



**UNIVERSIDAD ESTATAL
PENÍNSULA DE SANTA ELENA**

**FACUTAD DE SISTEMAS Y
TELECOMUNICACIONES**

CARRERA DE ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN

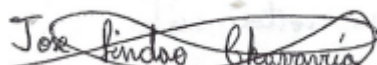
Diseño y análisis de un sistema automatizado basado en redes industriales para el control del proceso de etiquetado y almacenamiento de cajas de leche mediante un controlador robusto y un Gateway para la comunicación de datos.

AUTOR

LINDAO CHAVARRIA JOSE ALFREDO

LA LIBERTAD – ECUADOR 2021

Firmas de responsabilidad

Firma de Responsabilidad del Estudiante
Nombre: José Alfredo Lindao Chavarría Cédula: 2400230419

Firma

Firma de Responsabilidad del Profesor o Tutor Propuesto
Nombre: Ing. Luis Enrique Chuquimarca Jiménez, MSc. Cédula: 1104610132
Firma

Firma de Responsabilidad del Docente de Unidad de Integración Curricular II
Nombre: Ing. Carlos Alberto Saldaña Enderica, MSc. Cédula: 0914840947
Firma

Contenido

CAPÍTULO 1	9
1. FUNDAMENTACIÓN	9
1.1. ANTECEDENTES:	9
1.2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	11
1.3. OBJETIVOS	12
1.3.1. OBJETIVO GENERAL	12
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	12
1.4. JUSTIFICACIÓN	13
1.5. ALCANCE DEL PROYECTO	15
CAPITULO 2	16
2. MARCO TEÓRICO	16
2.1. SISTEMA AUTOMATIZADO	16
2.2. BANDAS TRANSPORTADORAS	16
2.3. MOTORES UTILIZADOS PARA EL ACCIONAMIENTO DE LAS BANDAS TRANSPORTADORAS	17
2.3.1. POTENCIA REQUERIDA DEL MOTOR	18
2.3.2. VELOCIDAD ANGULAR	18
2.3.3. FUERZA DE EMPUJE	19
2.3.4. TORQUE	20
2.3.5. POTENCIA CORREGIDA	20
2.4. CILINDROS NEUMÁTICOS	20
2.4.1. CLASES DE CILINDROS NEUMÁTICOS	20
2.5. SENSORES	21
2.6. CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE	23
2.7. INTERFAZ HOMBRE MAQUINA	23
2.8. SISTEMA SCADA	25
2.9. PROTOCOLO DE COMUNICACIÓN	25
2.10. REDES DE COMUNICACIÓN INDUSTRIALES	26
2.11. TABLERO ELECTRICO	28
2.12. WINCC	29
2.13. NetToPLCsim	29
2.14. NODE RED	29

2.15.	GATEWAY IOT2050	29
CAPÍTULO 3.....		30
3.	METODOLOGÍA Y DESARROLLO DEL PROYECTO.....	30
3.1.	METODOLOGÍA DEL PROYECTO	30
3.2.	COMPONENTES DE LA PROPUESTA	30
3.3.	CARACTERÍSTICA DE LOS EQUIPOS UTILIZADOS	31
3.4.	ARQUITECTURA DEL SISTEMA	46
4.	CONCLUSIONES.....	59
5.	RECOMENDACIONES	59
6.	BIBLIOGRAFÍA.....	60
7.	ANEXOS	65

