR INERTIA	WEIGHT
	DEG/STEP		A	$\Omega \pm 10\%$ 20°C	mH $\pm 20\%$	kg * cm	g * cm ²	kg
2	1.8°	parallel	6	0.4	3.7	63	1400	2.3
2		series	3	1.6	14.8			
4		unipolar	4.2	0.8	3.7	45		

Figura 14. Hoja técnica de motor NEMA 34 86BHH80. Fuente: [48]

Separador de Envases

Son dos trabas neumáticas, que se activan mediante la presión del aire, lo que permite un movimiento preciso y controlado, distancian los envases para evitar que ingresen al área de etiquetado simultáneamente y ayudan a mantener el orden y la sincronización durante el proceso, asegurando la calidad y consistencia [18].

Motor trifásico de inducción asíncrono

El motor trifásico de inducción funciona mediante la interacción entre un campo magnético rotatorio generado por el estator y las corrientes inducidas en el rotor. Esto produce un par que hace girar el eje del motor. La velocidad del motor se puede controlar mediante un variador de frecuencia, lo que permite sincronizarlo con el cabezal etiquetador accionado por el motor paso a paso [49]. Véase la figura 15.



Figura 15. Motor trifásico de inducción. Fuente [49]

Característica	Valor
Potencia Nominal del Motor	0.37 kW / 0.5 H.P.
Frecuencia	60 Hz
Tensión Nominal de Operación	220V / 380V / 440V
Tensión de Trabajo	220V
Tipo de Conexión (Diagrama de Conexión a Tensión Nominal)	Delta-Delta / Estrella-Estrella / Delta
Conexión para 220V	Delta-Delta
Corriente Nominal de Operación	2.0A / 1.17A / 1.0A
Velocidad Nominal del Motor	1660 RPM

Tabla 8. Especificaciones del motor trifásico. [49]

Capítulo 2: Desarrollo Experimental

2.1. Plan de implementación

El sistema propuesto sigue una secuencia de etapas clave para automatizar el proceso de sellado de latas y etiquetado del atún enlatado, desde la selección de equipos y periféricos, hasta la programación y validación. La propuesta se organiza como se muestra en la figura 16.

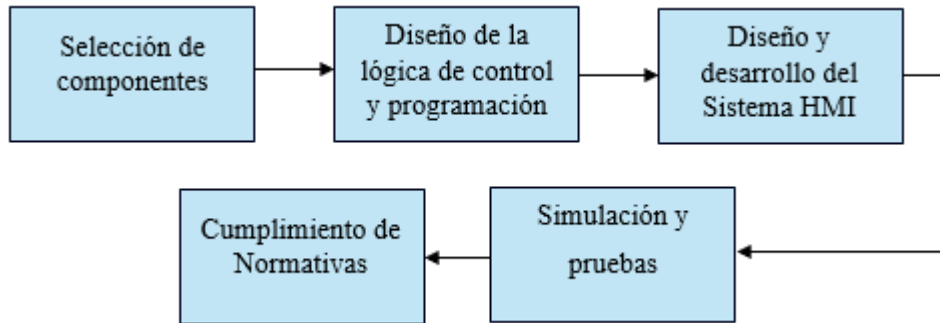


Figura 16. Plan de implementación. Fuente: Autor

1. Selección de componentes: Se seleccionarán dispositivos de entrada y salida, equipos de control y sistemas de supervisión que se adecuen al entorno del proceso.
2. Diseño de la Lógica de Control y programación: Se realizará la programación en lenguaje Ladder, siguiendo la lógica de los procesos para que las latas sean selladas, etiquetadas y posteriormente contabilizadas para ser empaquetadas en lote.
3. Desarrollo del Sistema HMI: Se desarrollará un panel de control y monitoreo de los procesos, el cual se divide en diversas pantallas principales y emergentes, cada una destinada para tareas específicas haciendo un seguimiento a cada proceso.
4. Simulación y pruebas: Se realizarán previas simulaciones para garantizar el correcto funcionamiento de la lógica de control y posteriormente hacer correcciones si se requiera.
5. Cumplimiento de Normativas: Se integrará la solución cumpliendo con las normativas aplicables (ISA y normativas de seguridad alimentaria).

2.1.1. Metodología del proyecto

Comprende las etapas esenciales para el diseño y simulación del sistema automatizado, incluyendo el análisis del proceso, el diseño del sistema de control, la integración de la HMI, la simulación, la documentación y la validación final.

- **Etapa 1: Análisis del proceso - Metodología descriptiva**

Esta etapa se basa en la recopilación de información sobre el proceso de producción de atún en lata, específicamente el etiquetado. Para ello hay que identificar los requerimientos y necesidades del proyecto mediante la consulta de información de las diferentes fuentes bibliográficas, tales como tesis, libros, sitios web, etc.

- **Etapa 2: Diseño y desarrollo del sistema - Metodología analítica**

Esta etapa se basa en el diseño del control automatizado, tal como la selección del PLC (S7-1200), del HMI (TP900 Comfort), entradas, salidas, sensores y actuadores del sistema.

En esta etapa, se debe definir la secuencia del proceso y la lógica de funcionamiento para desarrollar el programa Ladder. Para el interfaz humano máquina, se realizará el diseño personalizable de las pantallas con las operaciones de monitoreo que deseamos visualizar y controlar en tiempo real del proceso. Finalmente, la configuración de la comunicación PLC-HMI es crucial en esta etapa.

- **Etapa 3: Simulación del sistema - Metodología experimental**

Esta etapa se basa en la configuración del entorno de simulación, tanto para el PLC como para el HMI, para ello, se realizará la verificación del funcionamiento lógico del programa, con el fin de hacer pruebas y ajustes del sistema simulado.

- **Etapa 4: Monitoreo y Resultados**

Una vez realizado pruebas y simulado el proyecto, se recopilarán datos importantes para el monitoreo constante del programa y la validación del cumplimiento de los requerimientos iniciales. Para finalmente realizar la documentación del proyecto indicando los resultados, conclusiones y recomendaciones del mismo.

2.1.2. Estudio de factibilidad

• Factibilidad técnica

La propuesta del presente proyecto en el contexto industrial se basa en optimizar los procesos finales de la línea de producción del atún enlatado, como es el sellado y etiquetado de latas de atún mediante la implementación de tecnología avanzada.

Los procedimientos de sellado y rotulado exigen el acatamiento de rigurosas regulaciones de seguridad alimentaria antes mencionadas como HACCP, FDA, etc. Y de maquinaria como ISO 12100. Estas normativas establecen especificaciones para las latas de atún como el peso neto, ingredientes, fecha de vencimiento, entre otras, las cuales deben ser respetadas con minuciosidad. La integración de dispositivos industriales como el PLC y HMI, permiten facilitar el cumplimiento de estas regulaciones mediante una lógica de programación y el diseño de la interfaz, las cuales permitirán realizar un control de las etapas.

Un sistema automatizado requiere un cuidado constante, ya sea de software o de hardware. TIA Portal posibilita un análisis sofisticado y administración de errores, lo que simplifica las labores de mantenimiento preventivo y correctivo.

EL proyecto se desarrollará en un entorno simulado en donde se realizarán pruebas exhaustas para garantizar el correcto funcionamiento de los procesos automatizados.

• Factibilidad económica

Se realiza un análisis de los costos de inversión que comprende el presente proyecto estudiando los procesos considerados para la producción del atún enlatado. Estos valores se analizarán de forma más detallada en las tablas 9, 10 y 11.

Costo de equipos

El costo total de equipos físicos a utilizarse en el presente proyecto se puede visualizar a detalle en la siguiente tabla.

COSTO DE EQUIPOS		
Equipo	Descripción	Precio
PLC	SIEMENS, S7 1200 AC/DC/RLY	\$849,41
DPM-C530	Delta	\$260,00
HMI	TP COMFORT 900, 6AV2124-0JC01-0AX0	\$1.320
COMPUTADOR	Procesador Ryzen 5 3450U 1GB	\$700,00
MÓDULO CM 1241	Siemens, 6ES7241-1CH32-0XB0	\$163,00
TABLERO ELÉCTRICO	Estructura y demás componentes	\$1.565,00
TOTAL		\$4.857,41

Tabla 9. Costos de equipos

Costos de mano de obra

COSTO DE MANO DE OBRA		
Personal	Descripción	Precio
Ingeniero en electrónica y automatización	Desarrollo del algoritmo de programación, diseño del sistema y gastos adicionales.	\$5.500,00
Técnicos	Montaje de tableros	\$3.000,00
TOTAL		\$8.500,00

Tabla 10. Costos de mano de obra

Costo total

COSTO TOTAL	
Costo de equipos	\$4.857,41
Costo de mano de obra	\$8.500,00
TOTAL	\$13.357,41

Tabla 11. Costos Total del proyecto

2.2. Descripción de la solución del proyecto

2.2.1. Descripción del proyecto

La producción de atún en lata es un proceso complejo que requiere una serie de pasos manuales, comúnmente, el proceso de etiquetado, lo que implica una alta dependencia de la mano de obra, mayor probabilidad de errores y retrasos del tiempo.

El presente proyecto se basa en el diseño y simulación de un sistema de control automatizado para la visualización, control y monitoreo del proceso final de la línea de producción del atún en lata, el etiquetado, mediante una serie de sensores, actuadores, controlador lógico programable y un interfaz humano máquina.

Los sensores que conforman el proceso de etiquetado, y que a su vez son programados en el software TIA PORTAL, son de proximidad, de presencia, fotoeléctricos y de posición, de los cuales depende la activación de los diferentes actuadores, tales como el motor de la banda transportadora, el motor del cabezal etiquetador, los rodillos de presión y los actuadores neumáticos de separación.

Los sensores envían señales al controlador y este envía a accionar el cabezal etiquetador el cual es traccionado por un motor paso a paso, así mismo, los actuadores de separación son dos trabas neumáticas, que funcionan distanciando las latas e impiden que otra lata ingrese durante el proceso de etiquetado.

Desde el HMI se podrá controlar y monitorear los diferentes actuadores, configurar parámetros, visualizar alarmas, posicionado de etiqueta y entre otras configuraciones en tiempo real. Pero para realizar todas estas acciones, se deberá tomar en cuenta el modo de inicio de sesión, ya que existirán diferentes niveles de usuario, los cuales delimitarían el manejo del HMI.

2.2.2. Diseño del sistema

El proceso de producción de atún en lata se divide en varias etapas, la implementación del sistema automatizado se basa en los dos subprocesos finales de la línea de producción, los cuales se va a detallar a continuación.

- **Sellado de latas**

Como se muestra en la figura 17, la etapa de sellado inicia con las latas, que ya con su contenido neto, son transportadas al sistema de sellado. El sistema se encarga de tapar herméticamente las latas de atún para luego poder ser llevadas al proceso de etiquetado.

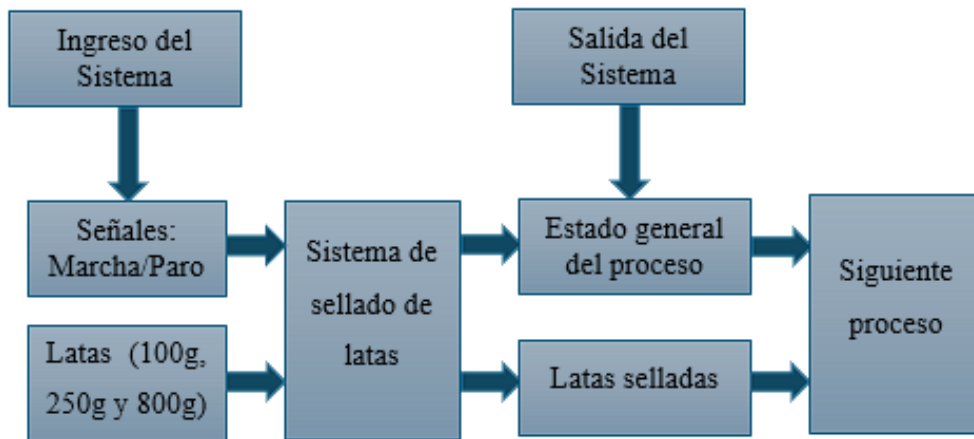


Figura 17. Diseño sistema sellado de latas. Fuente: Autor

El sistema de sellado inicia con condiciones iniciales, las cuales se basan en la selección del tamaño de la lata, tiempo de funcionamiento del sistema, correcta posición de las latas y de los rollos de etiquetado.

El proceso inicia con las latas ubicadas en una banda transportadora BT1, la cual se acciona mediante las señales de un sensor de proximidad al detectar la presencia de una lata.

La lata avanza hasta una celda de carga, en donde se determina el peso del envase según el tamaño establecido en los parámetros del sistema y si está dentro de los límites de la tolerancia del producto, el cual también se establece en las condiciones iniciales, sin embargo, por defecto estará siempre al 0,50%.

Si la lata está dentro del rango de tolerancia, continua hasta llegar al sistema de sellado, por el contrario, se reubicará mediante un separador de envases hacia una segunda banda transportadora BT2, la cual llevará la lata a revisión.

Las latas que llegan al sistema de sellado son detectadas por otro sensor de presencia S2, el cual activa la selladora.

El sistema de sellado consta de una mesa giratoria, permitiendo que la lata gire sobre la superficie mientras dos rulinas hacen presión sobre el envase para hacer el sellado, todo esto accionado por un motor trifásico. Véase la figura 18.

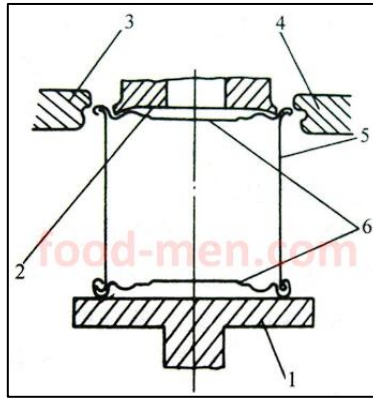


Figura 18. Mecanismo de sellado. Fuente: [17]

1. Plato de compresión: Esta pieza sostiene el cuerpo de la lata y la tapa junto con el mandril.
2. Mandril de cierre: Sujeta el cuerpo de la lata y la tapa junto con la mesa giratoria durante el proceso de sellado [17].
3. Rolina 2: Presiona la parte rizada de la lata, creando una ranura de sellado menos profunda [17].
4. Rolina 1: La primera rolina forma la parte rizada de la tapa y el cuerpo de la lata, creando una ranura de sellado más profunda [17].
5. Cuerpo de la lata: Donde se almacena el producto.
6. Tapa de la lata: Cubre la parte superior de la lata y se sella al cuerpo para mantener el producto seguro y fresco. Véase la figura 19.

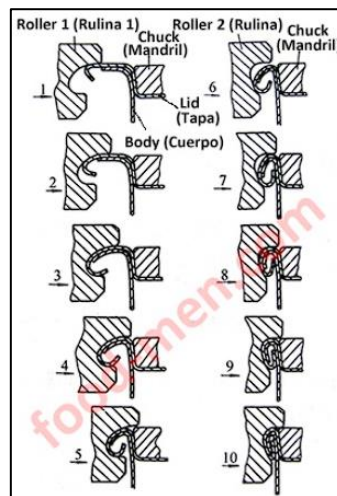


Figura 19. Formación doble cierre. Fuente: [17]

En la Tabla 12 se detallan los componentes de entrada y salida que intervienen en el proceso automatizado de sellado de latas.

Proceso - Sellado de Latas			
Mecanismo	Componente	Tipo	E/S
Transporte de latas	Banda transportadora	Actuador eléctrico	Salida
	Motor trifásico	Actuador eléctrico	Salida
Pesaje de latas	Sensor de peso	Analógico	Entrada
Dispensado de tapas	Sensor de proximidad	Digital	Entrada
	Pistón de simple efecto	Actuador neumático	Salida
Unión tapa-cuerpo de lata	Motor paso a paso	Actuador eléctrico	Salida

Tabla 12. Dispositivos del proceso de sellado

- **Etiquetado de latas**

Como se muestra en la figura 20, el proceso de etiquetado inicia con la recepción de las latas de atún del proceso anterior como es el sellado. Un sensor S4 detecta la llegada del envase accionando el sistema, el cual se divide en dos partes que trabajan en conjunto.

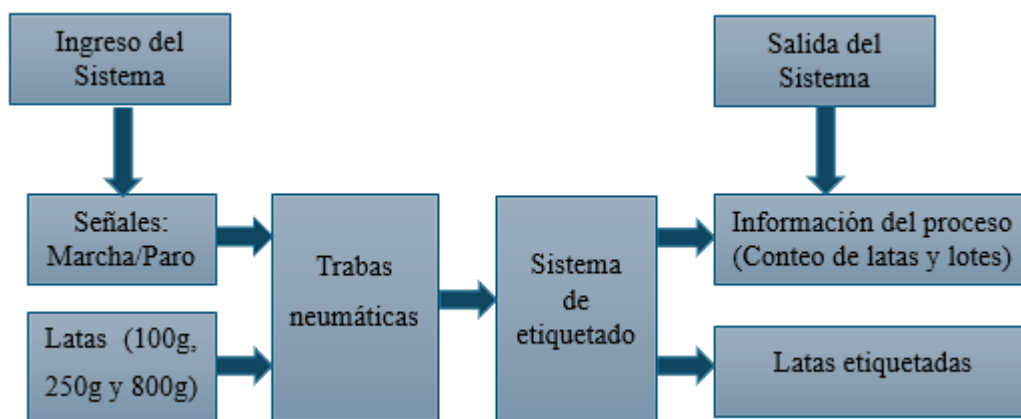


Figura 20. Diseño sistema etiquetado de latas. Fuente: Autor

El envase llega a las trabas neumáticas, las cuales las retienen si detectan que hay una lata etiquetándose, por el contrario, continúa hacia el sistema de etiquetado, el cual está compuesto por un sensor S6, que, al detectar la presencia de la lata, acciona al mismo tiempo, los rodillos de presión mediante un motor paso a paso y el cabezal etiquetador mediante un pistón de simple efecto.

Los rodillos hacen presión sobre la lata manteniendo la perfecta alineación de las etiquetas, desde el panel de comandos, se puede configurar los parámetros del centrador seleccionando el tamaño de la lata para lograr así, un perfecto posicionado de etiqueta.

Finalmente, cuando la lata haya terminado el proceso de etiquetado, al final de la banda transportadora se encuentra otro sensor S7, el cual su función es realizar el conteo de la misma para obtener un registro de cuantas latas han sido procesadas hasta el momento y cuantos lotes se han completado según los parámetros establecidos al inicio del sistema, en donde se define con cuantas latas se completa un lote.

Cabe destacar que el sistema cuenta con un sensor fotoeléctrico S8, detector de etiquetas, el cual es el encargado de avisar al sistema si hay o no etiquetas, caso contrario se emitirá una alarma y el proceso no podrá iniciarse.

En la Tabla 13 se detallan los componentes de entrada y salida que intervienen en el proceso automatizado de etiquetado.

Proceso - Etiquetado de Latas			
Mecanismo	Componente	Tipo	E/S
Transporte de latas	Banda transportadora	Actuador eléctrico	Salida
	Motor trifásico	Actuador eléctrico	Salida
Separador de latas	Sensor de proximidad	Digital	Entrada
	Pistón de simple efecto	Actuador neumático	Salida
Rodillos de presión	Sensor de proximidad	Digital	Entrada
	Pistón de simple efecto	Actuador neumático	Salida
Cabezal etiquetador	Motor paso a paso	Actuador eléctrico	Salida
	Sensor fotoeléctrico	digital	Entrada
Conteo de latas y lotes	Sensor de proximidad	Digital	Entrada

Tabla 13. Dispositivos del proceso de etiquetado

2.2.3. Diagrama P&ID de las etapas de sellado y etiquetado de latas de atún

Como se muestra en el Anexo 1, el diagrama P&ID proporciona una visión general del proceso de sellado y etiquetado de latas de atún. Este diagrama técnico detalla la secuencia de operaciones, la integración de sensores, actuadores, PLC y HMI para optimizar las operaciones y garantizar la calidad del producto final.

2.2.4. Esquema eléctrico del proyecto

El esquema de fuerza para la activación de los actuadores del sistema, como son los motores de las bandas transportadoras en el anexo 2 y sus diagramas de mando correspondientes en el Anexo 3.

Las entradas y salidas del Controlador lógico programable S7-1200 se muestran en el anexo 4.

2.3. Diseño de la propuesta

2.3.1. Lógica de control para el empaquetado de latas de atún

El proceso inicia con la configuración de parámetros y valores operativos en la pantalla principal, las cuales se basan en la selección del tamaño de la lata a producirse, depende de esto la activación de actuadores para el primer proceso de sellado. También se define el número de latas que completara un lote y la cantidad de latas que se desea producir para ese día. Por último, se define también el tiempo de funcionamiento de los diferentes sistemas.

Una vez establecidos los diferentes parámetros mencionados, se procede a ejecutar el sistema de sellado y posteriormente el de etiquetado. Al culminar ambos procesos y el número de latas y lotes cumplen con lo establecido al inicio del sistema. Se termina el proceso obteniendo el empaquetado de latas de atún.

El diagrama de flujo que representa la lógica de control de este proceso se muestra en el anexo 5.

- **Lógica de control del proceso de sellado de latas**

La banda BT1, lleva las latas a un sistema el cual suelta las tapas, ubicándolas encima de cada lata, un sensor de carga S2, acciona un pistón PVC1 cuando siente el peso de una lata. El pistón PVC1 acciona el sistema de sellado, que se activa con S2, activando al mismo tiempo la mesa giratoria con un motor M3, transportando la lata hacia la banda

BT3. Una vez la lata este fuera del proceso, acciona un sensor SFB que hace que la maquina vuelva a su posición inicial.

El diagrama de flujo que representa la lógica de control de este proceso se muestra en el anexo 6.

- **Lógica de control del proceso de etiquetado de latas**

Un sensor de presencia S4 activa la banda BT3. La lata avanza hasta llegar a un sensor S5, el cual trabaja en conjunto con las trabas neumáticas y el sistema de etiquetado, ya que, si sensor S6 detecta que hay una lata etiquetándose, es decir, se activan los rodillos de presión P3 y el cabezal etiquetador M4, y S5 detecta una lata, se activa también las trabas neumáticas, por el contrario, las latas continúan hasta el sistema de etiquetado.

El diagrama de flujo que representa la lógica de control de este proceso se muestra en el anexo 7.

2.3.2. Programación de la lógica de control

La lógica de programación del proceso de sellado y etiquetado se desarrollará en el software TIA Portal v16 mediante lenguaje Ladder. Seleccionando PLC S7-1200, modelo 1212C AC/DC/RLY.

Segmentos de programación del PLC

Bloque principal (Anexo 8)

- El bloque principal denominado MAIN consta de 5 segmentos. El primer segmento con un bloque denominado control general, el segundo denominado sellado y el tercero etiquetado. Bloques que posteriormente se van a detallar.
- En el segmento 4 encontramos el bloque de MB_COMM_LOAD, el cual permite almacenar los datos del medidor de parámetros eléctricos.
- En el segmento 5, los bloques MOVE permiten obtener variables de tipo MD para los valores de los parámetros eléctricos, transfiriendo las variables del medidor.

Bloque Main Parámetros (Anexo 9)

Este bloque este compuesto por un solo segmento, el cual es de suma importancia ya que muestra el bloque MB_MASTER_DB, su función es realizar la lectura de datos en el medidor de parámetros eléctricos.

Bloque Control General (Anexo 10)

- Este bloque consta de 7 segmentos, los cuales muestran variables en memoria para el previo enlace con el sistema HMI y variables configuradas como entradas y salidas físicas del PLC.
- El segmento 1 se encarga de la puesta en marcha general del sistema, es decir, los pulsadores de marcha y paro con sus respectivas activaciones de bobinas denominadas como luces piloto indicadoras. Por último, se muestra la configuración de las primeras alarmas del sistema, como son del estado del sistema, marcha y paro.
- El segmento 2 muestra una lógica de control para la selección del modo de operación del sistema, automático o manual, así como la activación de sus indicadores y sus alarmas correspondientes. Lo mismo sucede en el segmento 3, pero esta vez para la selección del modo local o remoto.
- El segmento 4 y 5 muestra la opción de detener el sistema mediante un pulsador que funciona como paro de emergencia, lo que a su vez permite la activación de una luz piloto indicadora.
- En el segmento 6 se hace uso del bloque move para resetear los valores operativos, los cuales serán las condiciones iniciales del sistema. Los valores que se pueden resetear son el tiempo de funcionamiento de los procesos, el número de latas y lotes a producirse, el tamaño de las latas y el valor en porcentaje de la tolerancia del producto.
- En el segmento 7 se realiza uso de los bloques move para poder escoger entre el peso seteado de la receta u otro peso.

Bloque Proceso de Sellado (Anexo 11)

- Este bloque se divide en 7 segmentos, las alarmas están incluidas en cada uno de los segmentos.
- El primer segmento consta de un bloque de función denominado “lecturas de sensor de peso”, el cual se procederá a detallar posteriormente.
- El segmento 2 describe la lógica de control para la activación del sistema general de sellado de latas o engargolado como también se lo conoce. Se muestran también las alarmas de este sistema.