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1:producción anual de leche en Ecuador [2]	9
Figura 2:diagrama de cuerpo libre para el cálculo de la masa total sobre la banda transportadora [9]	19
Ilustración 3:SIMATIC S7-1200 [26]	32
Figura 4:banda transportadora recta [27]	33
Figura 5: Sensor capacitivo [13]	37
Figura 6: Cilindro de simple efecto [11].	38
Figura 7: electroválvula [30]	38
Figura 8: Compresor de aire [30]	38
Figura 9: unidad de mantenimiento [30]	39
Figura 10: Pantalla HMI [31]	40
Figura 11.-Arrancador suave [32]	41
Figura 12.-Etiquetadora Videojet 9550 [33]	41
Figura 13.-Paletizadora [34]	42
Figura 14.-Interruptor Termomagnético ED2, 70 A, 3P, 220 V marca Siemens [35].	43
Figura 15.-Mini contactor 6A - 220V AC [36]	43
Figura 16.-relé térmico (3 - 4.7) amperes [37]	44
Figura 17.-Breaker 3 Polo Riel Din 10a Hasta 63a [38]	44
Figura 18.- Gateway IOT2050 [26]	45
Figura 19.-SITOP Smart 240W	45
Figura 20.-Diagrama de conexión PLC, HMI y la computadora	46
Figura 21.-Elementos de entrada y salida del PLC	47
Figura 22.-Conexión PLC-HMI	47

Figura 23.-Conexión Gateway IOT2050 al PLC_____	48
Figura 24.-Diagrama de fuerza del sistema_____	49
Figura 25.-Conexiones de entradas del PLC_____	50
Figura 26.-Diagrama de salidas del PLC_____	50
Figura 27.-Diseño tablero Eléctrico en 3D_____	51
Figura 28.-Pantalla de inicio de sesión_____	52
Figura 29.-Pantalla para cambio de contraseña_____	52
Figura 30.-Pestaña de ingreso al sistema_____	53
Figura 31.-Pestaña inicial del proceso_____	53
Figura 32.-Pestaña proceso de etiquetado_____	54
Figura 33.-Pestaña con icono de avisos_____	54
Figura 34.-Pestaña del proceso de almacenamiento_____	55
Figura 35.-Pestaña de alarmas_____	55
Figura 36.-Pestaña de históricos_____	56
Figura 37.-Programación Node-red_____	56
Figura 38.-Diseño SCADA del proyecto_____	57
Figura 39.-SCADA estado de los motores_____	57
Figura 40.-Estado de los cilindros de simple efecto_____	58
Figura 41.-SCADA total de cajas_____	58
Ilustración 42:Logic Modules SIMATIC [26]_____	65
Ilustración 43:SIMATIC S7-1200 [26]_____	65
Ilustración 44:SIMATIC s7 1500_____	65
Ilustración 45:Sensor de proximidad fotoeléctrico infrarrojo e18-d80nk_____	67
Ilustración 46: sensor capacitivo_____	67

Ilustración 47:sensor ultrasónico_____	<u>67</u>
Ilustración 48:cilindro de simple efecto_____	<u>68</u>
Ilustración 49:cilindro de simple efecto_____	<u>68</u>
Ilustración 50.-Esquema eléctrico del sistema_____	<u>79</u>

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Características del PLC S71200 1212C AC/DC/Rly [26] _____	32
Tabla 2:catálogos de diámetros de rodillos para banda transportadora [28] _____	34
Tabla 3: Factor de servicio [29] _____	36
Tabla 4: Características del compresor de aire _____	39
Tabla 5: Simatic KTP 700 [31]_____	40
Tabla 6.-Arrancador suave características [32] _____	41
Tabla 7.-Etiquetadora Videojet_____	41
Tabla 8.-Características paletizadora [34] _____	42
Tabla 9.- Características SITOP smart _____	45
Tabla 10: Tabla comparativa de PLC'S [35] _____	65
Tabla 11:tabla comparativa motores siemens de 4 polos [35] _____	66
Tabla 12: tabla comparativa de sensores de proximidad _____	67
Tabla 13:tabla comparativa de cilindros neumáticos _____	67
Tabla 14: tabla comparativa electroválvula [30] _____	69
Tabla 15: tabla comparativa HMI [36]_____	69

CAPÍTULO 1

1. FUNDAMENTACIÓN

1.1. ANTECEDENTES:

Se han revisado diferentes investigaciones y artículos donde se da a conocer diversos argumentos sobre los resultados positivos que presenta la automatización de la línea de etiquetado y almacenamiento de cajas de leche.

La leche es un producto necesario para una buena nutrición humana, debido a la presencia vitaminas y minerales, es muy importante para la lucha contra la desnutrición, la producción láctea también es una fuente de ingresos para los aproximadamente 1,3 millones de ecuatorianos que trabajan en el campo y que están directa o indirectamente relacionados con el producto. En Ecuador se producen diariamente unos 6,6 millones de litros de leche cruda, La industria láctea, en tiempos de aislamiento por la pandemia, juega un papel fundamental en la producción y suministro ininterrumpido de productos lácteos en todo el país [1].

En la figura 1 se muestra la producción de leche diaria en el país:

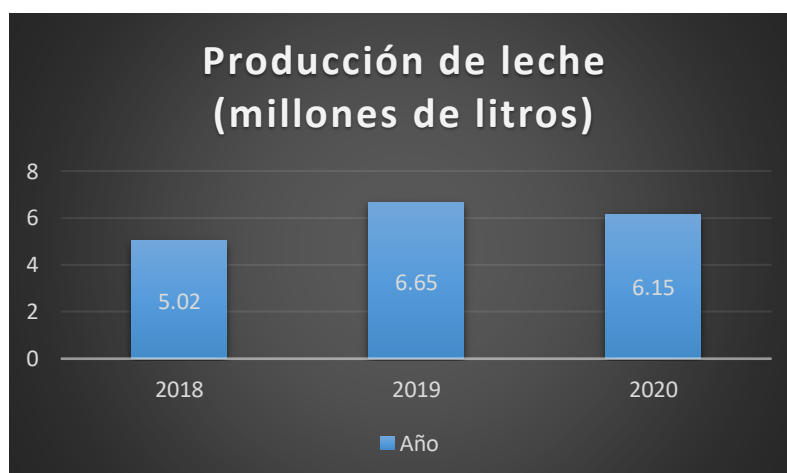


Figura 1: producción anual de leche en Ecuador [2]

Los avances tecnológicos realizados en diversos campos como la industria manufacturera han logrado un importante paso adelante en la automatización, donde el conocimiento, el desarrollo y la innovación se convierten en pilares de competitividad para mejorar la calidad de los productos y servicios, los sistemas automatizados se proporcionan utilizando herramientas tecnológicas, dejando espacio automatizar y modernizar. Con la automatización se desea que el proceso sea eficiente y seguro y funcione con velocidad, precisión y confiabilidad [3].

1.2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El presente proyecto tiene como objetivo principal diseñar y analizar un sistema automatizado basado en redes industriales para el control del proceso de etiquetado y almacenamiento de cajas de leche, el estudio empieza desde la investigación del proceso como de las características de los equipos para realizar el diseño.

Se realiza el análisis y diseño de los componentes y los sistemas que se emplean para el etiquetado y almacenamiento de cajas de leche de igual forma se mostraran las descripciones de los sensores y actuadores a usar con sus diagramas de conexión y control. El sistema de transporte se lo realiza mediante bandas transportadoras para la movilización de las cajas de leche, para el proceso de etiquetado y para el almacenamiento se cuenta con sensores de presencia, motores y actuadores neumáticos.