- El segmento 3 muestra la programación Ladder empleada para ejecutar el desvío de las latas que no cumplen con el peso, definiendo en este segmento los límites superiores e inferiores, así como también la activación de sus actuadores correspondientes y alarmas.
- En el segmento 4 se presenta la lógica de control del sistema de sellado, si el límite del peso de la lata es el deseado establecido en el segmento 3, continua su trayecto hasta este sistema, el cual se basa en la activación del actuador neumático de la selladora y el motor de la mesa giratoria de este sistema
- El segmento 5 y 6 representan el transporte del sistema, la banda transportadora del sistema y la del retorno, de acuerdo con las estipulaciones establecidas para la activación de estos actuadores.
- El segmento 7 describe la lógica utilizada para ejecutar el empuje de la lata mediante la activación del actuador neumático después de haber sido sellada hacia el siguiente proceso, es decir la banda transportadora 3 del sistema de etiquetado.

Bloque Lectura sensores de peso (Anexo 12)

Este bloque se divide en dos segmentos, los cuales se basan en una operación matemática que permite realizar el cálculo de tolerancia según el peso ingresado por el sensor de carga, y con esto definir los límites superiores e inferiores del peso deseado según el tamaño de lata seleccionado en los valores operativos.

Bloque Proceso de Etiquetado (Anexo 13)

- Este proceso se divide en 8 segmentos, de los cuales todos constan con sus respectivas alarmas.
- El segmento 1 muestra la lógica de control utilizada para la activación general del proceso de etiquetado una vez recibidas las latas desde el proceso anterior, mediante la combinación de contactos abiertos y cerrados indicando los sensores y condiciones del sistema.
- En el segmento 2 se presenta el transporte de la lata en el sistema por medio de la banda transportadora 2. Esta lógica se realiza con la intervención diferentes sensores para la activación de este sistema.
- El segmento 3 muestra la activación de los rodillos de presión de la etiquetadora la cual se activará previo a un tiempo establecido mediante un timer en este

segmento y demás condiciones establecidas mediante una combinación de contactos abiertos y cerrados.

- El segmento 4 presenta la lógica empleada para accionar el separador de latas, es decir, las trabas neumáticas las cuales serán accionadas siempre y cuando otra lata este etiquetándose.
- En el segmento 5 se presenta la activación del actuador del sistema, que corresponde al motor del cabezal etiquetador.
- El segmento 6 y 7 corresponde a la lógica de control empleada para el conteo de latas y lotes activándose las bobinas “caja completa” y “lote completo”.
- El segmento 8 representa las alarmas del sistema en cuanto a las cajas y lotes producidos, concluyéndose así el proceso de empaquetado de latas de atún.

2.3.3. Comunicación entre PLC y HMI

La comunicación del PLC y la HMI se desarrolla mediante el protocolo de comunicación PROFINET, permitiendo la sincronización de las variables de ambos dispositivos en tiempo real.

2.3.4. Diseño de la interfaz HMI

El desarrollo de las pantallas de la interfaz humano-máquina sigue las normativas ANSI/ISA-101. El cual permite mostrar información organizada, clara y específica de los procesos automatizados [50].

2.3.5. Simulación de la interfaz HMI

Al iniciar la simulación, la primera pantalla, considerada principal, muestra el inicio de sesión requiriendo el ingreso de un usuario y contraseña para entrar al sistema automatizado de los procesos sellado y etiquetado. Véase la figura 21.



Figura 21. Pantalla Login del sistema. Fuente: Autor

Al ingresar los datos para iniciar sesión y si se han ingresado correctamente se abrirá una nueva pantalla, la cual muestra los valores operativos, es decir, la pantalla en donde se configura los parámetros iniciales para iniciar los procesos de sellado y etiquetado.

En esta pantalla se muestra la selección del tamaño de lata que se desea producir, pequeño, mediano o grande. Así mismo la configuración de la cantidad de latas que completa un lote y la cantidad de lotes por día. El tiempo de funcionamiento por cada sistema también se puede establecer en esta pantalla.

En la parte inferior de la pantalla se encuentra el menú de operaciones del sistema. Véase la figura 22.

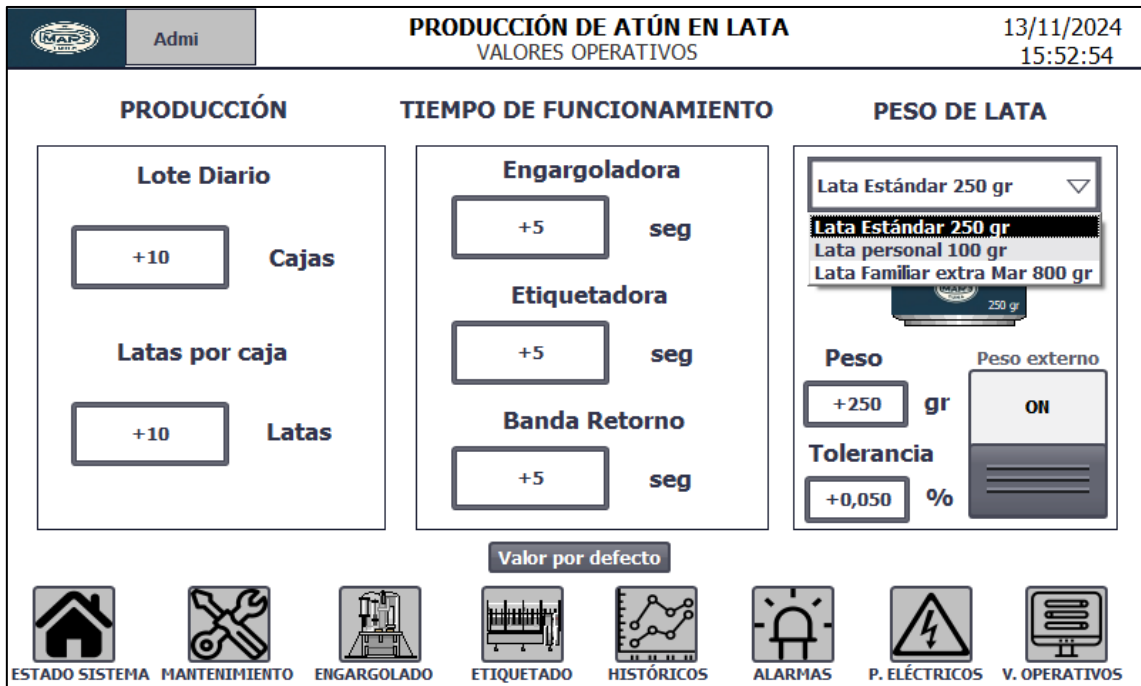


Figura 22. Pantalla Valores operativos. Fuente: Autor

A continuación, se muestran las 3 opciones de tamaño de latas que se pueden seleccionar para producir en el sistema. Véase la figura 23.

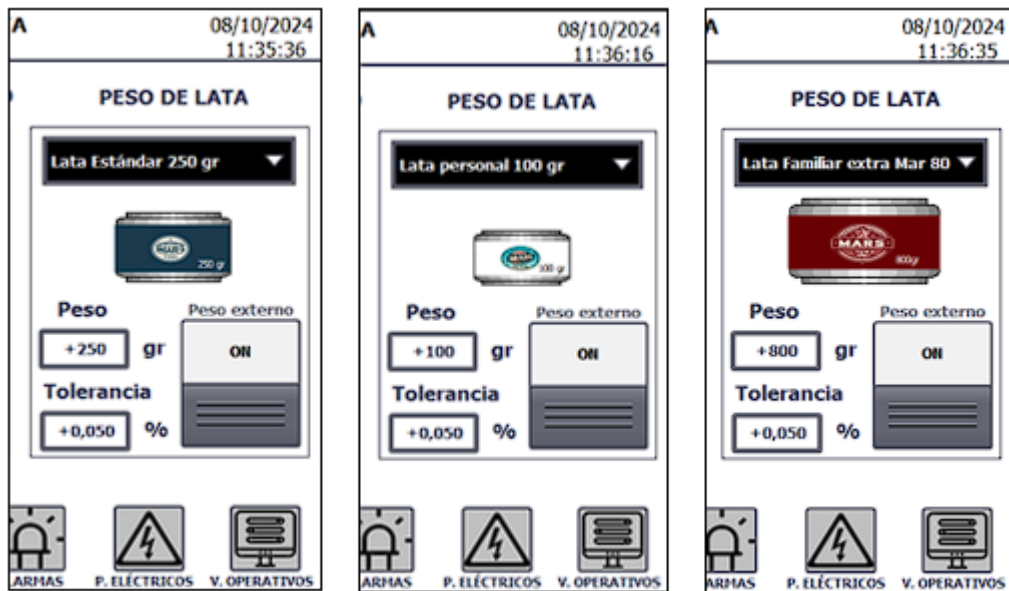


Figura 23. Selección tamaño de lata. Fuente: Autor

Para la simulación se han seleccionado los siguientes valores operativos iniciales. Véase la figura 24.

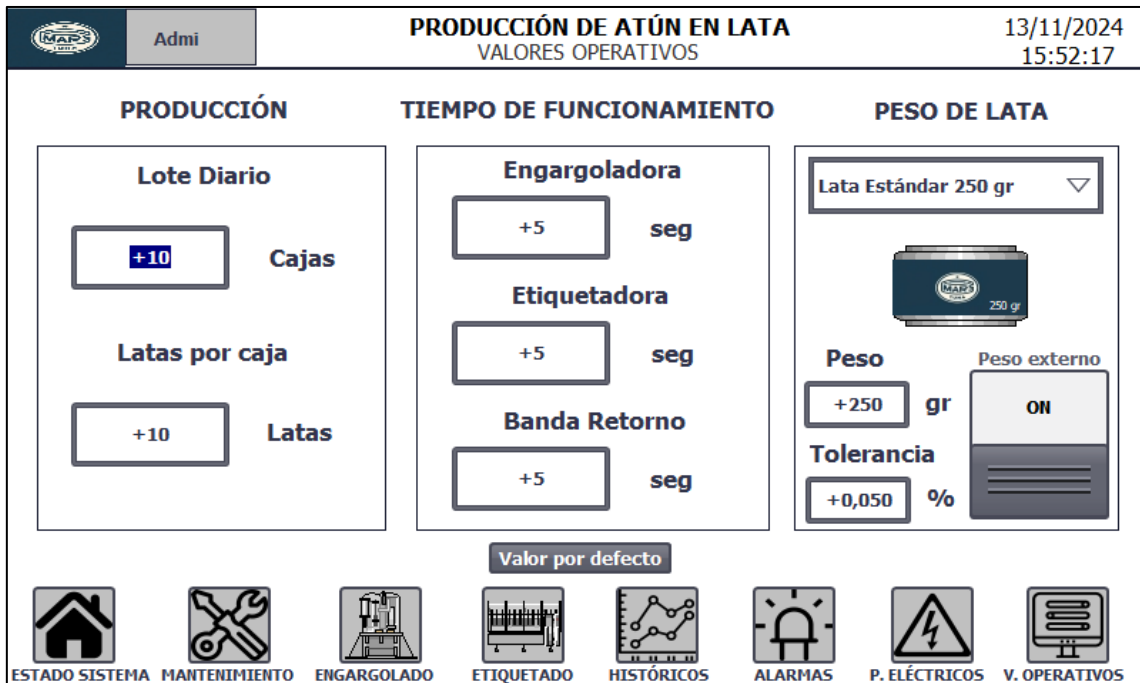


Figura 24. Pantalla Valores operativos, selección lata estándar. Fuente: Autor

Después de seleccionar y configurar los parámetros y valores iniciales, se dirige a la pantalla principal del primer proceso “Sellado de Latas”, en donde se muestra el estado del sistema mediante luces piloto.

En la parte superior de esta pantalla encontramos información importante como es la hora y fecha en tiempo real de la ejecución de la simulación, el modo de operación en el que se ha iniciado sesión y el proceso que se está simulando.

En la parte superior izquierda de la pantalla se encuentra una mini ventana con el bloque de alarmas.

En la parte derecha se encuentra el panel de control indicando el estado general del sistema y los pulsadores para dar “Start” o “Stop”, “Local” o “Remoto” o “Manual” o “Automático” para el inicio de la simulación del proceso.

Como se muestra en la figura 25, se ha seleccionado para trabajar en modo local, este modo permite simular ya sea en automático o manual. En cambio, el modo remoto, al no contar con un sistema SCADA, solo funciona en automático.

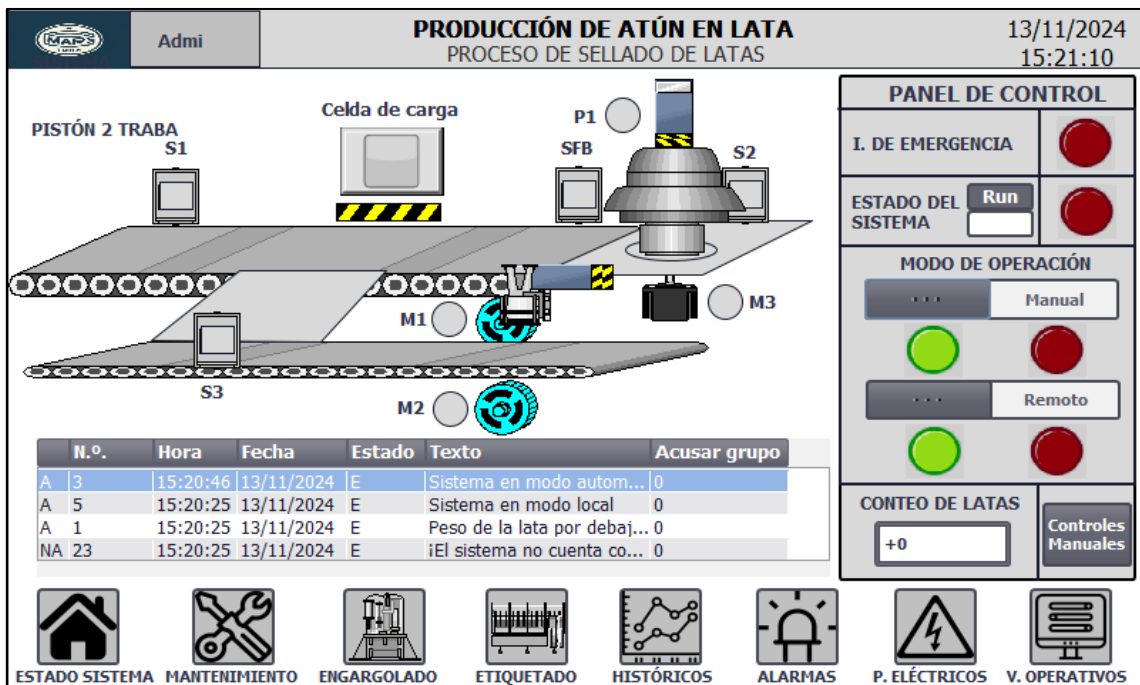


Figura 25. Pantalla Sellado de latas. Fuente: Autor

En el panel de control se encuentra un botón denominado “Controles manuales”, los cuales nos permiten simular cada uno de los sensores para los procesos y accionar los actuadores de forma manual. Véase la figura 26.

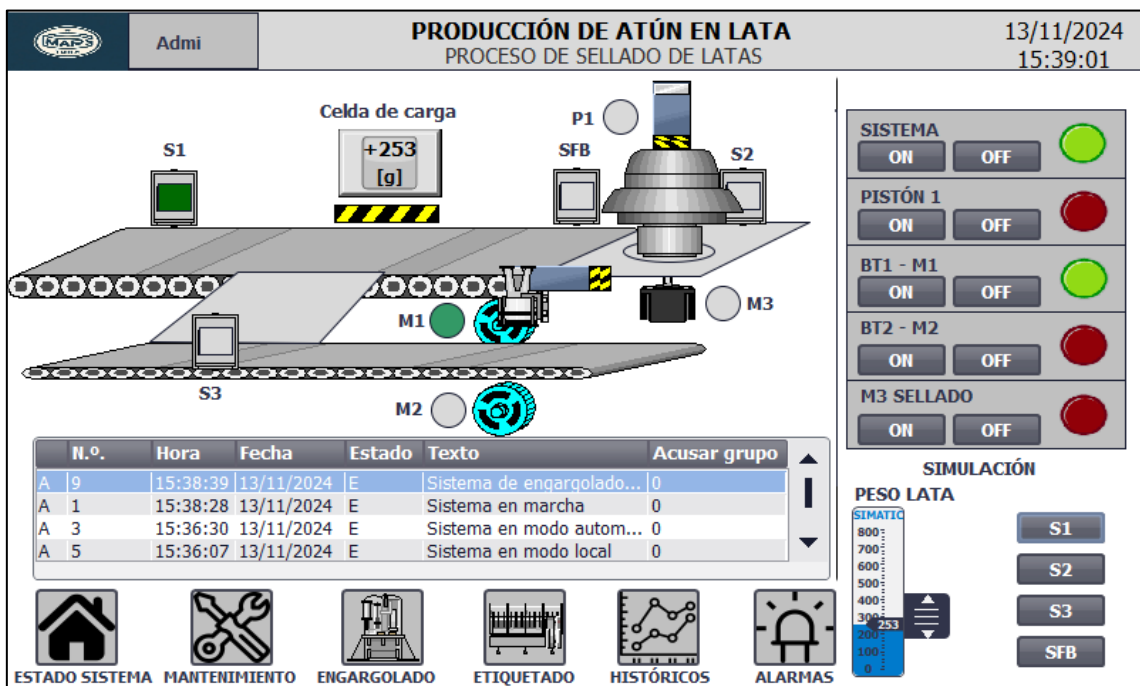


Figura 26. Pantalla emergente controles manuales. Fuente: Autor

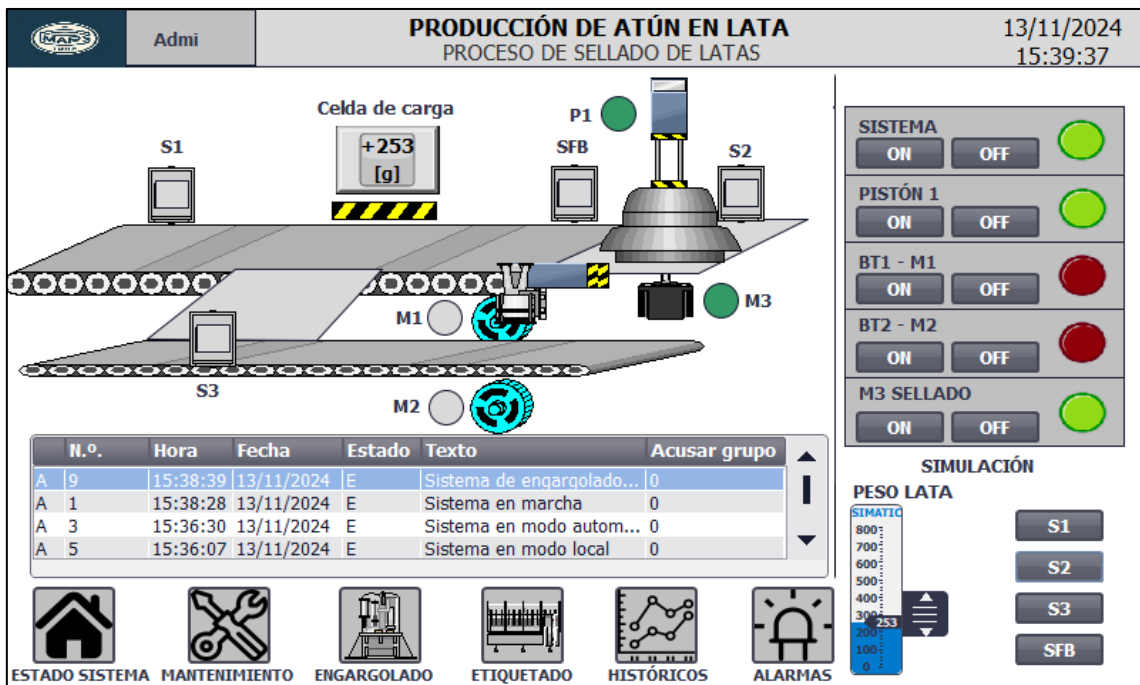


Figura 27. Simulación del sensor de carga. Fuente: Autor

Como se muestra en la figura 27. Se ha simulado +253g en el sensor de peso mediante una slider, al haber seleccionado el tamaño estándar en condiciones iniciales y como está dentro del rango de la tolerancia, la lata ha continuado en la banda BT1 hasta el sistema de sellado, en donde el sensor S2 se activa por milisegundos y automáticamente se activan los actuadores del sistema, el motor de la mesa giratoria y el pistón neumático. Luego de haber culminado el proceso de sellado, la lata es empujada hacia la banda BT2, para siguiente proceso, por ende, se activa un sensor final de banda SFB, que permite que se reinicie el proceso de sellado activando Motor M1. Véase la figura 28.

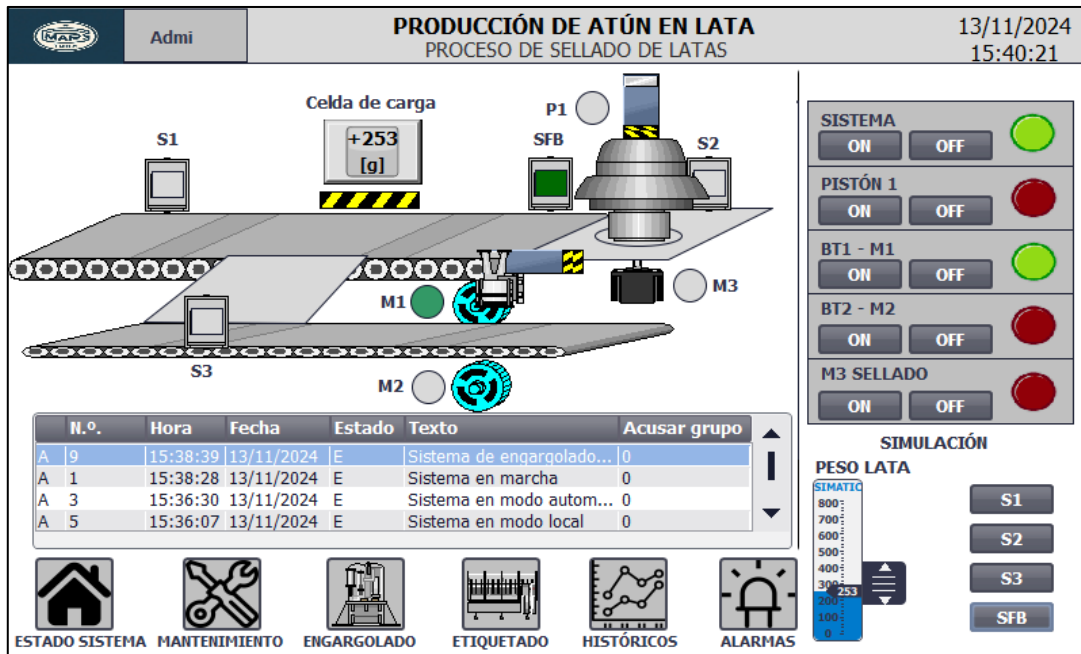


Figura 28. Reinicio del proceso. Fuente: Autor

En la siguiente pantalla se considera el caso de que el peso de la lata no esté dentro del rango de tolerancia, activándose el sensor 3 y BT2, como se muestra en la figura 29.

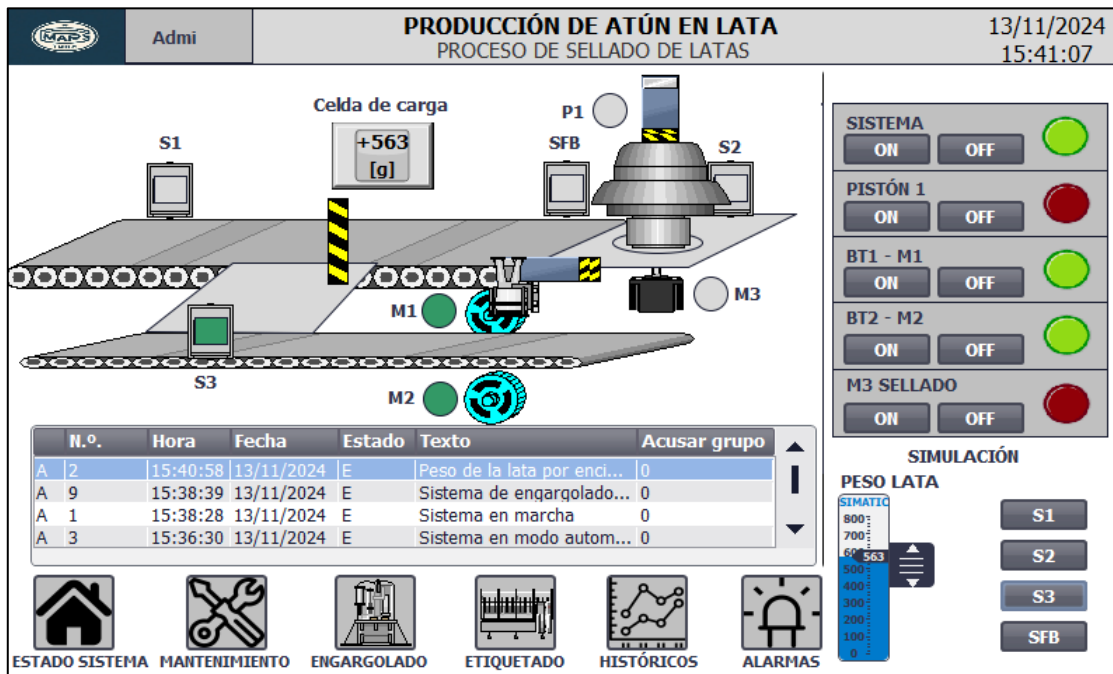


Figura 29. Activación banda de retorno. Fuente: Autor

La etapa de "Etiquetado de Latas" consta de una pantalla principal como se muestra en la figura 30. Esta pantalla está compuesta en el parte superior así mismo por información general del sistema y el bloque de alarmas. En la parte izquierda se encuentra el panel de

controles manuales para activar el sistema y los diferentes actuadores, en la parte inferior de este panel también se hallan los pulsadores que permitirán la simulación de los sensores.



Figura 30. Pantalla Sistema Etiquetado. Fuente: Autor

El sistema inicia con la activación del sensor S4, que, al detectar una lata en el sistema, se activa la banda transportadora BT3. Cabe recalcar que el sistema podrá iniciarse siempre y cuando el sensor 8 este activo, este sensor es el fotoeléctrico detector de etiquetas. En el panel de control se puede visualizar el estado del sistema y de los componentes mediante las luces indicadoras. Véase la figura 31.

En la figura 32 se muestra la puesta en marcha del sistema de etiquetado. El sensor S5 detecta una lata por lo que las trabas neumáticas están activadas, mientras que otra lata esta etiquetándose, manteniendo activo los rodillos de presión y el cabezal etiquetador, accionados por las señales del sensor capacitivo y el sensor fotoeléctrico.

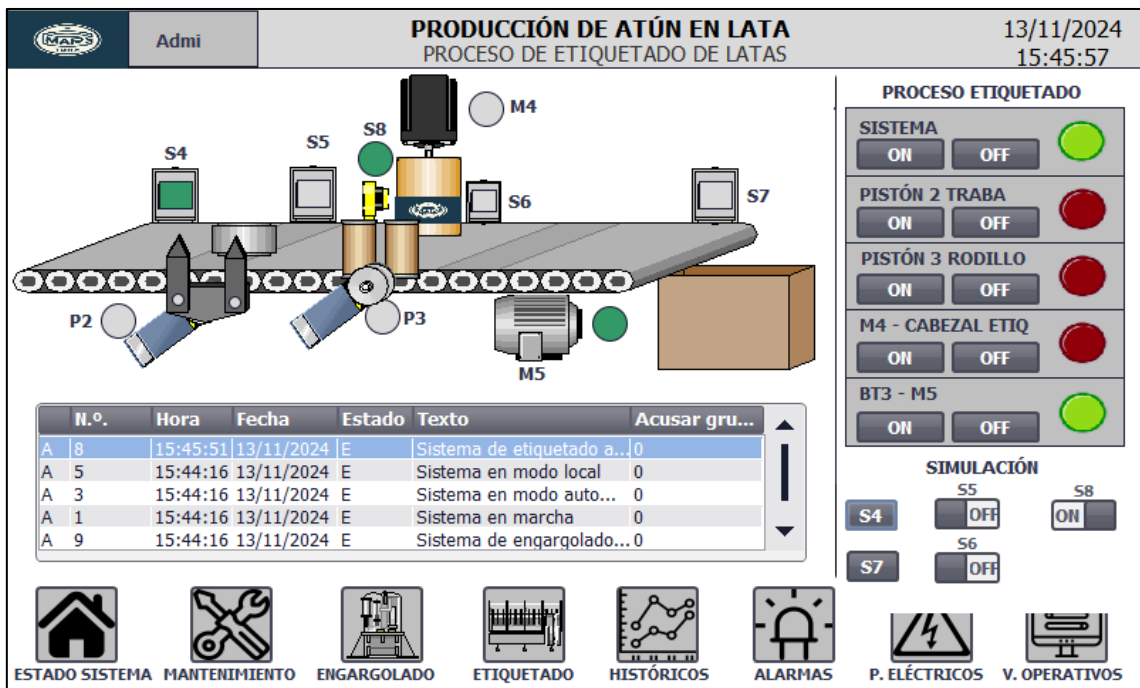


Figura 31. Activación sistema de etiquetado. Fuente: Autor

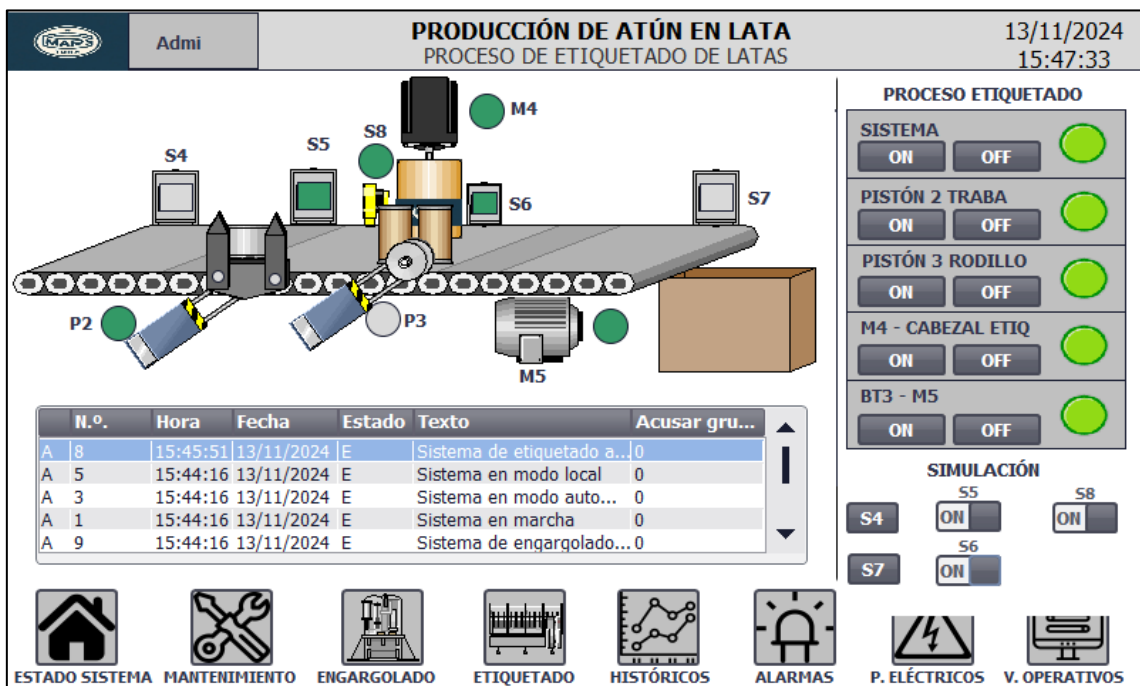


Figura 32. Activación de actuadores sistema etiquetado. Fuente: Autor

Una vez la lata haya sido etiquetada, continua su trayecto hasta llegar a S7, sensor de proximidad que actúa como contador para llevar a cabo el registro de latas producidas y posteriormente los lotes. Véase la figura 33.

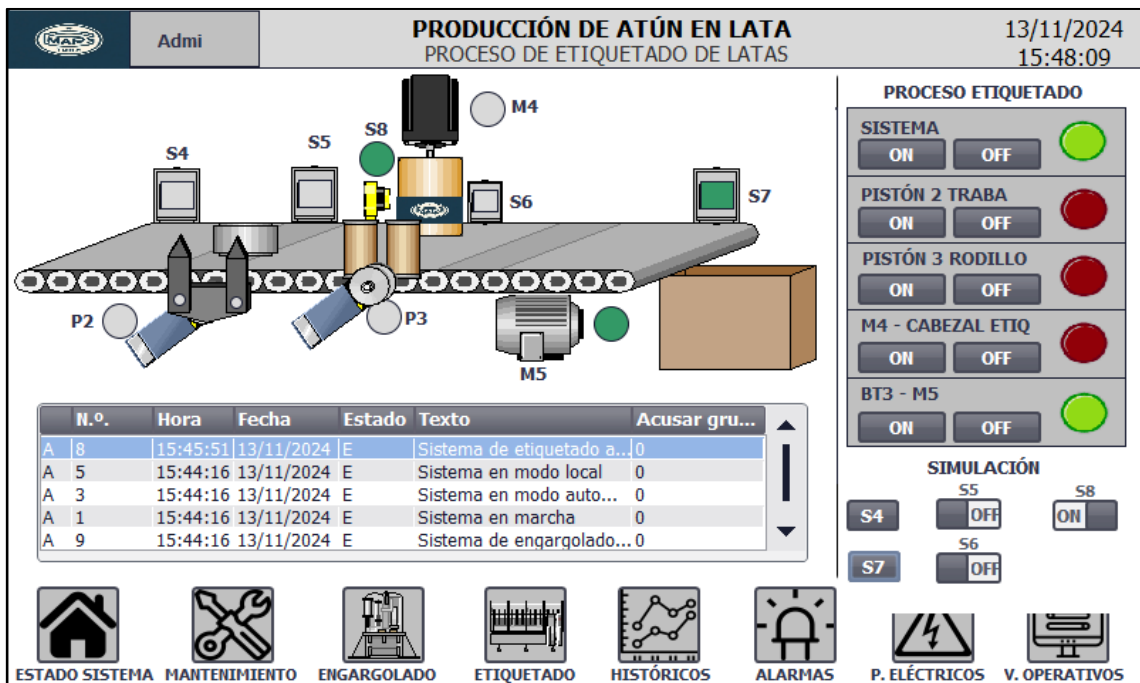


Figura 33. Activación conteo de latas. Fuente: Autor

En la pantalla “estado del sistema”, muestra de forma general el estado del modo que se está operando el sistema, una mini ventana de las alarmas y los usuarios ingresados a este. Véase la figura 34.



Figura 34. Pantalla estado general del sistema. Fuente: Autor

En la pantalla de “Gráficos históricos” se puede visualizar la curva del sensor de peso, y de la tolerancia, si es superior o inferior de acuerdo con el peso simulado. Como se puede

ver en la figura 35 y 36. En primera instancia se ha ingresado un peso de 253g que está dentro del rango de tolerancia, luego se ha ingresado 262g y posteriormente 238g, marcando las curvas y en la parte inferior lo que significa cada una de ellas.

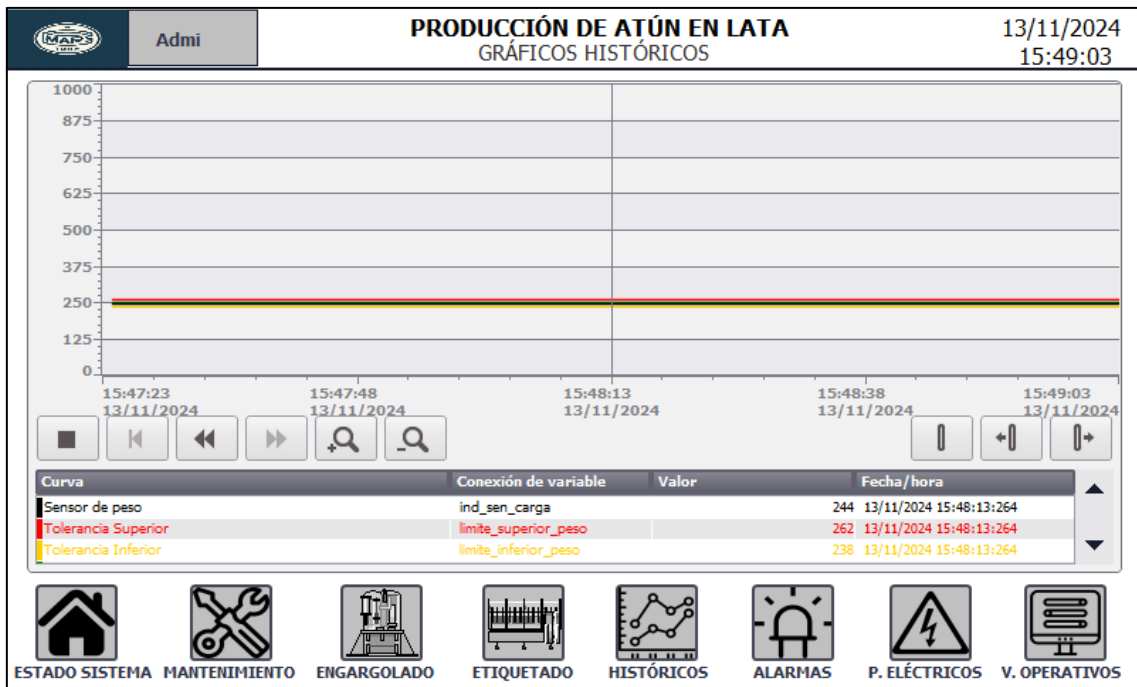


Figura 35. Pantalla de Gráficos Históricos. Fuente: Autor

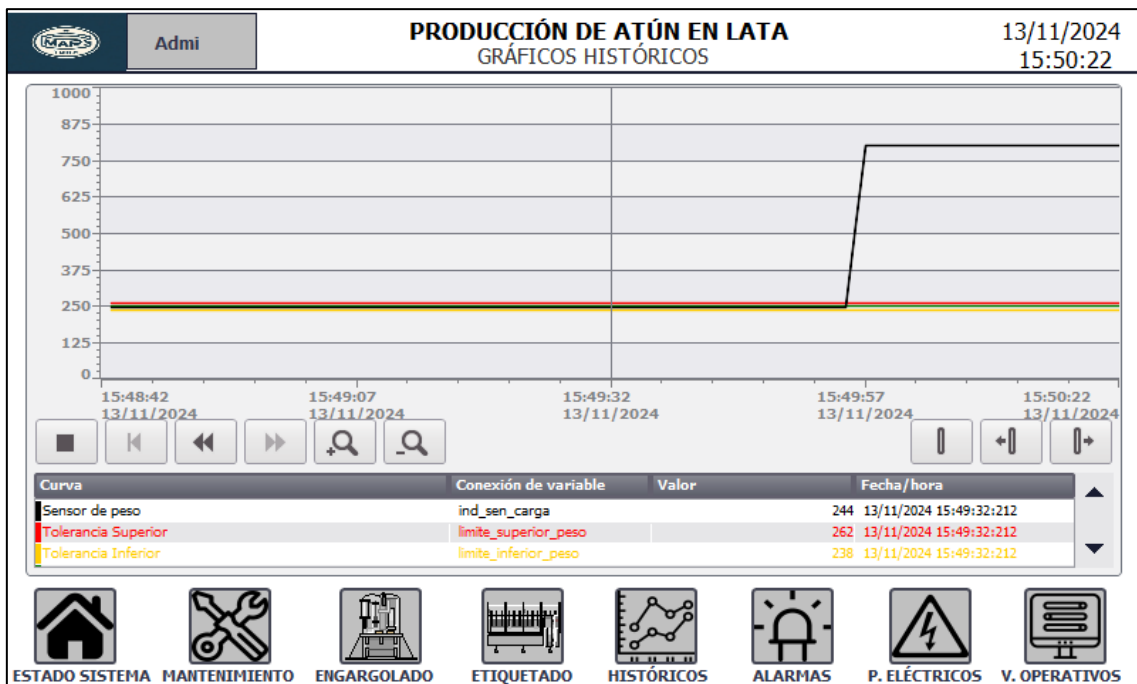


Figura 36. Simulación peso elevado. Fuente: Autor

En la pantalla “Historial de alarmas” se muestran las alarmas de manera más visual de todas las operaciones realizadas hasta el momento en el sistema automatizado. Véase la figura 37.

N.º	Hora	Fecha	Estado	Texto	Acusar grupo
A 2	15:49:55	13/11/2024	E	Peso de la lata por encima del ra...	0
A 8	15:45:51	13/11/2024	E	Sistema de etiquetado activo	0
A 5	15:44:16	13/11/2024	E	Sistema en modo local	0
A 3	15:44:16	13/11/2024	E	Sistema en modo automático	0
A 1	15:44:16	13/11/2024	E	Sistema en marcha	0
A 9	15:44:16	13/11/2024	E	Sistema de engargolado activo	0
NA 26	15:49:55	13/11/2024	E	Pistón de retorno activo	0
NA 12	15:45:51	13/11/2024	E	Banda de etiquetado activa	0

Figura 37. Pantalla general de alarmas. Fuente: Autor

En la pantalla de parámetros eléctricos se muestran los valores de voltajes del tablero eléctrico de las líneas del laboratorio. L – N, A – B, C – A, B – C y AVG. Véase la figura 38.

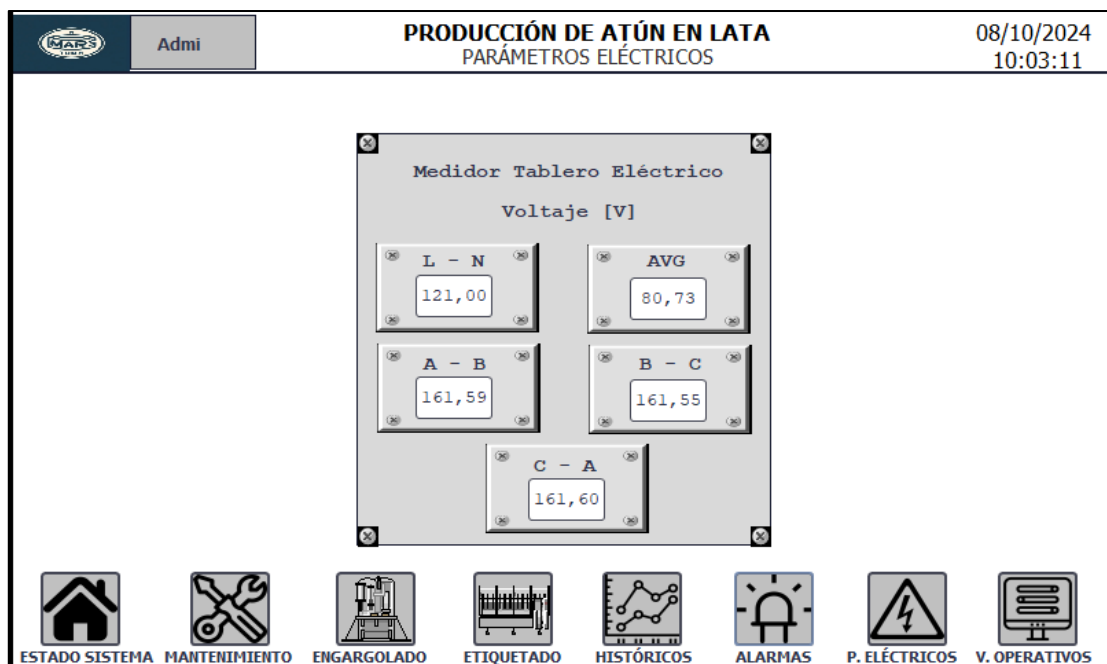


Figura 38. Pantalla de parámetros eléctricos. Fuente: Autor

En la pantalla “Mantenimiento” se muestran las opciones para inhabilitar de forma general tanto el sistema de sellado (engargolado) o el sistema de etiquetado, haciendo que dejen de funcionar. Esta pantalla es primordial para la vida útil de los componentes que conforman los diferentes procesos industriales. Véase la figura 39.

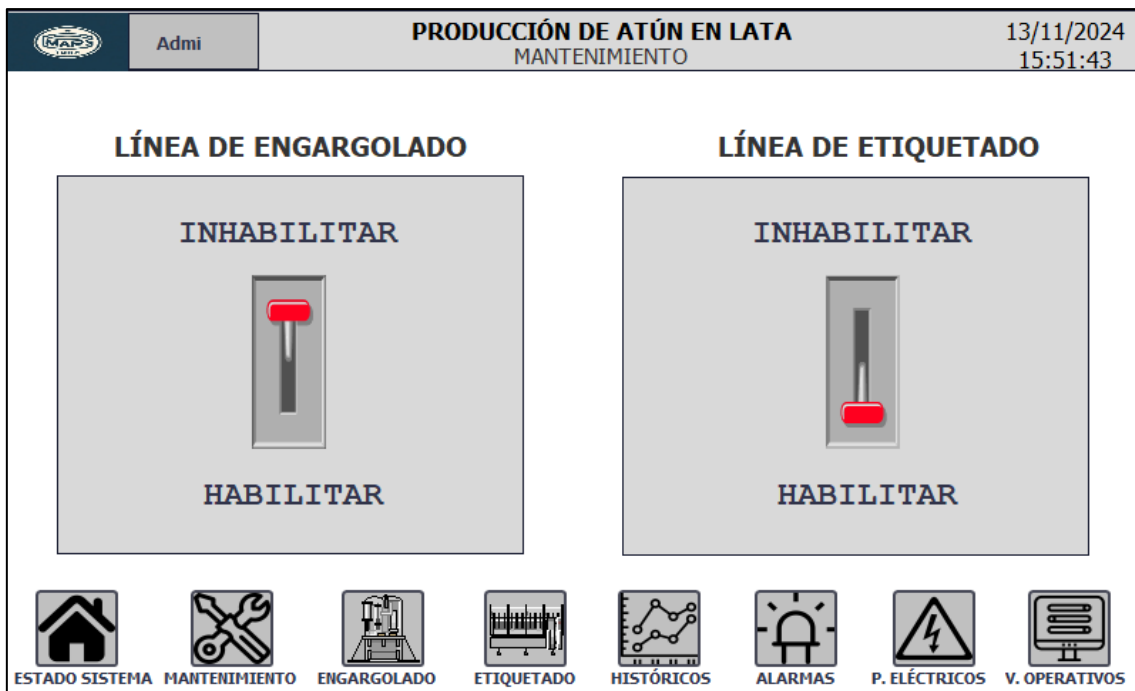


Figura 39. Pantalla de Mantenimiento. Fuente: Autor

2.4. Resultados

Los resultados del presente proyecto se representan en el análisis exhaustivo de las etapas finales que conforman el proceso industrial producción del atún en lata como es el sellado y etiquetado de latas de atún en el contexto local de la provincia de santa elena.

Se logró desarrollar un sistema automatizado secuencial para las etapas de sellado y etiquetado del proceso de producción de atún en lata mediante programación en lenguaje Ladder en el software TIA PORTAL V16, diseñado con bloques funcionales como temporizadores, contadores y comparadores, los cuales controlan cada una de estas etapas del proceso de empaquetado.

Se diseñó también un interfaz HMI para el monitoreo y control en tiempo real de los procesos, a través de pantallas intuitivas, gráficos y controles haciendo uso de las herramientas para la creación de interfaces gráficas de usuario HMI en sistemas de automatización industrial que proporciona WIN CC.

Se compiló y simuló la programación del PLC S7-1200 y HMI de las etapas de sellado y etiquetado de la producción de atún en lata visualizando en tiempo real los valores de las variables del PLC en la pantalla del HMI de forma instantánea validando el sistema industrial automatizado.

2.5. Conclusiones

En base al estudio, desarrollo y diseño del presente proyecto se concluye que:

Los sistemas automatizados para el control de procesos industriales desempeñan un papel crucial en la optimización de procesos, ya que mejora la calidad y la reducción de costos. Además de garantizar que los productos se fabriquen siempre bajo las mismas condiciones, lo que resulta en una calidad más uniforme, y más aun si son productos alimenticios como los atunes en lata.

El empleo de equipos robustos como son el PLC y el HMI ofrecen múltiples ventajas como se demuestra en el presente proyecto, el realizar una lógica de programación sencilla mediante el lenguaje Ladder.

El HMI permite el seguimiento en tiempo real el estado de los subprocesos de sellado y etiquetado, realizar ajustes y configurar parámetros a través de las pantallas, las cuales proporcionan información específica del estado de los sistemas.

2.6. Recomendaciones

- Se recomienda empaparse de toda la información necesaria antes de diseñar y desarrollar sistemas automatizados y mejor aún si son de fuentes académicas y científicas confiables, como tesis, revistas y libros de referencia.
- Realizar diagramas de flujos para comprender en detalle los procesos industriales que se desea automatizar, identificar los dispositivos y componentes que intervienen en cada uno de ellos, así como también el procedimiento que realizan para obtener su producto final.
- Desarrollar la programación de la lógica de control minuciosamente y realizar simulaciones para comprobar el correcto funcionamiento o para realizar ajustes si llegasen a presentarse cambios en el proceso.
- Seguir las normas ANSI/ISA para que la interfaz HMI, sea desarrollada y diseñada de acuerdo con las regulaciones y estándares industriales.
- El presente proyecto se ha realizado en un entorno simulado, por lo que se recomienda implementarla en un entorno real no si antes someter al sistema en una serie de pruebas que simulen las condiciones más adversas y los escenarios más complejos que se puedan presentar.