El proceso es controlado por un Controlador Lógico Programable (PLC), se realiza la programación y simulación por medio del software TIA PORTAL, para la interfaz de monitoreo de datos se hará uso de Interfaz Hombre Maquina (HMI), el cual es un panel interactivo que permita al operario controlar de una manera fácil y sencilla el sistema automatizado, de la misma forma se tiene un sistema SCADA para la supervisión y adquisición de datos.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

- Diseñar y analizar un sistema automatizado basado en redes industriales para el control del proceso de etiquetado y almacenamiento de cajas de leche mediante un controlador robusto y un Gateway para la comunicación de datos.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Diseñar el sistema automatizado para el proceso de etiquetado y almacenamiento de cajas de leche.
- Utilizar un sistema de supervisión de datos y procesos de etiquetado y almacenamiento de cajas de leche mediante HMI y SCADA basado en redes industriales.
- Analizar el sistema automatizado del proceso de etiquetado y almacenamiento de cajas de leche con sus correspondientes sistemas de control y adquisición de datos.
- Diseñar y analizar el sistema cableado del proceso de etiquetado y almacenamiento de cajas de leche considerando normativas y estándares internacionales.

1.4. JUSTIFICACIÓN

En la actualidad la mayoría de las empresas dedicadas a la producción constan de etapas de etiquetado y almacenamiento de sus diferentes productos, actualmente es importante mantener un alto nivel de calidad de los productos, la productividad es un factor muy importante para que una empresa sea competitiva en el mercado, esto se relaciona con el procedimiento del trabajo, la forma eficiente de los procesos, la constante mejora y el uso de nuevas tecnologías [4].

El presente proyecto está basado en el plan toda una vida priorizando el eje 2: Economía al servicio de la sociedad, resaltando el objetivo 5 el cual es: Impulsar la productividad y competitividad para el crecimiento económico sostenible de manera redistributiva y solidaria [5].

En este objetivo se encuentran dos políticas importantes las cuales son:

Política 5.6: promover la investigación, la formación, la capacitación, el desarrollo y la transferencia tecnológica, la innovación y el emprendimiento, la protección de la propiedad intelectual, para impulsar el cambio de la matriz productiva mediante la vinculación entre el sector público, productivo y las universidades [5].

Política 5.8: fomentar la producción nacional con responsabilidad social y ambiental, potenciando el manejo eficiente de los recursos naturales y el uso de tecnologías duraderas y ambientalmente limpias, para garantizar el abastecimiento de bienes y servicios de calidad [5].

De acuerdo a estas políticas se busca garantizar y fomentar el uso de tecnologías para el desarrollo de la matriz productiva asegurando servicios de calidad.

El proceso de etiquetar y almacenar manualmente o con equipos no automatizados se convierte en un procedimiento poco eficaz e ineficiente por la lentitud y poca calidad disminuyendo la producción de las empresas, por otro lado, un sistema automatizado puede llevar a cabo el etiquetado y almacenamiento con una mejor precisión y mayor rapidez. Al tratarse de un sistema automatizado este mejorará el tiempo de producción [6].

El desarrollo de un sistema automatizado para el proceso de etiquetado y almacenamiento permite aumentar la calidad y la presentación del producto final, consiguiendo así que las industrias sigan innovando sus procesos y equipos. [7]

1.5. ALCANCE DEL PROYECTO

En este proyecto se realiza el diseño y análisis de un sistema automatizado basado en redes industriales para el control del proceso de etiquetado y almacenamiento de cajas de leche mediante un controlador robusto y un Gateway para la comunicación de datos.

El diseño consta de los diagramas eléctricos y de control los cuales son realizados en el software Eplan Electric donde se observan las respectivas conexiones de los equipos como las protecciones con las que cuentan los mismos, el sistema cuenta de dos etapas las cuales son: etapa de etiquetado y etapa de almacenamiento, en la etapa de etiquetado se hace uso de motores para controlar las bandas transportadoras, además se usan sensores de presencia para detectar las cajas de leche y cilindros neumáticos para sostener las cajas y estas sean etiquetadas, en la etapa de almacenamiento de la misma forma se usan motores, sensores de presencia y cilindros neumáticos para las cajas de almacenamiento.

Se desarrolla la programación y simulación del proceso en el programa TIA PORTAL, también se realiza el diseño del HMI para contar con un panel interactivo que permita al usuario controlar de una manera fácil y sencilla los equipos del sistema, de igual manera se diseña el sistema SCADA para la supervisión y adquisición de datos del sistema en tiempo real.