Bibliografía

- [1] O. d. l. N. U. p. l. A. y. l. Agricultura, «La sostenibilidad en acción. Roma,» 2020. [En línea]. Available: <https://doi.org/10.4060/ca9229es>.
- [2] «Cámara Nacional de Pesquería,» 25 Abril 2013. [En línea]. Available: <https://camaradepesqueria.ec/la-industria-atunera-ecuatoriana/>.
- [3] «Centro de formación técnica para la industria,» [En línea]. Available: <https://www.cursosaula21.com/que-es-un-hmi/>.
- [4] M. d. comercio exterior, Agosto 2017. [En línea]. Available: <https://www.produccion.gob.ec/wp-content/uploads/2019/06/Reporte-del-sector-atunero.pdf>.
- [5] «EMIS,» 2023. [En línea]. Available: https://www.emis.com/php/company-profile/EC/Promarosa_Productos_del_Mar_Santa_Rosa_C_Ltda_es_3564437.html.
- [6] «Veritrade,» 2015. [En línea]. Available: <https://www.veritrade.com/es/ecuador/importaciones-y-exportaciones-industria-ecuatoriana-productora-de-alimentos-ca-inepaca/ruc-1390005713001>.
- [7] «Unión Tecnológica,» 2022. [En línea]. Available: https://uniontecnologica.com/blog/7_automatizacion-en-2024.html.
- [8] «EMIS,» [En línea]. Available: https://www.emis.com/php/company-profile/EC/Royal_Pacific_Seafood_Royalpac_SAS_es_14506560.html.
- [9] «PROMAROSA,» [En línea]. Available: <https://promarosa.com/nuestros-procesos/>.
- [10] «EMIS,» 2023. [En línea]. Available: https://www.emis.com/php/company-profile/EC/Corporacion_Conservera_Mundo_Marino_Peninsular_Comumap_SA_es_3566696.html.
- [11] Wikipedia, 31 08 2023. [En línea]. Available: https://es.wikipedia.org/wiki/At%C3%BAn_en_conserva.
- [12] TheLogisticWorld, 30 06 2023. [En línea]. Available: <https://thelogisticworld.com/logistica-y-distribucion/proceso-de-produccion-del-atun-descubre-como-es-el-viaje-del-mar-a-tu-mesa/>.
- [13] «Madearia,» 2023. [En línea]. Available: <https://www.madearia.com/es/blog/engineering-tolerance-explained/>.
- [14] «Red Hat,» 20 09 2023. [En línea]. Available: [https://www.redhat.com/es/topics/automation#:~:text=Automatizaci%C3%B3n%20industrial,hombre%2Dm%C3%A1quina%20\(HMI\)..](https://www.redhat.com/es/topics/automation#:~:text=Automatizaci%C3%B3n%20industrial,hombre%2Dm%C3%A1quina%20(HMI)..)
- [15] C. d. f. t. p. l. industria, «Aula21,» [En línea]. Available: <https://www.cursosaula21.com/que-es-la-automatizacion-industrial/>.

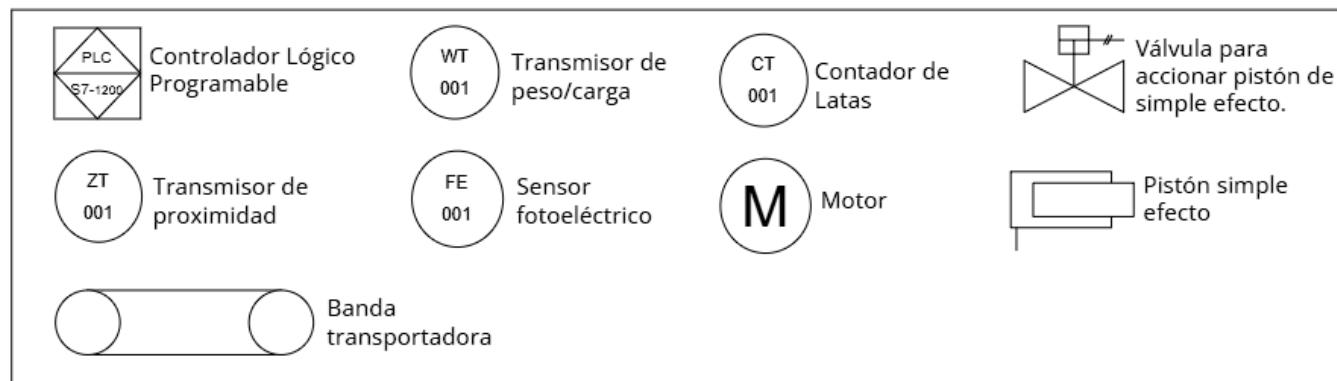
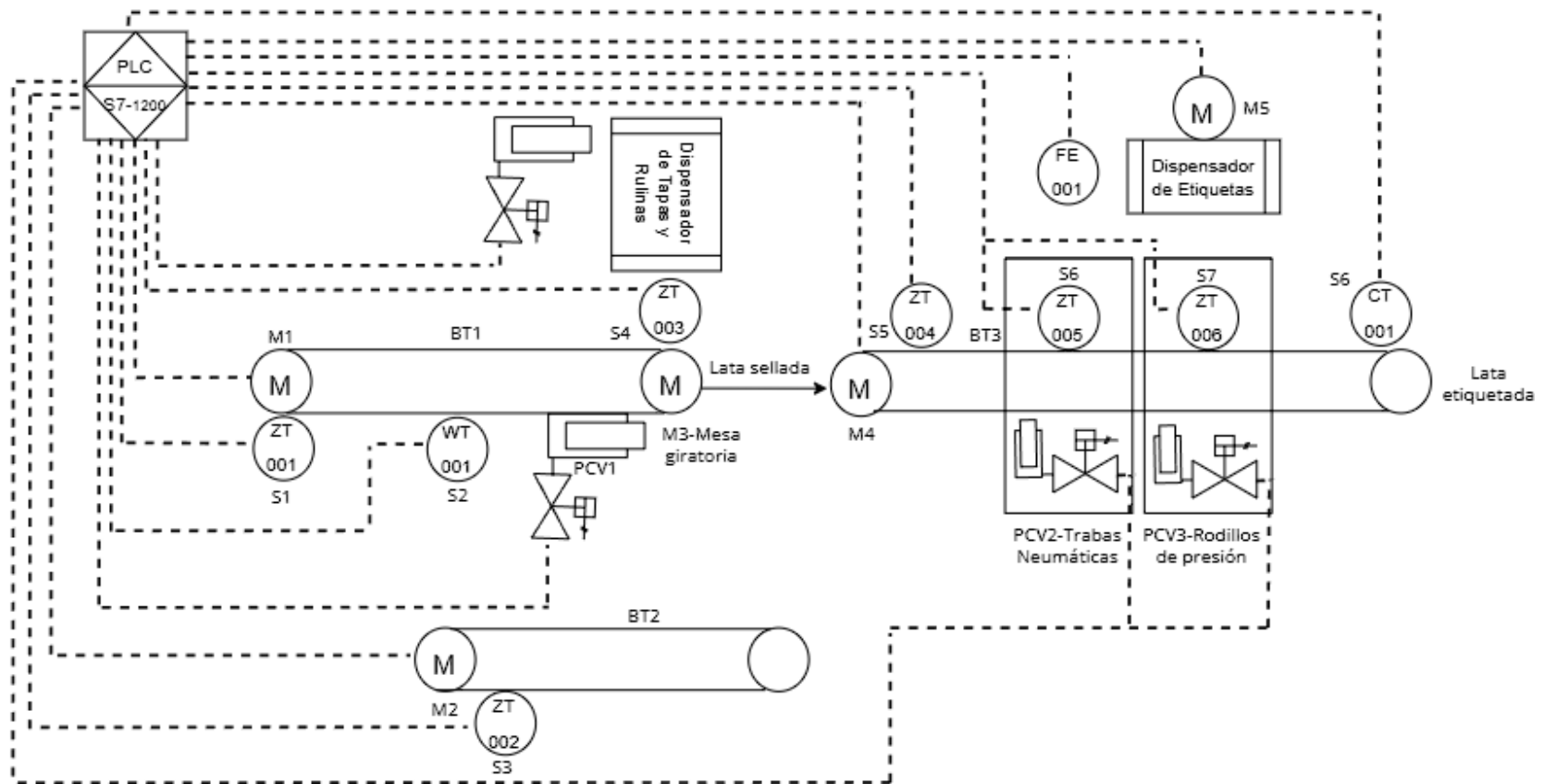
- [16] G. A. Aregoce, «Control Automático de la Fabricación de atún en lata,» [En línea]. Available: <https://cap.davinsony.com/2019-2/informe/atun.pdf>.
- [17] «Food-Men,» 01 02 2020. [En línea]. Available: <https://es.food-men.com/art/principio-de-conservacion-enlatada-4-sello-de-doble-cierre-de-latas-a00025a1.html>.
- [18] «onelitepharma,» [En línea]. Available: <https://www.onelitepharma.com/sr-92ar>.
- [19] «Adhesivos Gráficos,» [En línea]. Available: <https://www.etiquetasadhesivassc.es/que-es-la-etiqueta-de-un-producto/>.
- [20] Coditeq. [En línea]. Available: <https://www.coditeq.com.co/tipos-de-etiquetas/>.
- [21] «GSL industrias,» [En línea]. Available: <https://industriasgsl.com/blogs/automatizacion/que-es-un-plc-y-como-funciona>.
- [22] «InfoPLC,» 18 11 2015. [En línea]. Available: <https://www.infoplcn.net/actualidad-industrial/item/102902-isa101-hmi>.
- [23] B. D. RIVERA TENE, «DESARROLLO DE UNA INTERFAZ HUMANO MÁQUINA DE ALTO DESEMPEÑO (HPHMI) PARA PROCESOS DE PRODUCCIÓN DE CRUDO Y GAS EN PROYECTOS INTEGRALES DEL ECUADOR PIL S.A.,» Sangolquí, 2018.
- [24] «SafetyCulture,» septiembre 2024. [En línea]. Available: <https://safetyculture.com/es/temas/que-es-la-seguridad-alimentaria/normas-de-seguridad-alimentaria/>.
- [25] S. C. d. ISO, «standards,» 01 09 2005. [En línea]. Available: <https://cdn.standards.iteh.ai/samples/35466/03fe75acdc64608861f340f087dca96/ISO-22000-2005.pdf>.
- [26] J. Lozano, «Industrias Asociadas,» [En línea]. Available: <https://www.industriasasociadas.com/protocolos-de-comunicacion-en-la-industria/#:~:text=Un%20protocolo%20de%20comunicaci%C3%B3n%20industria,l,variedad%20de%20protocolos%20de%20comunicaci%C3%B3n..>
- [27] «Profinet-Profibus,» 15 11 2023. [En línea]. Available: <https://profibus.com.ar/profinet-que-es-y-como-funciona/>.
- [28] «AULA21,» [En línea]. Available: <https://www.cursosaula21.com/modbus-que-es-y-como-funciona/>.
- [29] «internationalit,» 5 Julio 2022. [En línea]. Available: <https://www.internationalit.com/post/topologia-de-red-conozca-los-principales-tipos?lang=es>.
- [30] «InfoPLC,» 2024. [En línea]. Available: <https://www.infoplcn.net/descargas/162-siemens/pantallas-hmi/2713-ejemplo-progr>.

- [31] «SensorGO,» 2 12 2021. [En línea]. Available: <https://sensorgo.mx/sensores-industriales/>.
- [32] «Wikipedia,» 23 02 2024. [En línea]. Available: https://es.wikipedia.org/wiki/Sensor_de_proximidad.
- [33] «TRADESAFE,» [En línea]. Available: <https://trdsf.com/es/blogs/news/los-fundamentos-de-un-sensor-fotoelectronico>.
- [34] «Wikipedia,» 08 01 2024. [En línea]. Available: https://es.wikipedia.org/wiki/Celda_de_carga.
- [35] «Alquileres del SaJa,» [En línea]. Available: <https://alquileresdelsaja.es/blog/actuadores>.
- [36] «Promelsa,» 06 2024. [En línea]. Available: <https://www.promelsa.com.pe/blog/post/que-es-motor-electrico-trifasico.html>.
- [37] «Onelitepharma,» [En línea]. Available: <https://www.onelitepharma.com/sr-92ar>.
- [38] «STEPPERONLINE,» [En línea]. Available: <https://www.omc-stepperonline.com/es/support/que-es-un-motor-paso-a-paso>.
- [39] «Impulso06,» [En línea]. Available: <https://impulso06.com/que-es-tia-portal-y-porque-es-tan-importante-en-la-industria/#:~:text=es%20T%C3%ADa%20Portal%3F-T%C3%ADa%20Portal%20es%20un%20software%20de%20automatizaci%C3%B3n%20industrial%20desarrollado%20por,automatizados%20en%20un%20solo%20ent>.
- [40] R. A. A. Yahia, «SolisPLC,» [En línea]. Available: <https://www.solisplc.com/tutorials/an-introduction-to-siemens-simatic-manager-step-7>.
- [41] «DMC,» 2024. [En línea]. Available: <https://www.dmcinfo.com/services/manufacturing-automation-and-intelligence/hmi-and-scada-programming/siemens-simatic-wincc-programming>.
- [42] «ProgramaciónSiemens.com,» [En línea]. Available: <https://programacionsiemens.com/s7-1200/>.
- [43] «Dicisa,» [En línea]. Available: <https://diciasasureste.mx/tienda/producto/simatic-hmi-tp1200-comfort-comfort-panel-mando-t/>.
- [44] «DELTA,» [En línea]. Available: <https://industrialautomation.delta-emea.com/es/dpm-c530-series-2404.htm>.
- [45] «AliExpres,» [En línea]. Available: <https://es.aliexpress.com/item/32652508311.html>.

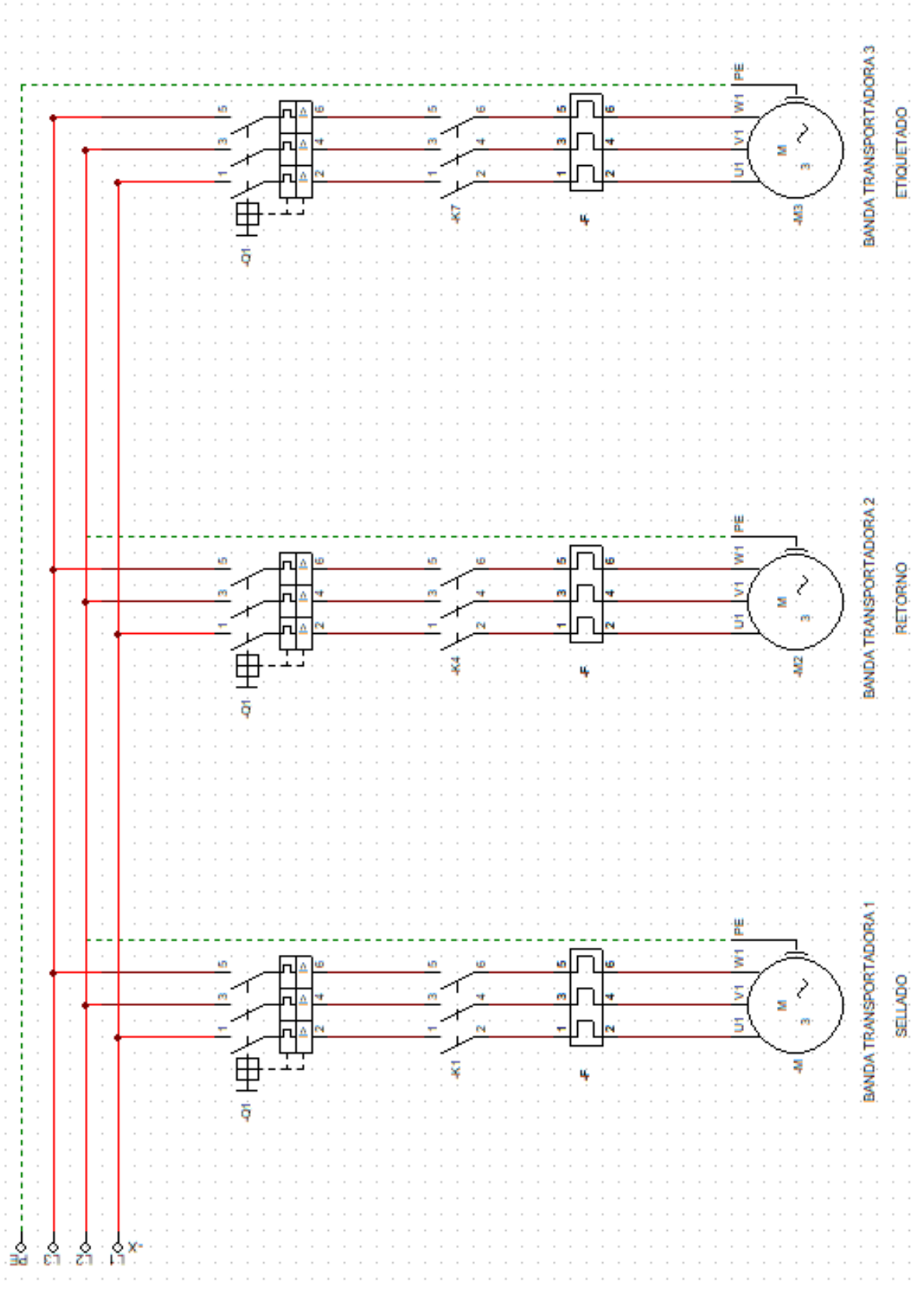
- [46] J. S. Y. TUMBACO, «Simulación de un Sistema Automatizado de una línea de producción de Harina de,» La Libertad, 2023.
- [47] «IFM,» [En línea]. Available: <https://www.ifm.com/es/es/product/II5162>.
- [48] «CNC Repowering,» [En línea]. Available: <https://cncrepowering.com.co/es/motores-paso-a-paso/232-motor-paso-a-paso-nema-34.html>.
- [49] «motorba,» [En línea]. Available: <https://motorba.com.ar/motor-asincrono-de-induccion/>.
- [50] B. D. RIVERA TENE, «DESARROLLO DE UNA INTERFAZ HUMANO MÁQUINA DE ALTO DESEMPEÑO (HPHMI) PARA PROCESOS DE PRODUCCIÓN DE CRUDO Y GAS EN PROYECTOS INTEGRALES DEL ECUADOR PIL S.A.,» 2018.

Anexos

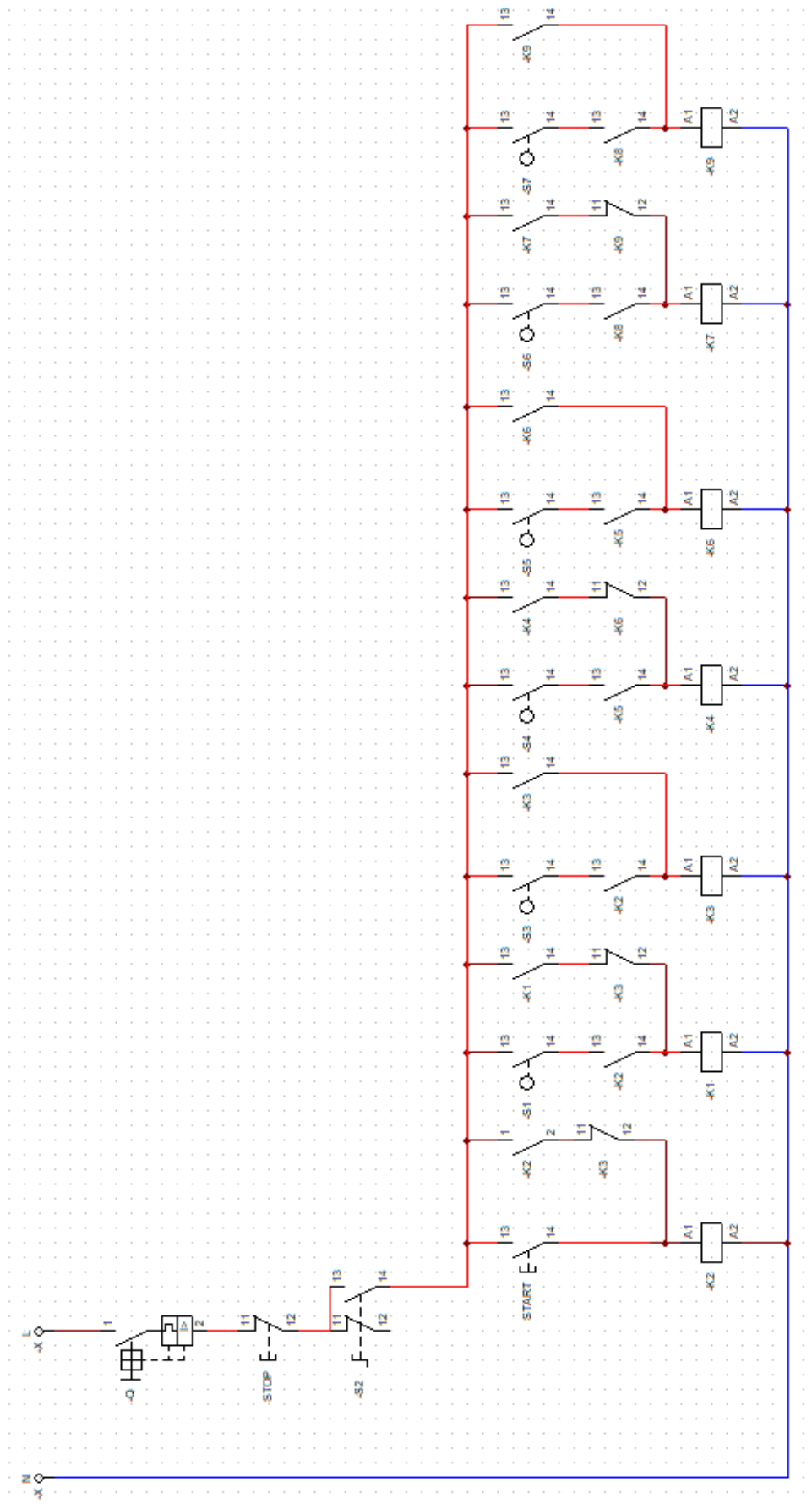
Anexo 1: Diagrama P&ID del proceso de sellado y etiquetado de atún



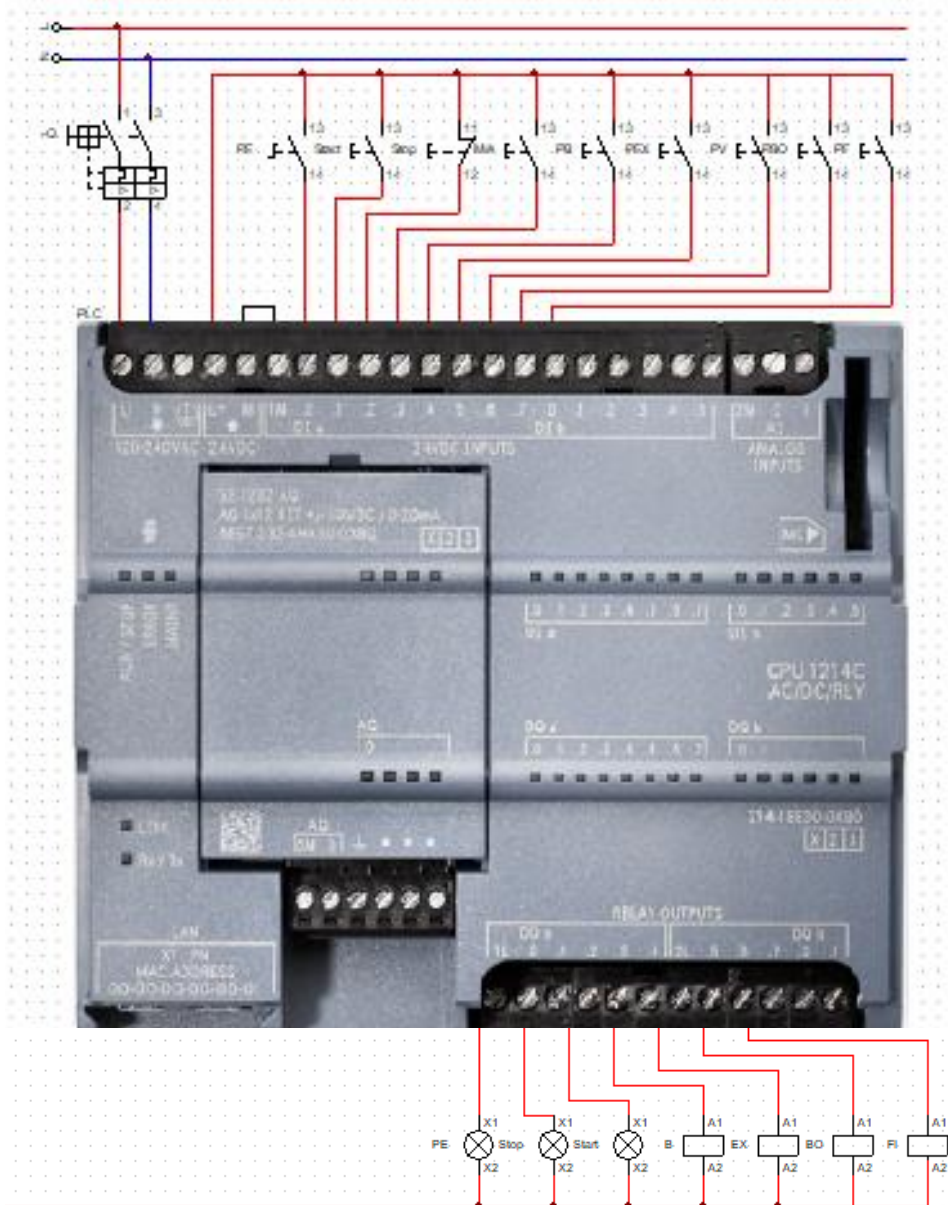
Anexo 2: Esquema eléctrico de Fuerza



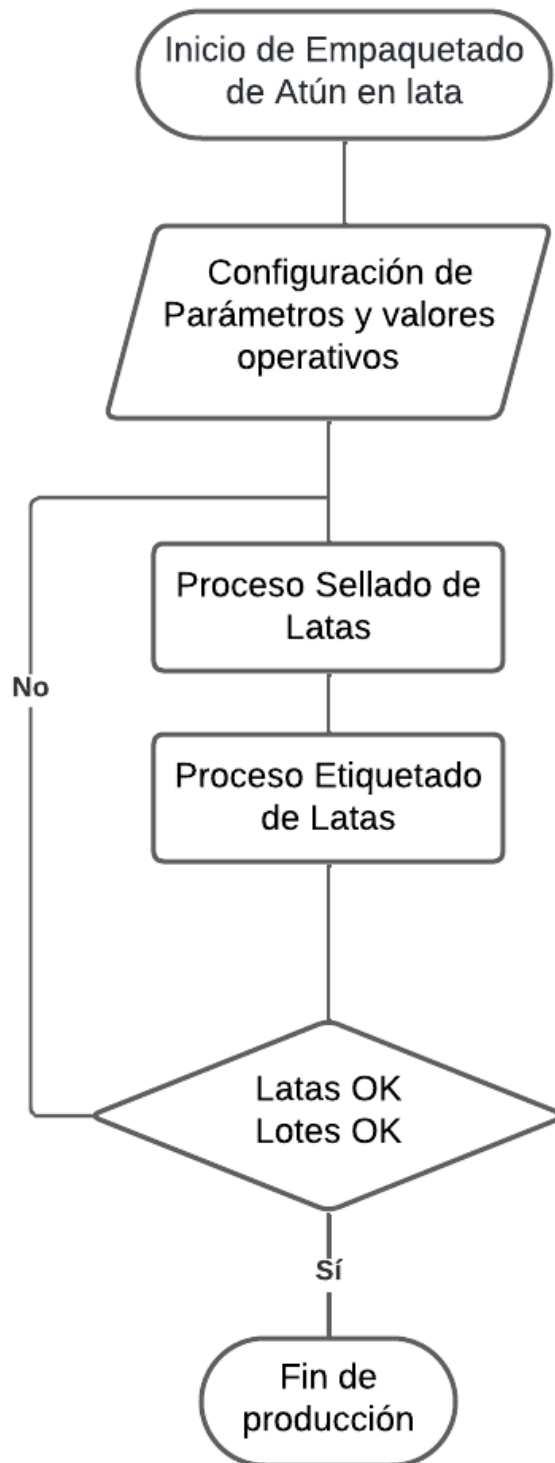
Anexo 3: Esquema eléctrico de Mando



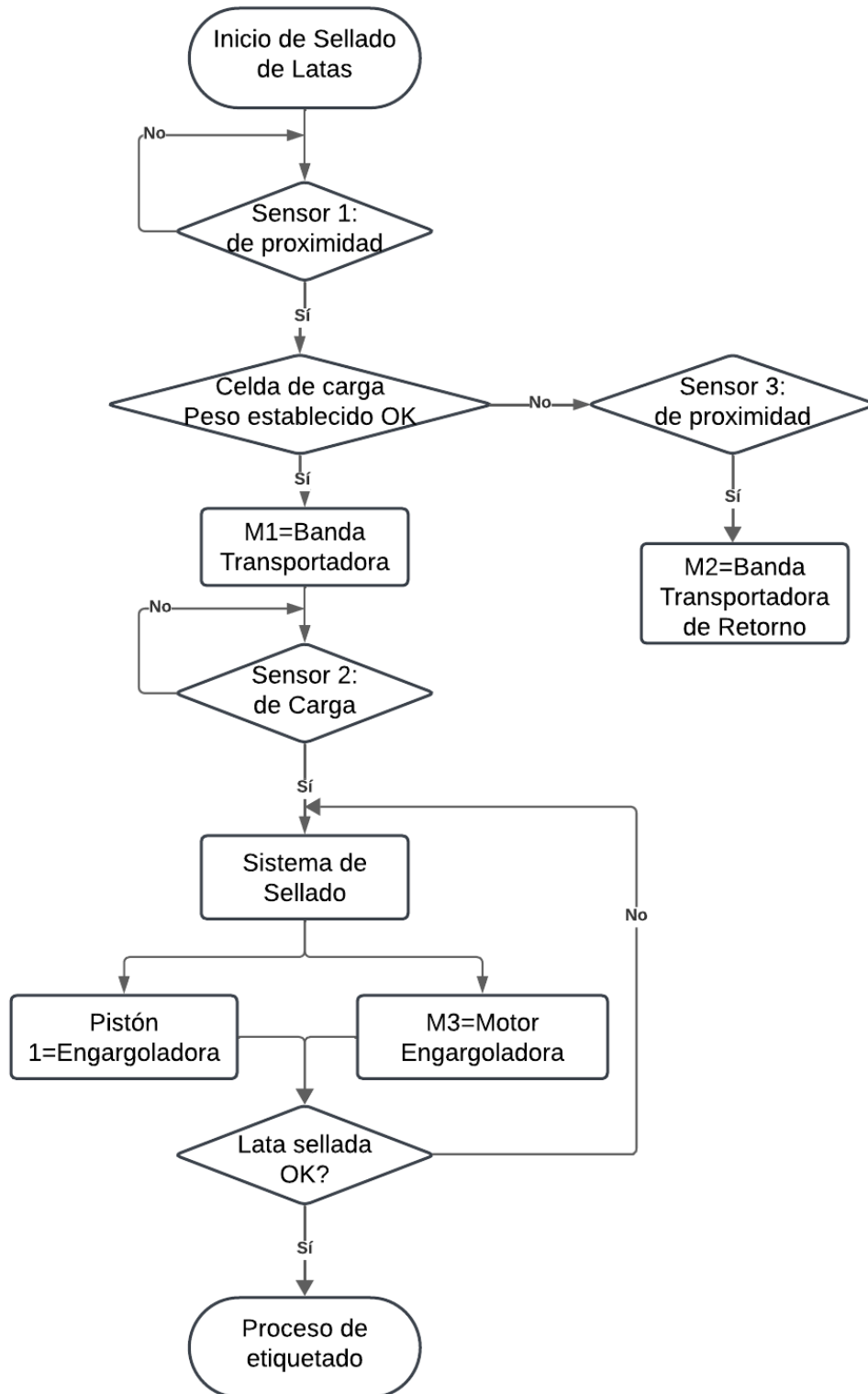
Anexo 4: Entradas y salidas PLC-S7-1200



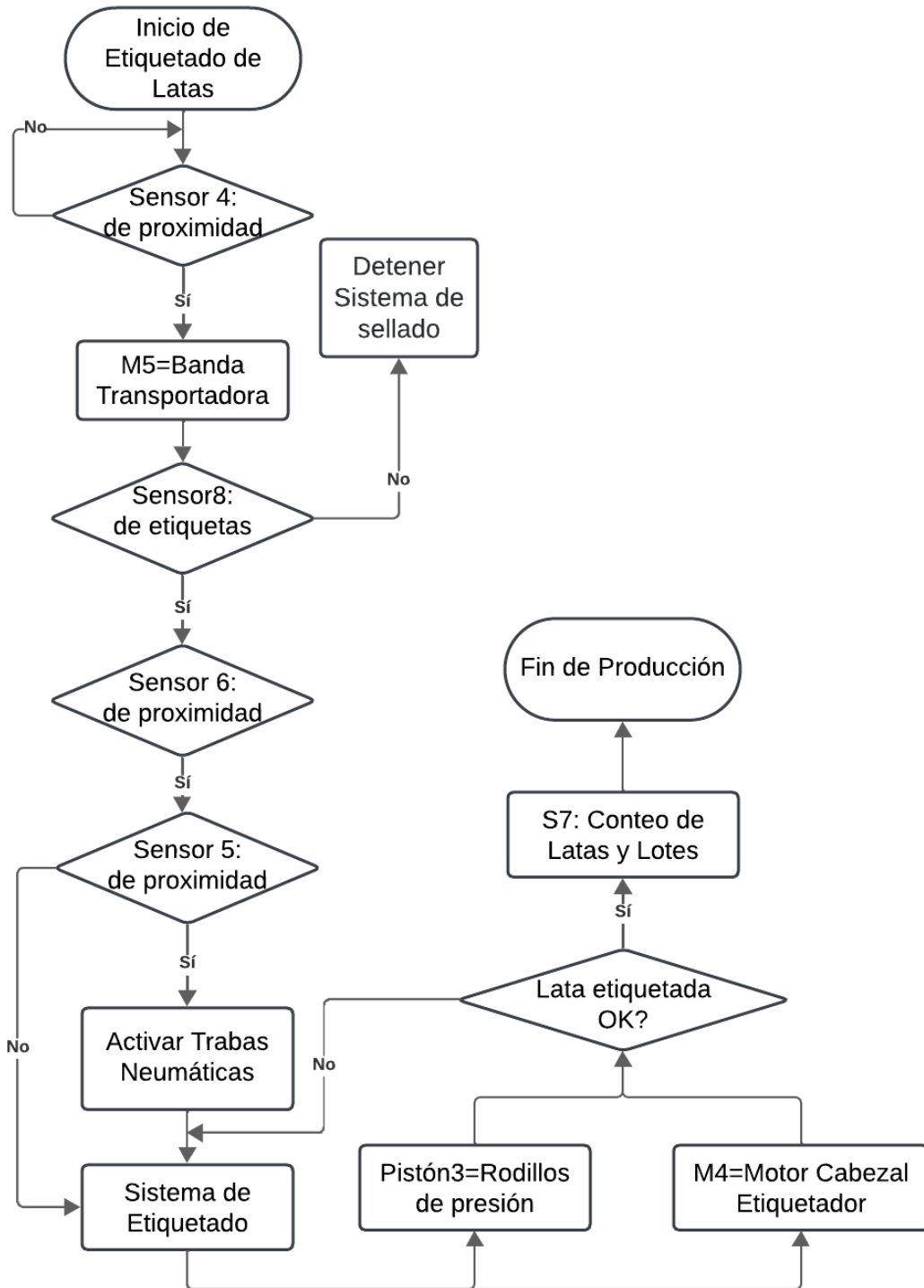
Anexo 5: Diagrama de flujo de empaquetado de atún en lata



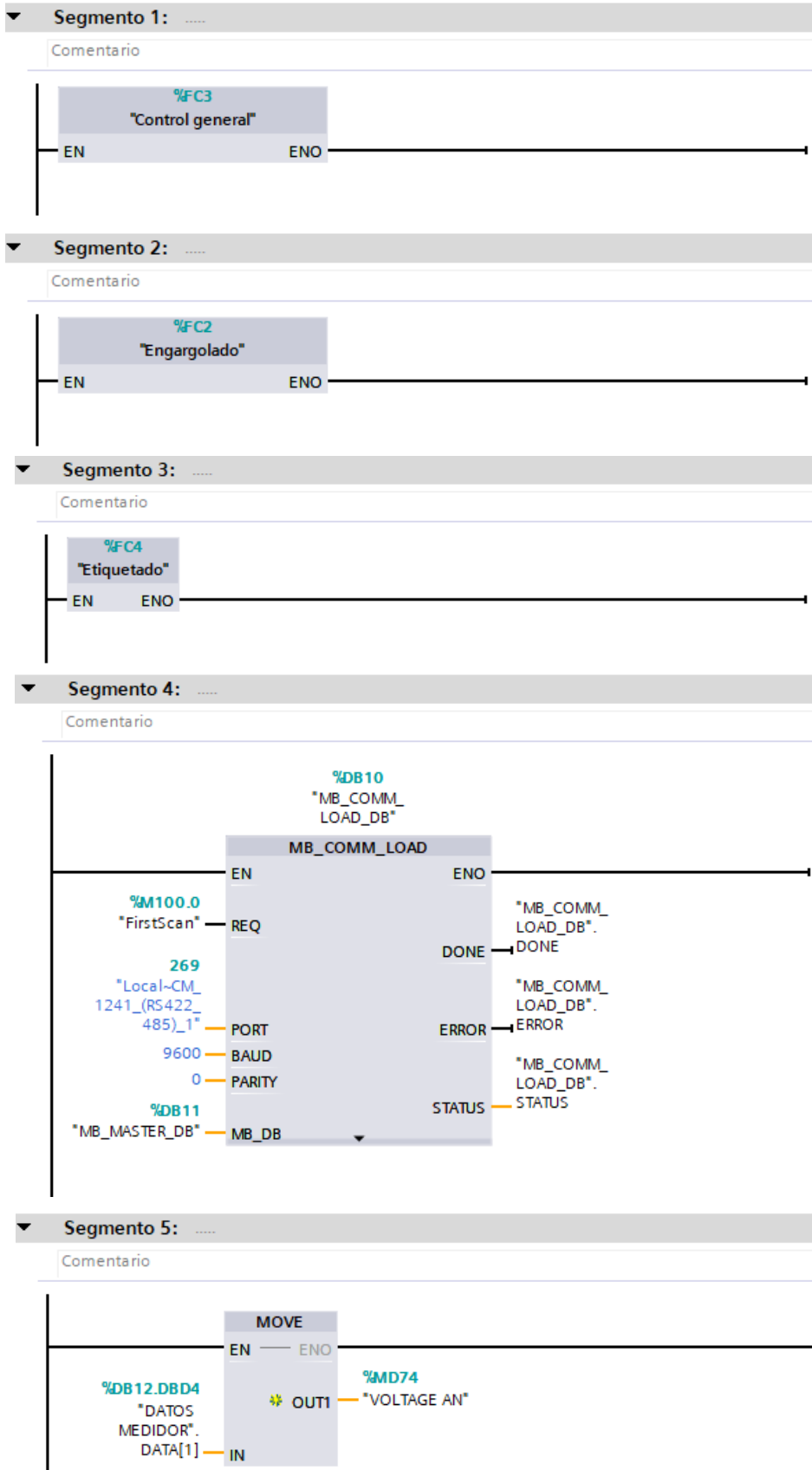
Anexo 6: Diagrama de flujo de la etapa de sellado de latas de atún

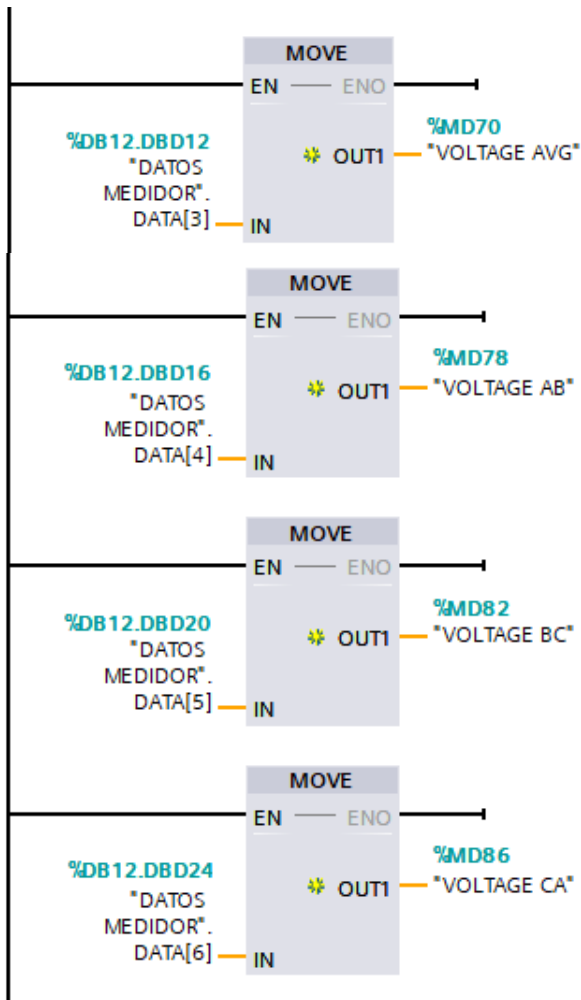


Anexo 7: Diagrama de flujo de la etapa de etiquetado de latas de atún

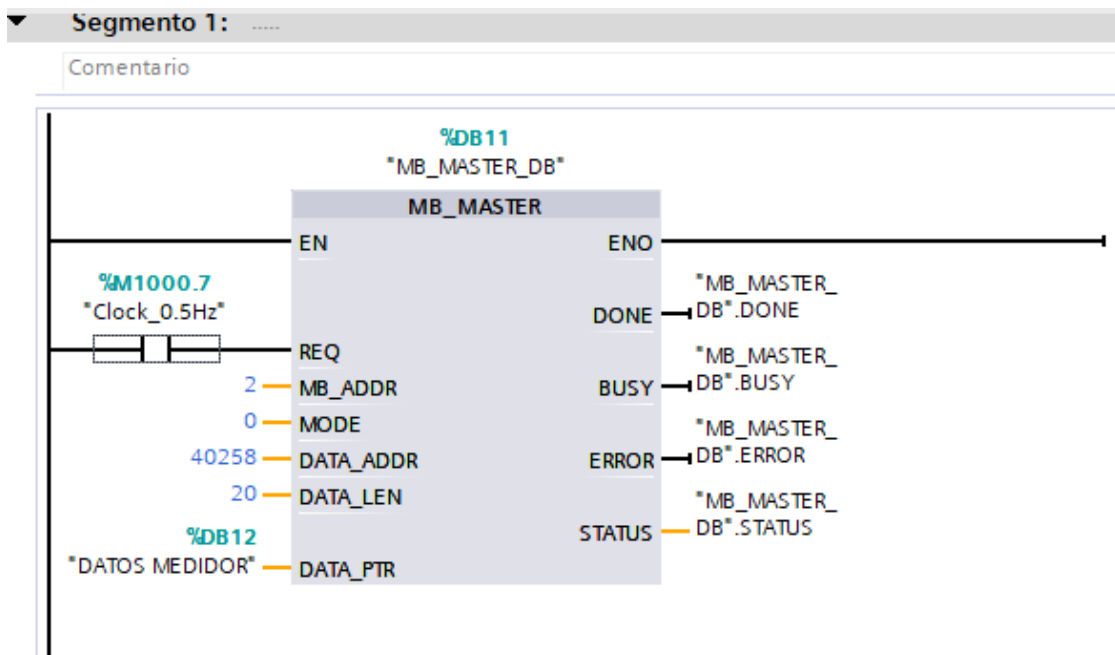


Anexo 8: Bloque principal





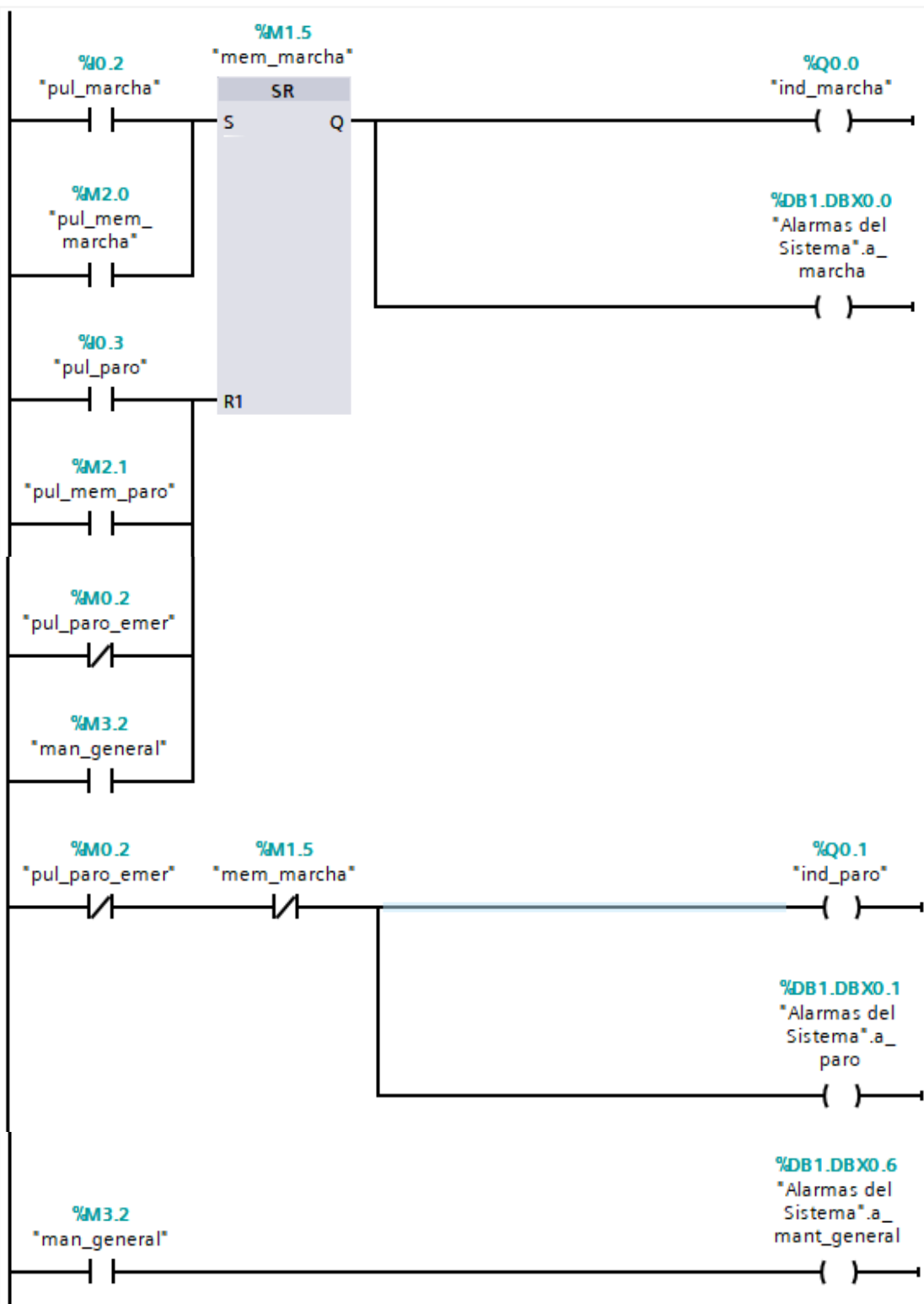
Anexo 9: Bloque Parámetros (Anexo)