CAPITULO 2

2. MARCO TEÓRICO

2.1. SISTEMA AUTOMATIZADO

Un sistema automatizado es el uso de tecnología para controlar equipos con la mínima intervención humana. Por lo general, se realiza la automatización en las industrias para mejorar y controlar de manera eficaz los procesos [8].

Los sistemas automatizados tienen las siguientes partes:

- Parte de mando: La parte de mando por lo general es un autómata programable el cual es el centro del sistema el cual debe tener comunicación con todos los equipos del sistema [8].
- Parte operativa: La parte operativa son los accionadores de las maquinas entre los cuales se tienen: motores, sensores, cilindros, etc. [8].

Los objetivos de la automatización son:

- Mejorar los procesos de la empresa
- Mejorar la seguridad del trabajador
- Aumentar la eficiencia de los procesos
- Proteger eficazmente la maquinaria
- Minimizar fallas y reducir tiempos

2.2. BANDAS TRANSPORTADORAS

Las bandas transportadoras son sistemas de transporte formado por una banda que se mueve entre dos tambores. En la mayoría de las empresas con alto rango de automatización se hace uso de sistemas con bandas transportadoras en sus respectivos procesos. El uso de bandas transportadoras permite tener una mayor eficiencia y rápida producción [7].

Se las usa en diversas aplicaciones industriales que requieren transportar un producto, se hace elección de estas ya que pueden transportar cantidades grandes de materiales, por ejemplo, transportar minerales, alimentos, bebidas, etc. [7].

Las bandas transportadoras son fabricadas de diferentes tipos, tamaños y materiales, las cuales pueden recorrer distancias muy amplias con velocidades hasta de 5 [m/s] y peso de 5000 [toneladas/ hora]. Otra de las aplicaciones comunes es para recorrer espacios cortos a velocidades lentas para recolectar manualmente algún producto [7].

La elección de una banda transportadora se realiza de acuerdo a las variables del proceso determinado. Las características más comunes o importantes son:

- Material del producto
- Temperatura del material a transportar
- Peso
- Capacidad
- Distancia
- Condiciones ambientales
- Interferencias
- Recursos energéticos y financieros
- Aspectos físicos

2.3. MOTORES UTILIZADOS PARA EL ACCIONAMIENTO DE LAS BANDAS TRANSPORTADORAS

El accionamiento de las bandas transportadoras se lo realiza utilizando motores que por lo general son trifásicos, a 60 Hz y 220 voltios, 220/440 voltios. Hay varios tipos de bandas

transportadoras que usan motores de inducción, pero también hay otros que usan motores de corriente continua principalmente en procesos donde se necesita una sincronización de las bandas [7].

Los motores trifásicos son equipos eléctricos que convierten energía eléctrica en energía mecánica, entre las partes principales del motor se encuentran el rotor y el estator [9].

Usar motores trifásicos presentan varias ventajas las cuales son:

- Los motores trifásicos cuentan con mayor factor de potencia y eficiencia respecto a los monofásicos
- Tienen para uniforme
- Hacer funcionar motores trifásicos en paralelo es más fácil que los monofásico
- Mas robustos
- Mas pequeño y barato
- Requiere poco mantenimiento

2.3.1. POTENCIA REQUERIDA DEL MOTOR

Haciendo uso de la ecuación 1 se calcula la potencia requerida del motor [10].

$$P = T \times w \quad (1)$$

Donde:

P=potencia

T=torque

W=velocidad angular

2.3.2. VELOCIDAD ANGULAR

Para el cálculo de la velocidad angular se usa la ecuación 2 [10].

$$w = \frac{v}{r} \quad (2)$$

Donde:

W = velocidad angular

V = velocidad de transporte

2.3.3. FUERZA DE EMPUJE

Para calcular la fuerza de empuje se calcula la masa total que se encuentra sobre la banda, por lo que se necesita realizar el diagrama de cuerpo libre.