Anexo 10: Bloque Control General

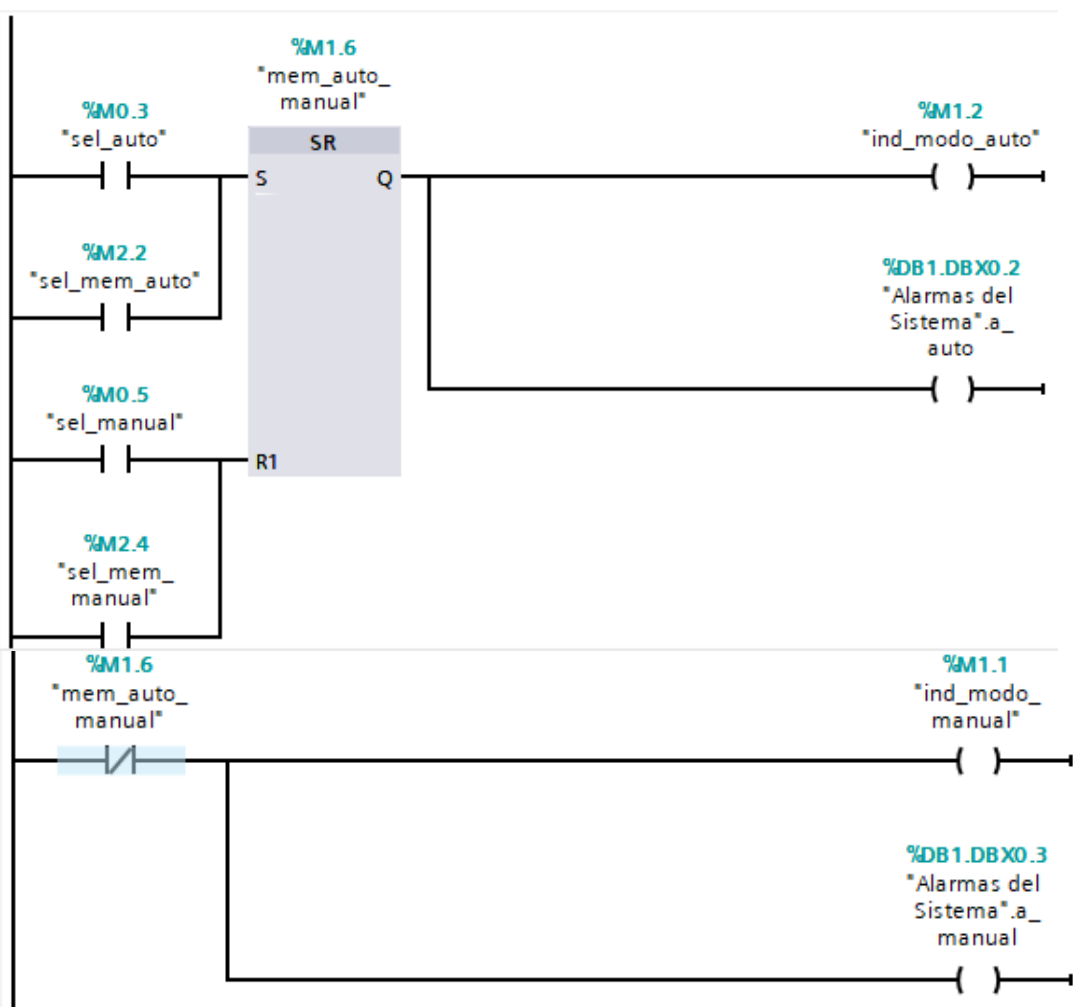
Segmento 1: Marcha General

Comentario



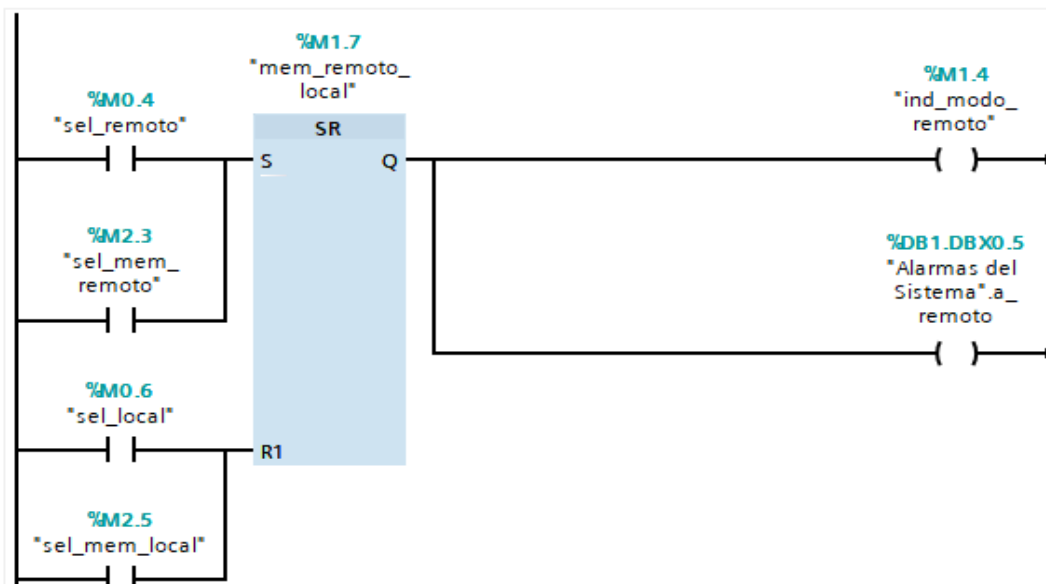
▼ **Segmento 2:** Modo de operación: Automático - Manual

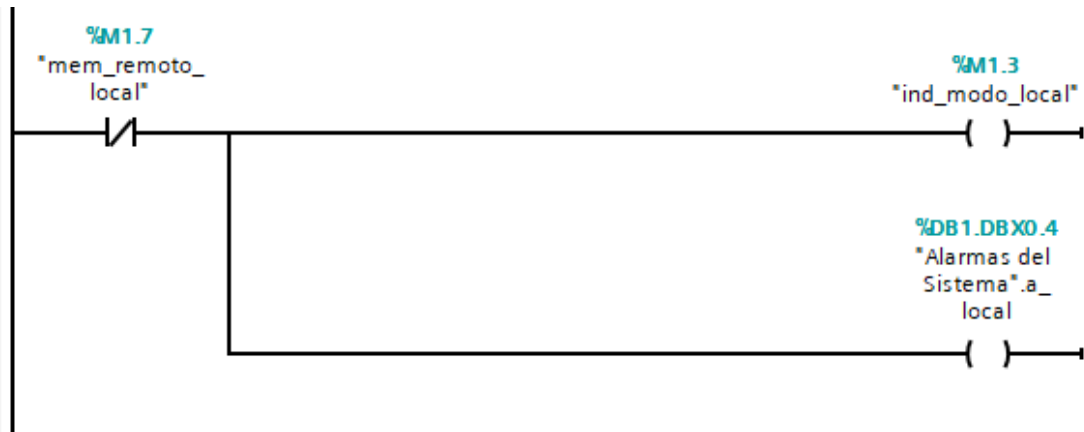
Comentario



▼ **Segmento 3:** Modo de operación: Local - Remoto

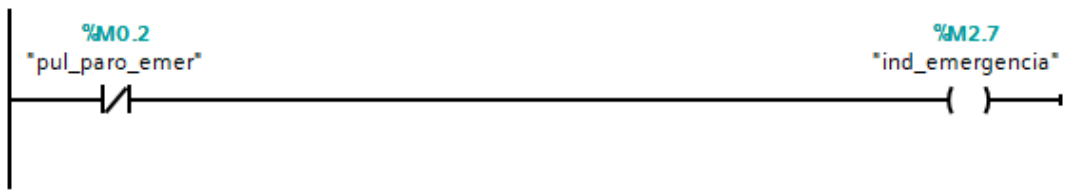
Comentario





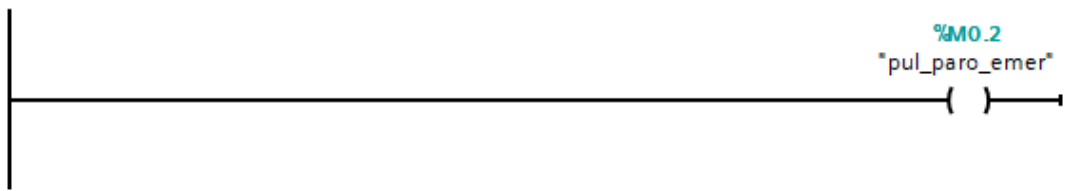
▼ Segmento 4:

Comentario



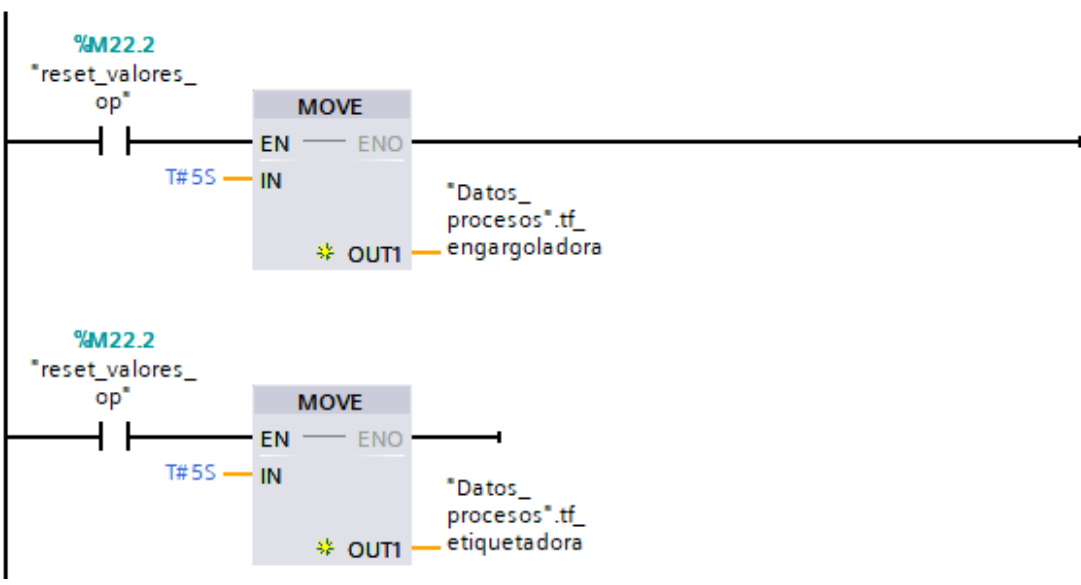
▼ Segmento 5: Paro normalmente cerrado (Solo para simulación)

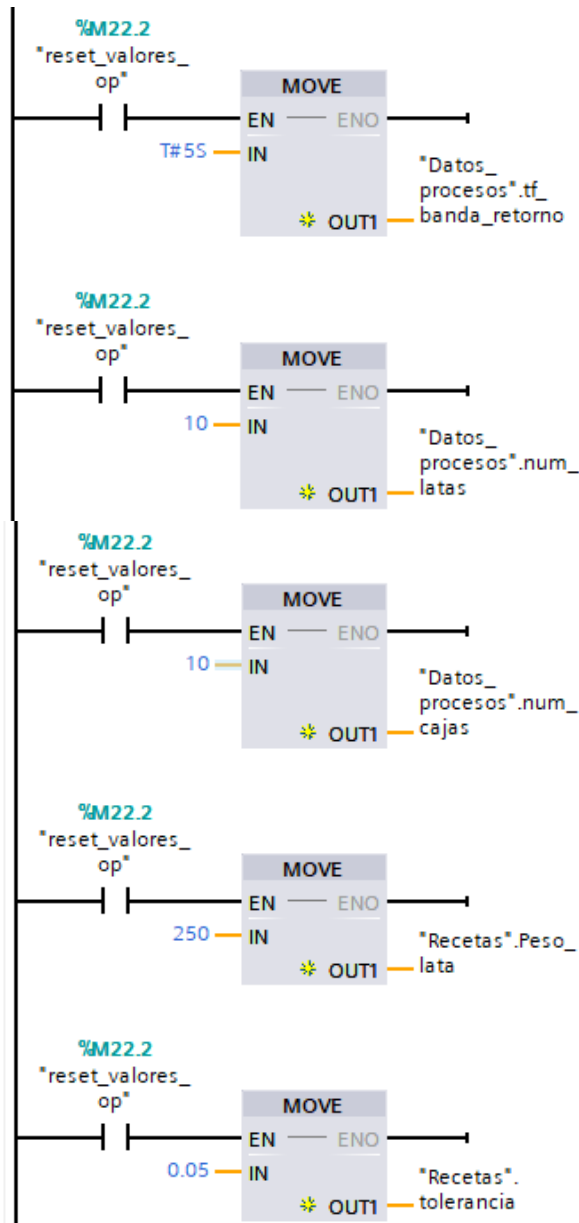
Comentario



▼ Segmento 6:

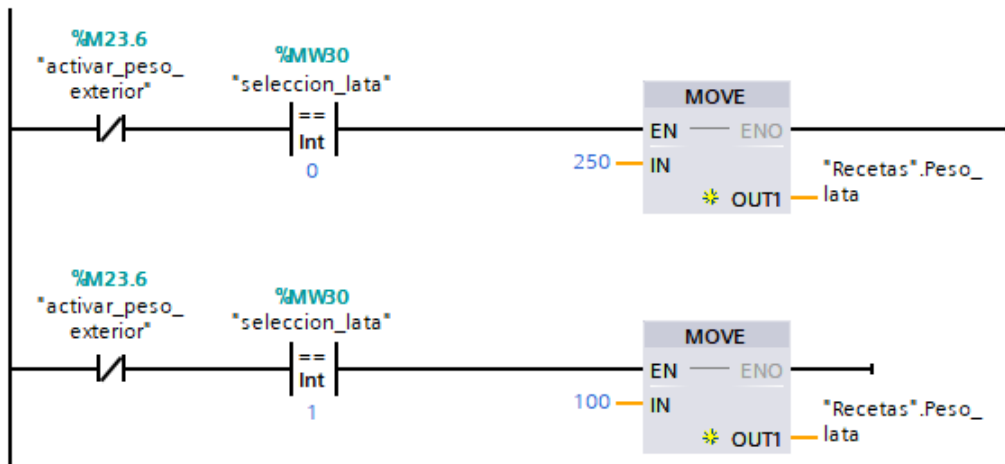
Comentario

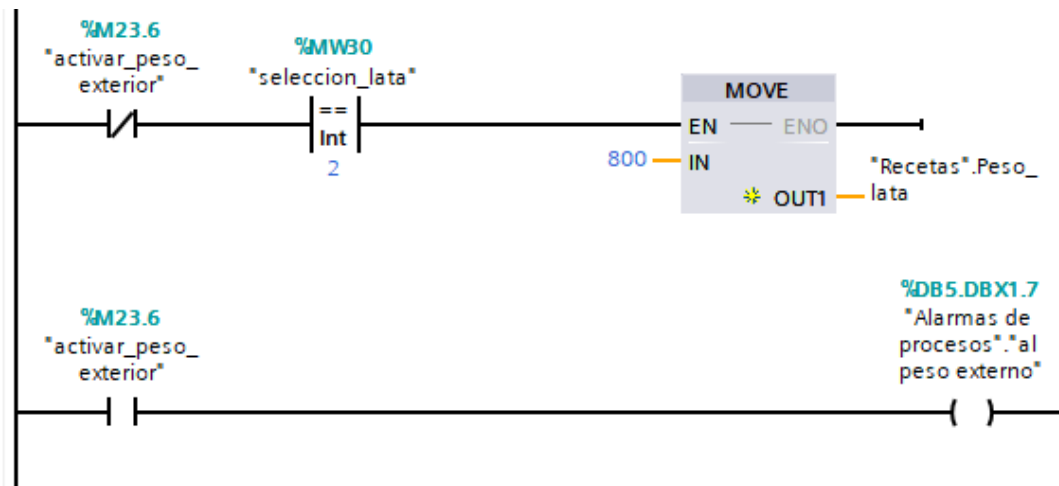




Segmento 7: ¡Peso externo activado, precaución!

Comentario





Anexo 11: Bloque Proceso de Sellado

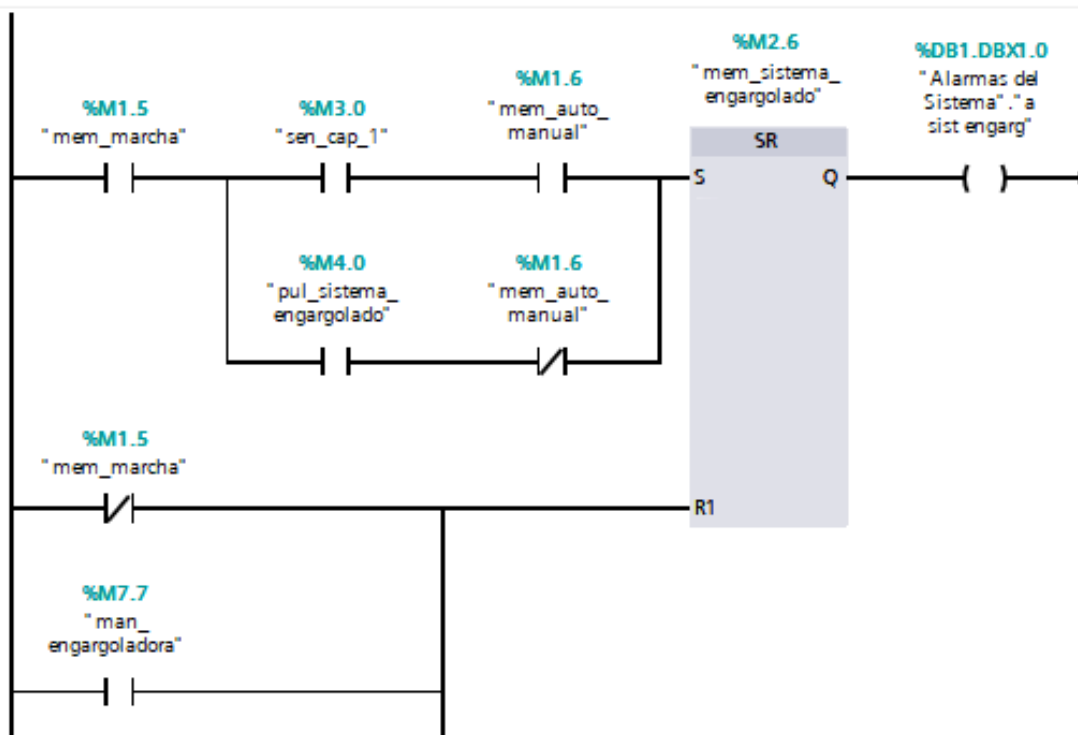
▼ Segmento 1:

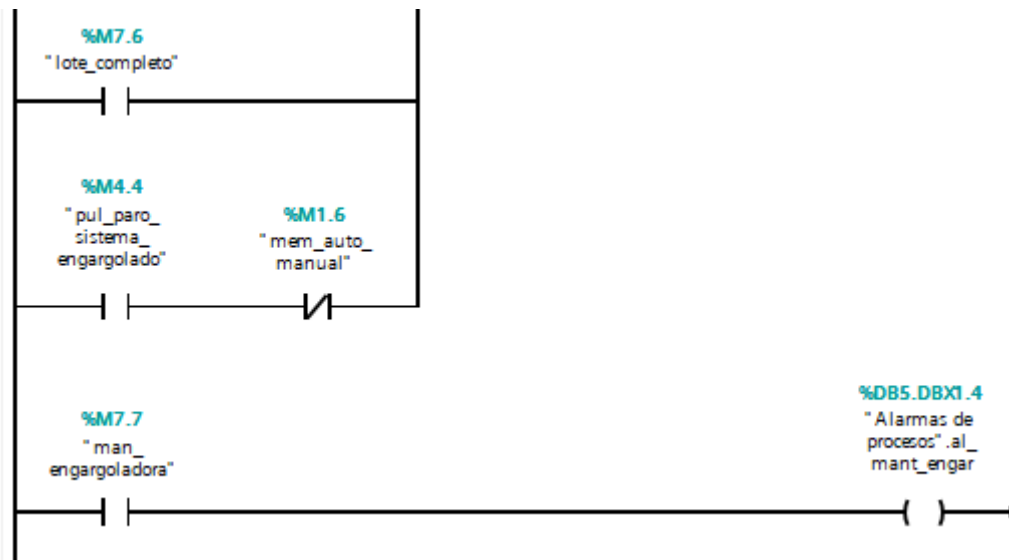
Comentario



▼ Segmento 2: activación del sistema de engargolado

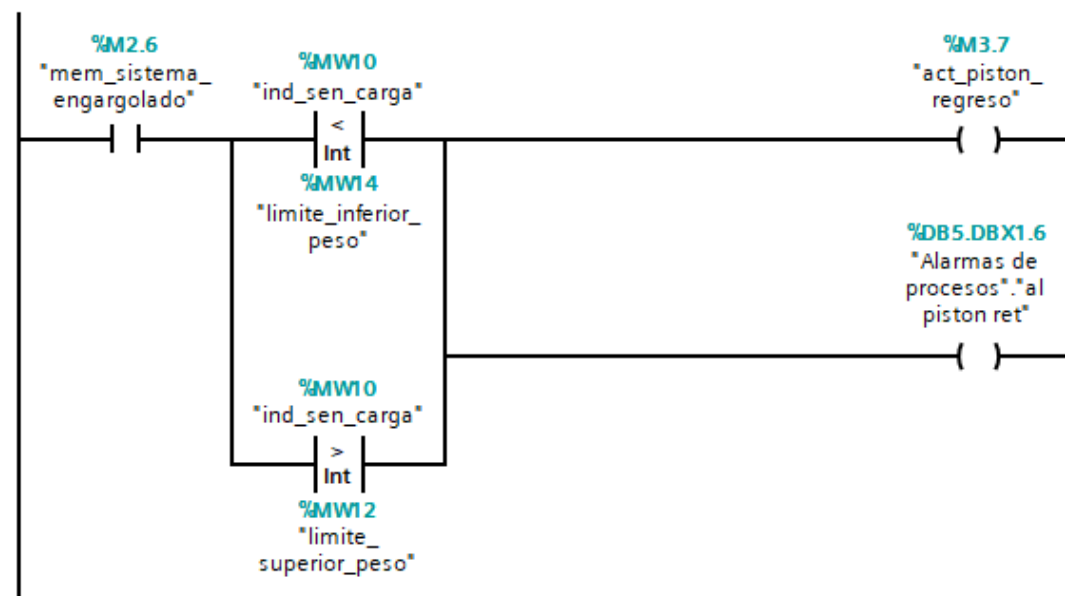
Comentario





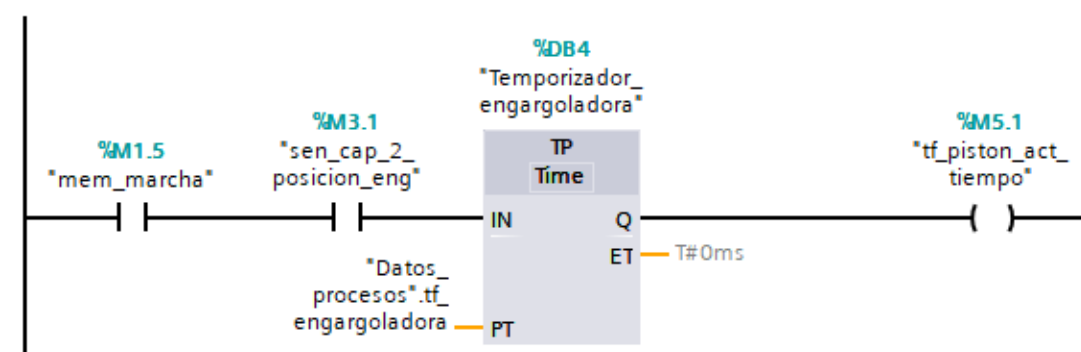
Segmento 3: desvío de latas que no cumplen con peso

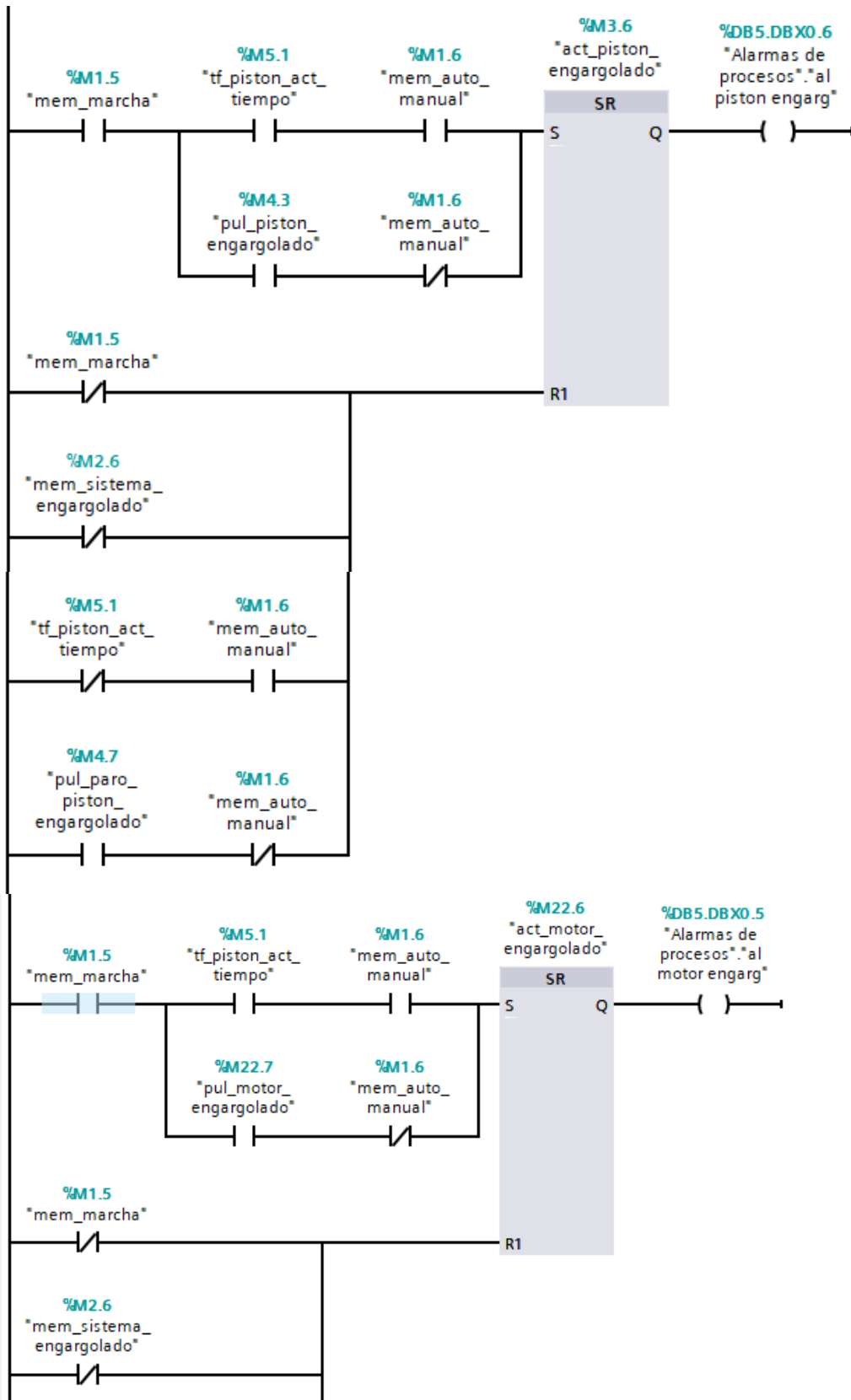
Comentario

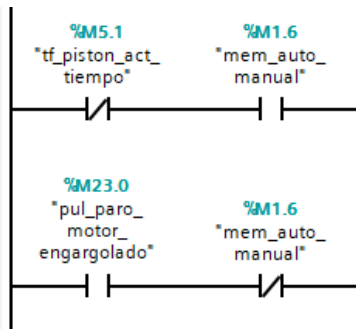


Segmento 4: actuador neumático y motor engargolado

Comentario

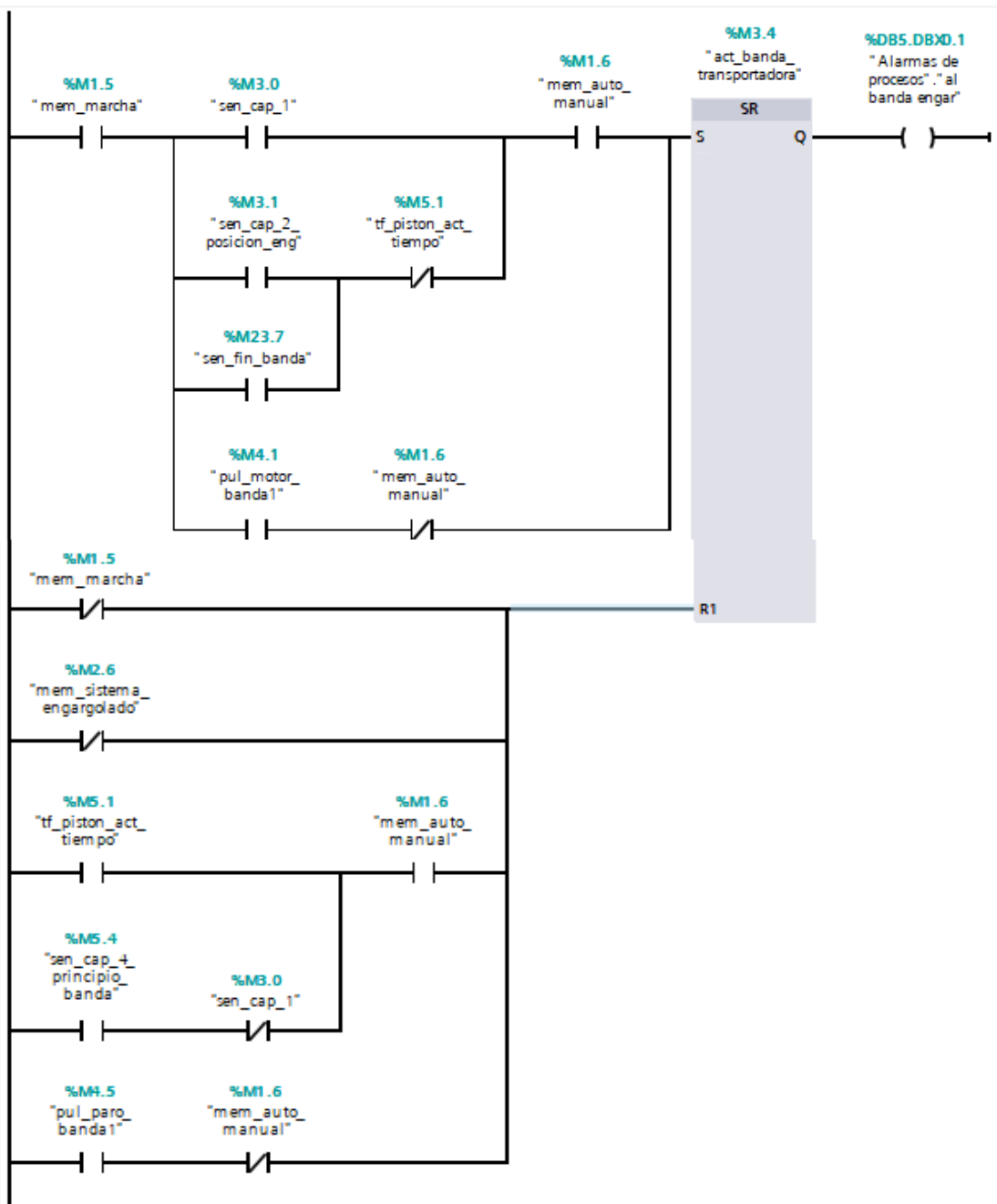






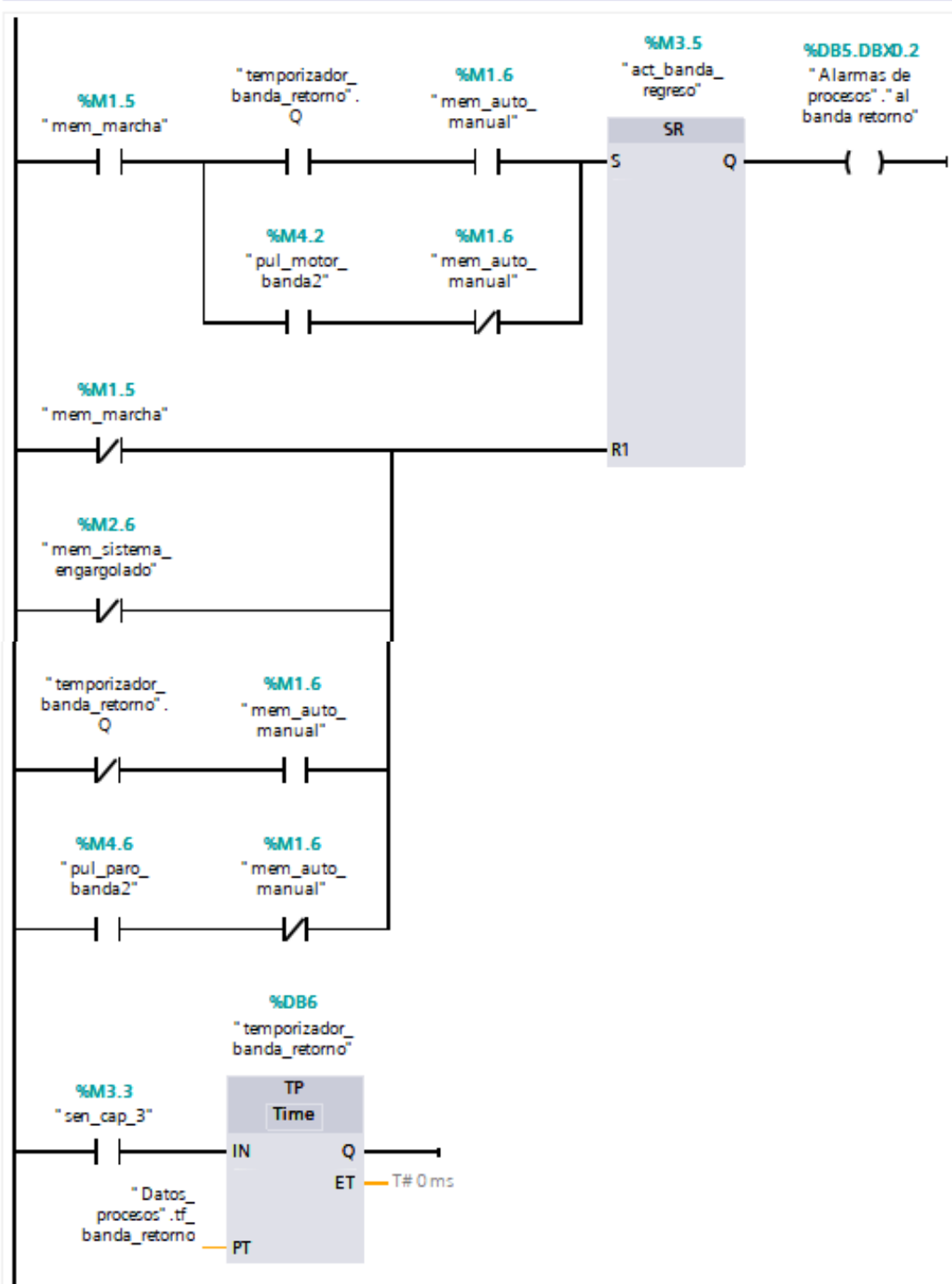
▼ **Segmento 5: Banda transportadora**

Comentario



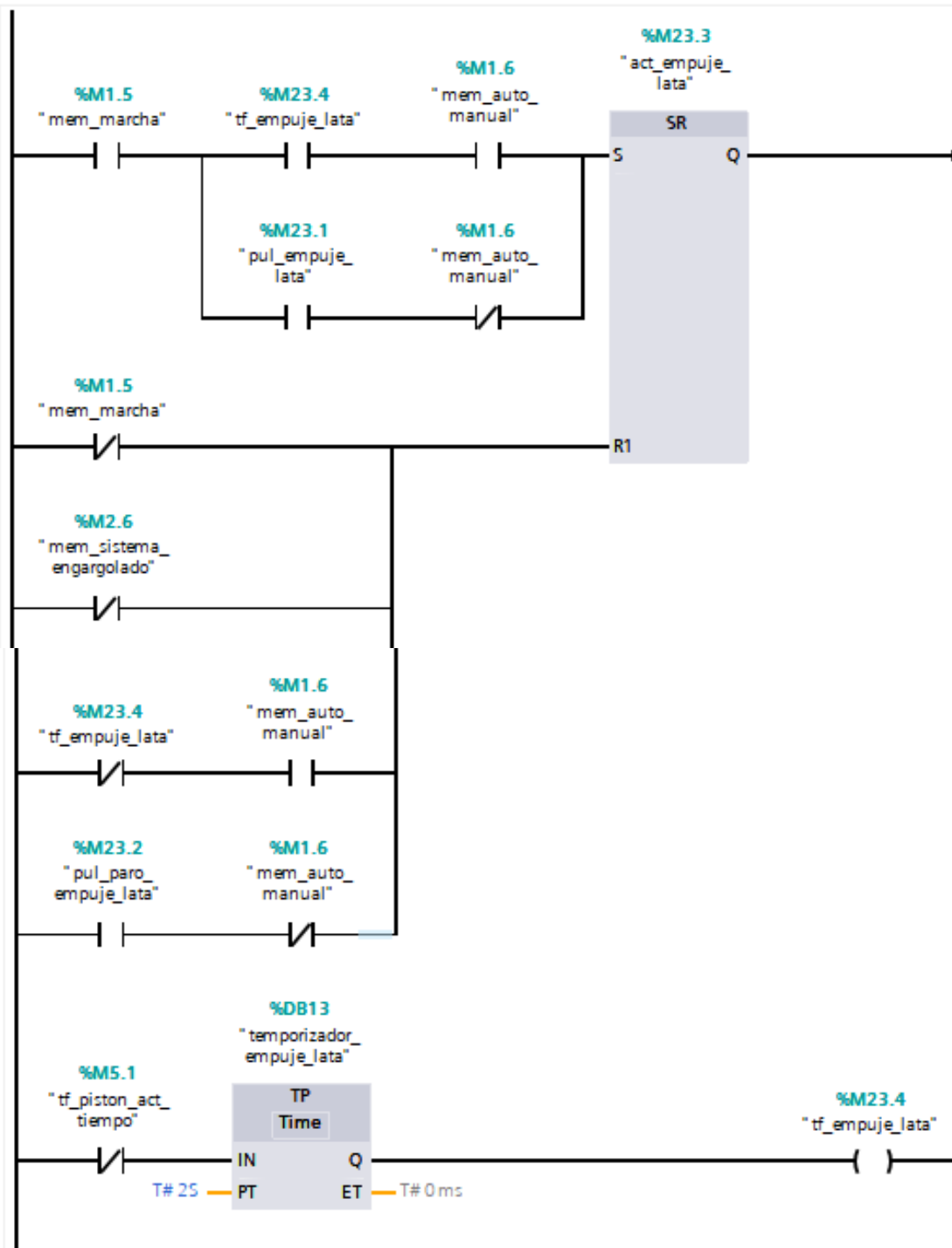
▼ **Segmento 6:** Banda de retorno

Comentario

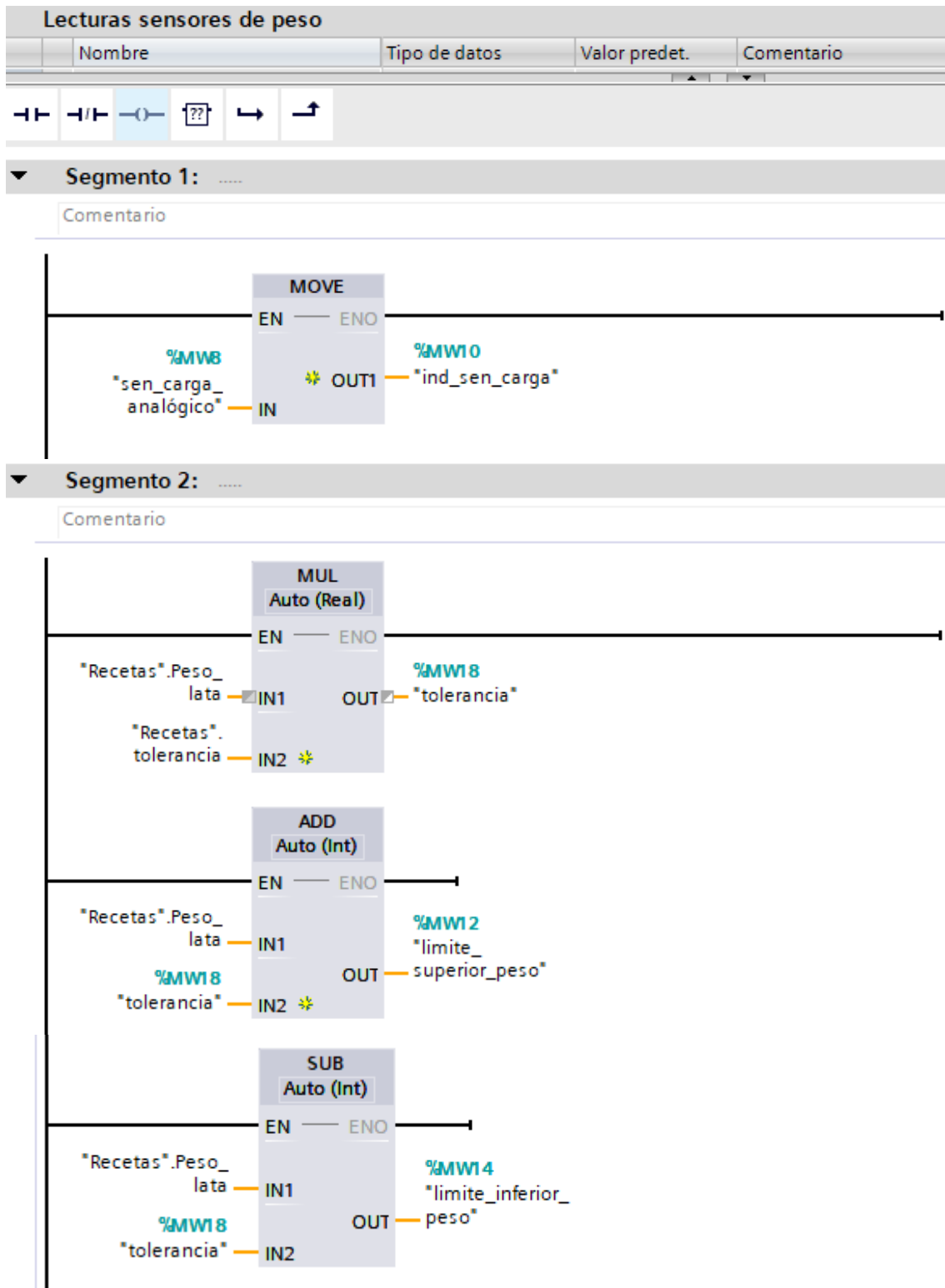


Segmento 7: Empuje de la lata

Comentario



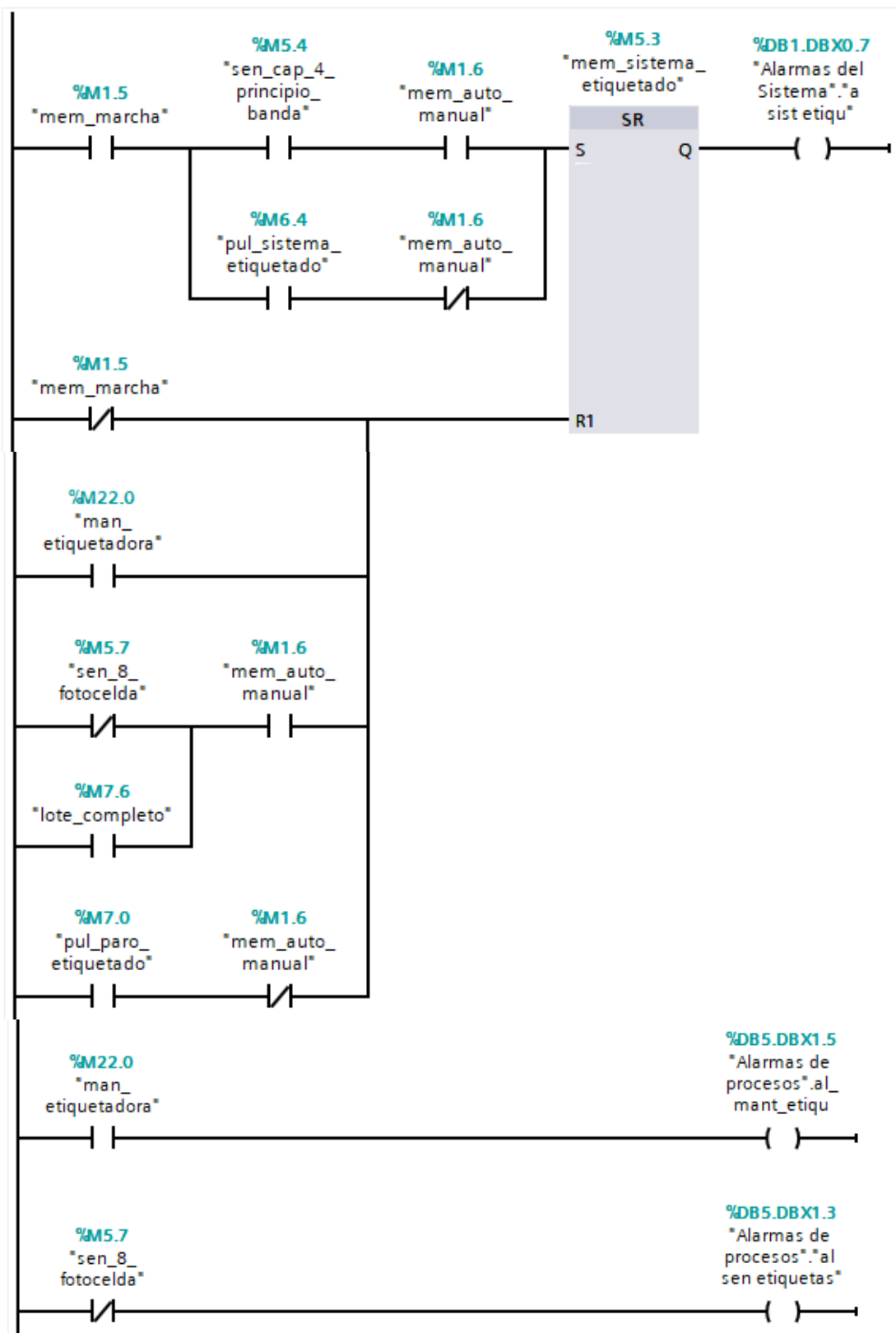
Anexo 12: Bloque Lectura sensores de peso



Anexo 13: Bloque Proceso de Etiquetado

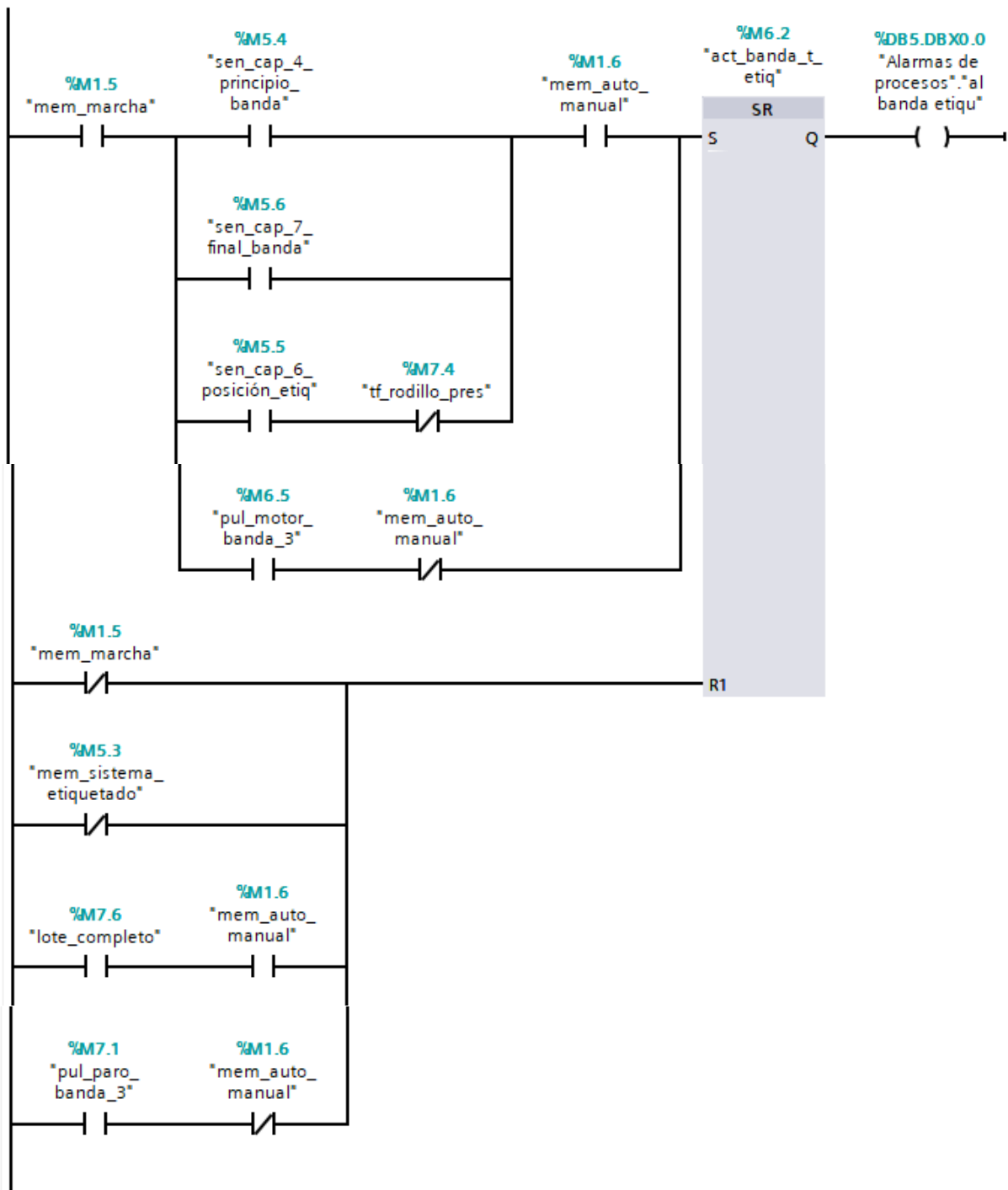
Segmento 1: Sistema de etiquetado activo

Comentario



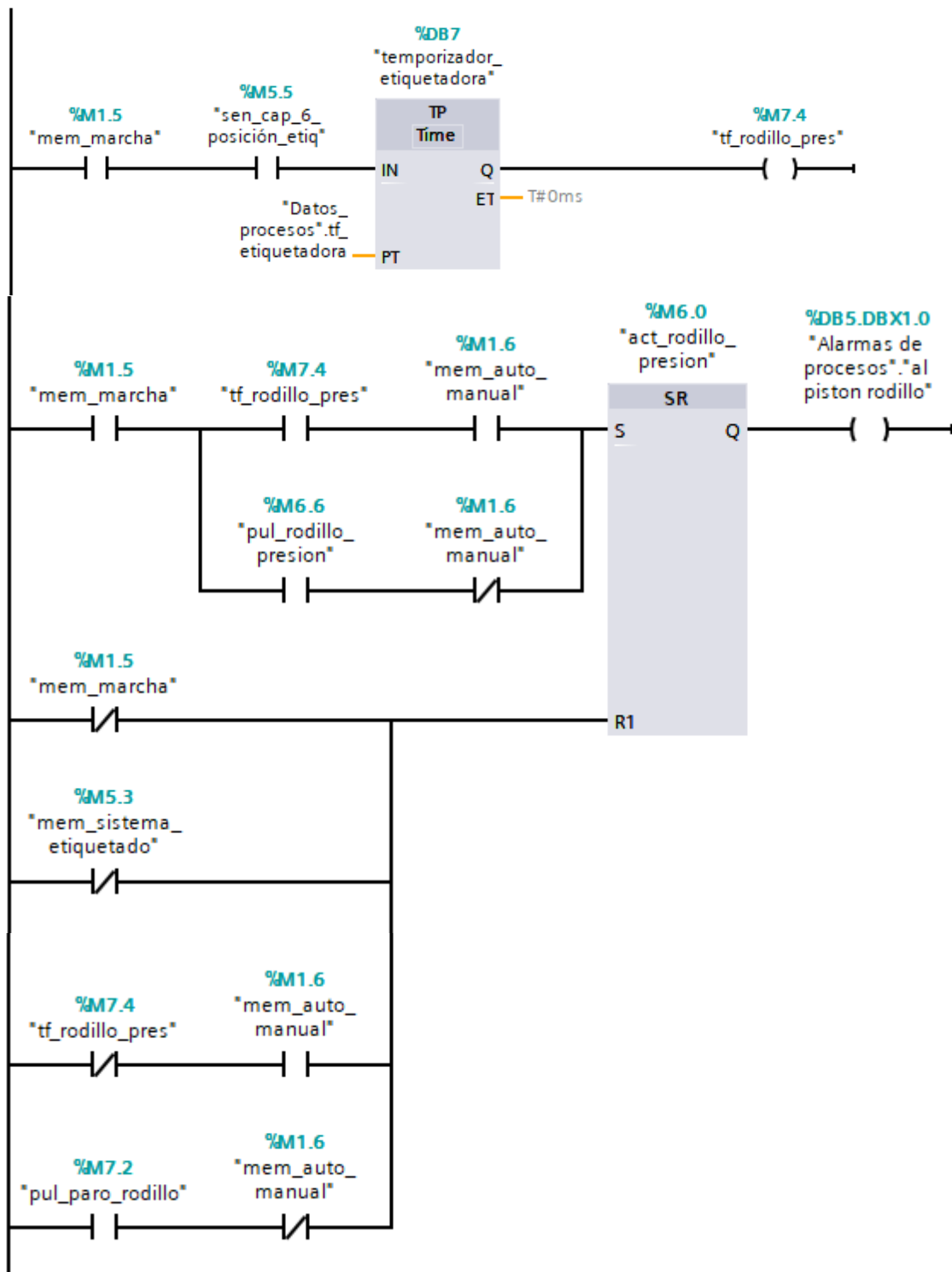
▼ Segmento 2: banda transportadora 2

Comentario



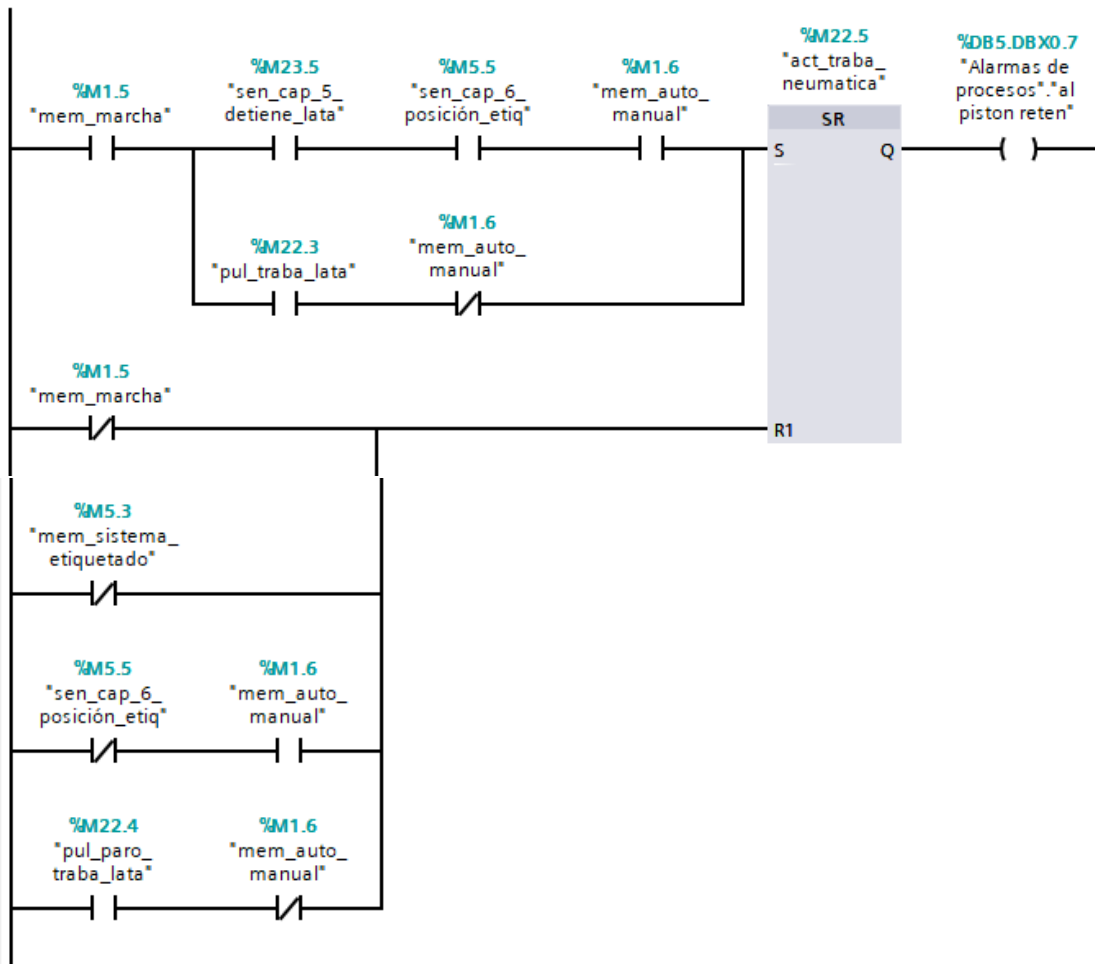
Segmento 3: rodillo se activa con tiempo

Comentario



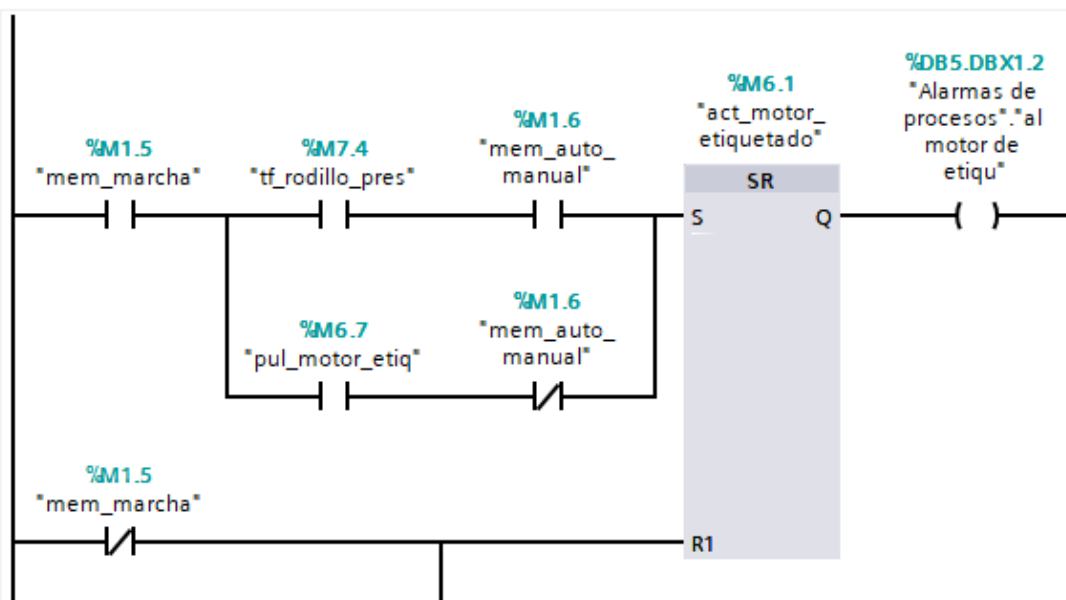
Segmento 4: Separador de envases neumático

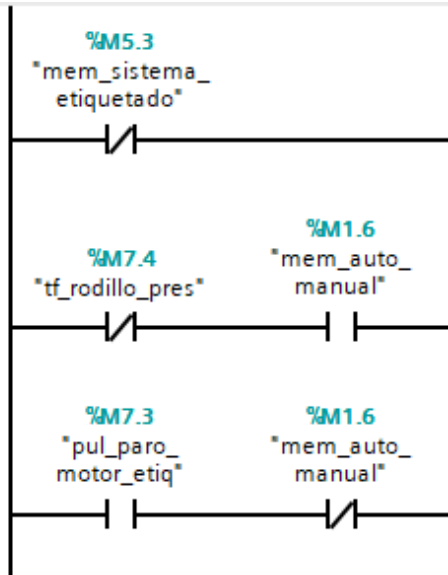
Comentario



Segmento 5: motores de etiquetadora se activan con tiempo

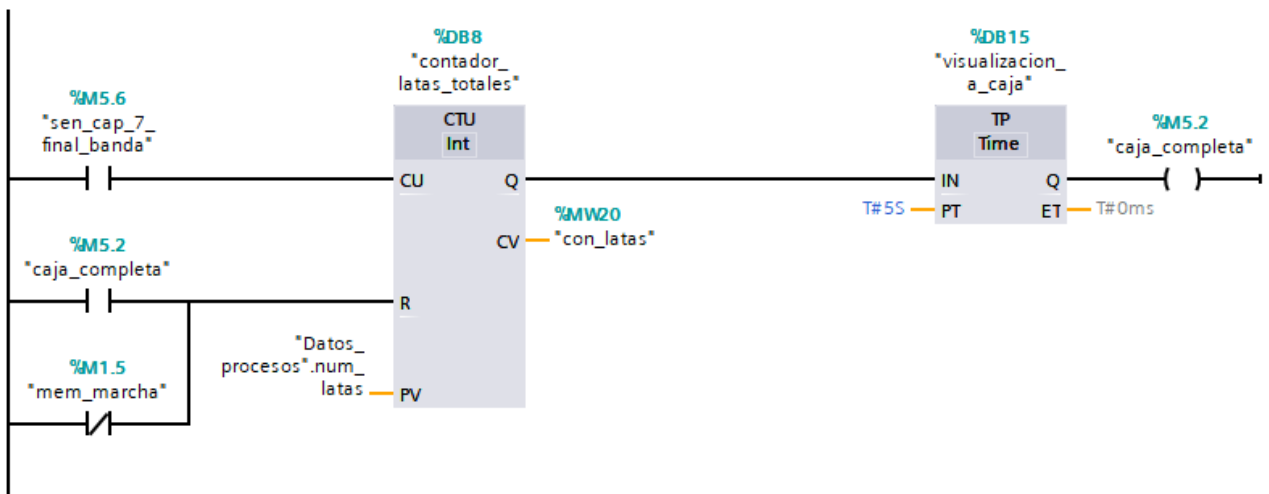
Comentario





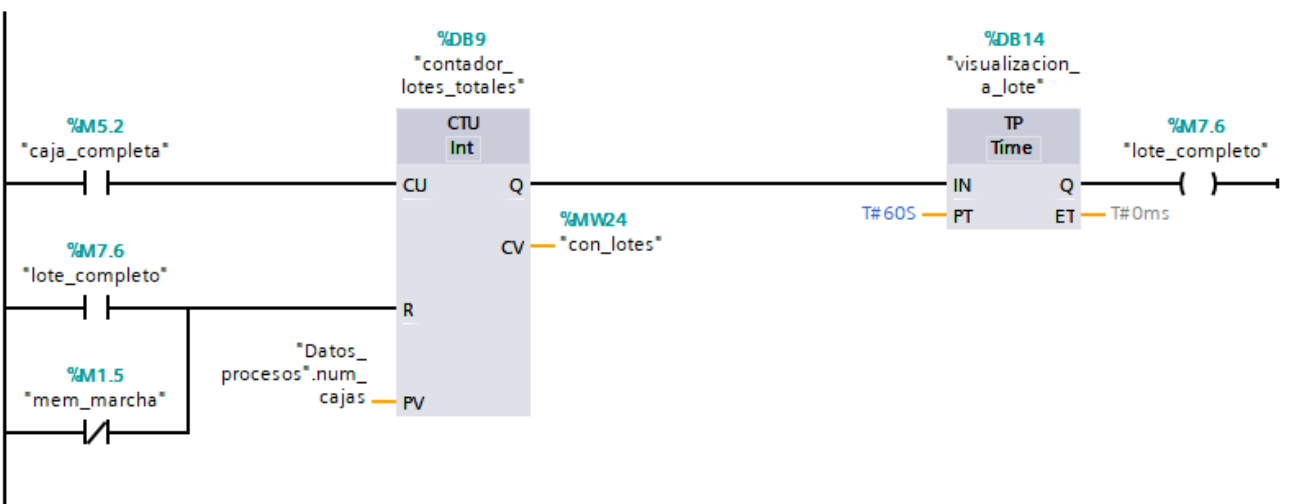
Segmento 6: si se llegan a las latas diarias

Comentario



Segmento 7: lote diario

Comentario



▼ **Segmento 8:** si se llegan a las latas diarias

Comentario



Anexo 14: Tabla de variables en TIA PORTAL

Segmento 1: Variables estándares del sistema.

Tabla de variables estándar								
	Nombre	Tipo de datos	Dirección	Rema...	Acces...	Escrib...	Visibl...	
1	Clock_Byte	Byte	%MB1000	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
2	Clock_10Hz	Bool	%M1000.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
3	Clock_5Hz	Bool	%M1000.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
4	Clock_2.5Hz	Bool	%M1000.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
5	Clock_2Hz	Bool	%M1000.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
6	Clock_1.25Hz	Bool	%M1000.4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
7	Clock_1Hz	Bool	%M1000.5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
8	Clock_0.625Hz	Bool	%M1000.6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
9	Clock_0.5Hz	Bool	%M1000.7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
10	FirstScan	Bool	%M100.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
11	DiagStatusUpdate	Bool	%M100.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
12	AlwaysTRUE	Bool	%M100.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
13	AlwaysFALSE	Bool	%M100.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
14	VOLTAGE AVG	Real	%MD70	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
15	VOLTAGE AN	Real	%MD74	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
16	VOLTAGE AB	Real	%MD78	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
17	VOLTAGE BC	Real	%MD82	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
18	VOLTAGE CA	Real	%MD86	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
19	System_Byte(1)	Byte	%MB1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
20	<Agrega>			<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	

Segmento 2: Variables del proceso Sellado o Engargolado de latas.

variables_engarg									
	Nombre	Tipo de datos	Dirección	Rema...	Acces...	Escrib...	Visibl...	Comentario	
1	mem_sistema_engargolado	Bool	%M2.6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	enclavamiento	
2	sen_carga_analógico	Int	%M8	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	sensor analógico	
3	sen_cap_1	Bool	%M3.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	sensor boleano - principio banda	
4	act_banda_transportadora	Bool	%M3.4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	actuador motor	
5	act_piston_engargolado	Bool	%M3.6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	actuador neumático	
6	act_piston_regreso	Bool	%M3.7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	actuador neumático	
7	act_banda_regreso	Bool	%M3.5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	actuador motor	
8	ind_sen_carga	Int	%MW10	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	indicador analógico	
9	pul_sistema_engargolado	Bool	%M4.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	pulsador memoria	
10	pul_motor_banda1	Bool	%M4.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	pulsador memoriabanda de engargolado	
11	pul_motor_banda2	Bool	%M4.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	pulsador memoria banda de retorno	
12	pul_piston_engargolado	Bool	%M4.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	pulsador memoria	
13	pul_paro_sistema_engargolado	Bool	%M4.4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	pulsador memoria	
14	pul_paro_banda1	Bool	%M4.5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	pulsador memoria	
15	pul_paro_banda2	Bool	%M4.6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	pulsador memoria	
16	pul_paro_piston_engargolado	Bool	%M4.7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	pulsador memoria	
17	limite_superior_peso	Int	%MW12	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	tolerancia de peso	
18	limite_inferior_peso	Int	%MW14	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	tolerancia de peso	
19	peso_seteo	Int	%MW16	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	seteo de peso	
20	setear_peso	Bool	%M5.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	si setear peso	
21	tolerancia	Int	%MW18	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	tolerancia de peso	
22	sen_cap_3	Bool	%M3.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	sensor boleano - banda de retorno	
23	sen_cap_2_posicion_eng	Bool	%M3.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	sensor boleano - deteccion lata	
24	tf_piston_act_tiempo	Bool	%M5.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	piston se activa con tiempo	
25	act_motor_engargolado	Bool	%M22.6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
26	pul_motor_engargolado	Bool	%M22.7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
27	pul_paro_motor_engargolado	Bool	%M23.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
28	pul_empuje_lata	Bool	%M23.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
29	pul_paro_empuje_lata	Bool	%M23.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
30	act_empuje_lata	Bool	%M23.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
31	tf_empuje_lata	Bool	%M23.4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
32	sen_fin_banda	Bool	%M23.7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		

Segmento 3: Variables del proceso Etiquetado de latas.

1	mem_sistema_etiquetado	Bool	%M5.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	enclavamiento
2	sen_cap_4_principio_banda	Bool	%M5.4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	sensor booleano - principio banda
3	sen_cap_6_posición_etiq	Bool	%M5.5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	sensor booleano - detecta lata
4	sen_cap_7_final_banda	Bool	%M5.6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	sensor booleano - final banda
5	act_rodillo_presion	Bool	%M6.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	actuador neumático
6	act_motor_etiquetado	Bool	%M6.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	actuador motor
7	sen_foto_etiqueta	Bool	%M6.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	sensor booleano - detecta si hay etiqueta
8	pul_sistema_etiquetado	Bool	%M6.4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	pulsador memoria
9	pul_motor_banda_3	Bool	%M6.5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	pulsador memoria banda de etiquetado
10	pul_rodillo_presion	Bool	%M6.6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	pulsador memoria
11	pul_motor_etiq	Bool	%M6.7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	pulsador memoria
12	act_banda_t_etiq	Bool	%M6.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	actuador motor
13	tf_rodillo_pres	Bool	%M7.4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	tiempo rodillo
14	tf_motor_etiq	Bool	%M7.5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	tiempo etiquetadora
15	sen_8_fotocelda	Bool	%M5.7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	sensor detecta etiqueta
16	pul_paro_etiquetado	Bool	%M7.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	pulsador memoria
17	pul_paro_banda_3	Bool	%M7.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	pulsador memoria banda de etiquetado
18	pul_paro_rodillo	Bool	%M7.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	pulsador memoria
19	pul_paro_motor_etiq	Bool	%M7.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	pulsador memoria
20	pul_traba_lata	Bool	%M22.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
21	pul_paro_traba_lata	Bool	%M22.4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
22	act_traba_neumatica	Bool	%M22.5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
23	sen_cap_5_detiene_lata	Bool	%M23.5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	

Segmento 4: Variables del Control General

variables_general								
	Nombre	Tipo de datos	Dirección	Rema...	Acces...	Escrib...	Visibil...	Comentario
1	pul_marcha	Bool	%I0.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	pulsador manual
2	pul_paro	Bool	%I0.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	pulsador manual
3	pul_paro_emer	Bool	%M0.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	pulsador manual
4	sel_auto	Bool	%M0.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	selector manual
5	sel_remoto	Bool	%M0.4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	selector manual
6	mem_marcha	Bool	%M1.5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	enclavamiento
7	mem_auto_manual	Bool	%M1.6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	enclavamiento
8	mem_remoto_local	Bool	%M1.7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	enclavamiento
9	ind_marcha	Bool	%Q0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	indicador
10	ind_paro	Bool	%Q0.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	indicador
11	ind_modos_manual	Bool	%M1.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	indicador
12	ind_modos_auto	Bool	%M1.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	indicador
13	ind_modos_local	Bool	%M1.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	indicador
14	ind_modos_remoto	Bool	%M1.4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	indicador
15	pul_mem_marcha	Bool	%M2.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	pulsador memoria
16	pul_mem_paro	Bool	%M2.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	pulsador memoria
17	sel_mem_auto	Bool	%M2.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	selector memoria
18	sel_mem_remoto	Bool	%M2.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	selector memoria
19	sel_manual	Bool	%M0.5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	selector manual
20	sel_local	Bool	%M0.6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	selector manual
21	sel_mem_manual	Bool	%M2.4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	selector memoria
22	sel_mem_local	Bool	%M2.5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	selector memoria
23	con_latas	Int	%MW20	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	contador de latas
24	caja_completa	Bool	%M5.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	si se llegan a las latas diarias
25	lote_completo	Bool	%M7.6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
26	man_engargoladora	Bool	%M7.7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
27	man_etiquetadora	Bool	%M22.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
28	con_lotes	Int	%MW24	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
29	produccion_diaria	Bool	%M22.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
30	ind_emergencia	Bool	%M2.7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
31	man_general	Bool	%M3.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
32	reset_valores_op	Bool	%M22.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
33	seleccion_lata	Int	%MW30	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
34	activar_peso_exterior	Bool	%M23.6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	

Tesina_Marly_Asencio - corregido

3%
Textos sospechosos



2% Similitudes
< 1% similitudes entre comillas
< 1% entre las fuentes mencionadas
0% Idiomas no reconocidos
< 1% Textos potencialmente generados por la IA

Nombre del documento: Tesina_Marly_Asencio - corregido.pdf
ID del documento: f5c3bb3e1375d4c7478931fd6d9a856f5638eb13
Tamaño del documento original: 2,82 MB
Autores: []








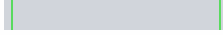


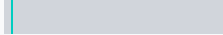


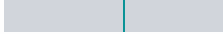

Depositante: CARLOS ALBERTO SALDAÑA ENDERICA
Fecha de depósito: 21/11/2024
Tipo de carga: interface
fecha de fin de análisis: 21/11/2024

Número de palabras: 13.239
Número de caracteres: 95.856


Ubicación de las similitudes en el documento:



Fuentes principales detectadas

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	 Tesina_Ariel_Calixto_Final 1.pdf Tesina_Ariel_Calixto_Final 1 #6cb924 El documento proviene de mi biblioteca de referencias 2 fuentes similares	< 1%		 Palabras idénticas: < 1% (102 palabras)
2	 profibus.com.ar PROFINET: ¿Qué es y cómo funciona? - Cursos Centro de Entrena... https://profibus.com.ar/profinet-que-es-y-como-funciona/ 1 fuente similar	< 1%		 Palabras idénticas: < 1% (81 palabras)
3	 Tesina Mendez Molina Carlos Daniel FINAL.pdf Tesina Mendez Molina C... #098d51 El documento proviene de mi biblioteca de referencias 2 fuentes similares	< 1%		 Palabras idénticas: < 1% (67 palabras)
4	 TESINA JAIRALA STEEVEN.pdf TESINA JAIRALA STEEVEN #7fc15b El documento proviene de mi biblioteca de referencias 2 fuentes similares	< 1%		 Palabras idénticas: < 1% (55 palabras)
5	 www.onelitepharma.com SR-92 AR - ONELITE PHARMA https://www.onelitepharma.com/sr-92ar	< 1%		 Palabras idénticas: < 1% (25 palabras)

Fuentes con similitudes fortuitas

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	 www.cursosaula21.com Modbus: Qué es y cómo funciona Comunicaciones Indu... https://www.cursosaula21.com/modbus-que-es-y	< 1%		 Palabras idénticas: < 1% (14 palabras)
2	 Castillo_Adriana_mediciones de temperatura.pdf Castillo_Adriana_medi... #19050e El documento proviene de mi grupo	< 1%		 Palabras idénticas: < 1% (11 palabras)
3	 sidweb.espol.edu.ec https://sidweb.espol.edu.ec/courses/42885/files/4051598/download?download_frd=1	< 1%		 Palabras idénticas: < 1% (14 palabras)
4	 cap.davinsony.com https://cap.davinsony.com/2019-2/informe/atun.pdf	< 1%		 Palabras idénticas: < 1% (10 palabras)
5	 www.cursosaula21.com Qué es un HMI y para qué sirve la Interfaz Humano-Máqu... https://www.cursosaula21.com/que-es-un-hmi/	< 1%		 Palabras idénticas: < 1% (11 palabras)

Fuentes mencionadas (sin similitudes detectadas) Estas fuentes han sido citadas en el documento sin encontrar similitudes.

-  <https://doi.org/10.4060/ca9229es>
-  <https://camaradesqueria.ec/la-industria-atunera-ecuatoriana/>
-  <https://www.produccion.gob.ec/wp-content/uploads/2019/06/Reporte-del-sector>
-  <https://www.emis.com/php/company>
-  <https://www.veritrade.com/es/ecuador/importaciones-y-exportaciones>