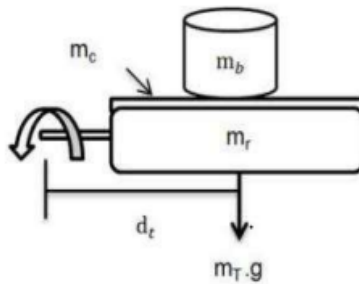


Figura 2:diagrama de cuerpo libre para el cálculo de la masa total sobre la banda transportadora [9]

Donde:

M_b = masa de la caja de leche

M_c = masa cinta transportadora

M_r = masa de rodillo

Para el cálculo de la masa total se usa la ecuación 3 [10].

$$m_T = m_b + m_c + m_r \quad (3)$$

Luego de calcular la masa total se procede a calcular la fuerza de empuje con la ecuación 4 [10].

$$F = m_T \times g \quad (4)$$

Donde:

mT= masa total

g= gravedad

2.3.4. TORQUE

Se calcula el torque de acuerdo a la ecuación 5 [10].

$$T = F \times dt \quad (5)$$

Donde:

F=fuerza de empuje

dt=distancia del torque (mitad de la longitud del eje de transmisión)

2.3.5. POTENCIA CORREGIDA

Para encontrar la potencia corregida se usa la ecuación 6 [10].

$$P_s = P \times F_s \quad (6)$$

Donde:

P=potencia

Fs= factor de servicio

2.4. CILINDROS NEUMÁTICOS

Un cilindro neumático es un actuador que por lo general funciona con aire comprimido, estos cilindros se usan en muchos campos que requieren automatización, su función es de transformar la energía del aire en energía cinética [11].

2.4.1. CLASES DE CILINDROS NEUMÁTICOS

- **Cilindro neumático de simple efecto:** Este es un cilindro en el que el desplazamiento que se genera por el aire de entrada es en un solo sentido y la acción para regresar es por medio de un resorte que se encuentra en el interior del cilindro [11].

- **Cilindro neumático de doble efecto:** Este cilindro tiene dos entradas de aire. El desplazamiento de este cilindro es realizado por aire comprimido en las dos direcciones [11].
- **Cilindro neumático con doble vástago:** Estos cilindros tienen dos salidas para el vástago la ventaja que presenta es que se puede realizar el movimiento de entrada y salida por ambos lados del cilindro neumático [11].
- **Cilindro neumático de doble pistón:** Este es un cilindro que está formado por dos cilindros neumáticos doble efecto se encuentra en serie con un vástago común. La ventaja más notoria es que aplicando presión se tiene una mayor fuerza que el cilindro de doble efecto convencional [11].

2.5. SENSORES

Los sensores son dispositivos creados para que detecten acciones o cambios de una magnitud física y responda de acuerdo a esta, los sensores son capaces de convertir una magnitud física o química a una eléctrica [12].

En las industrias automatizadas se hace uso de los sensores para detectar, medir y procesar una variable medida y de acuerdo a esto tomar una acción sobre un equipo [12].

Los tipos de sensores son:

- Sensores ópticos
- Sensores LVDT
- Termopares, termistores
- Acelerómetro
- Sensores digitales

- Sensores de posicionamiento

Los sensores se clasifican de acuerdo a la siguiente manera:

- Según el aporte de energía: Pueden ser modulares o generadores
- Según la señal de salida: Su señal de salida puede ser digital o analógica
- De acuerdo a su funcionamiento: Pueden funcionar por deflexión o comparación
- De acuerdo al principio físico: Los principios físicos pueden ser: capacitivo, resistivo, inductivo, piezoeléctrico
- Según la unidad medida: Las unidades medidas pueden ser: presión, temperatura, distancia, aceleración, pH, etc.

Para detectar objetos existen diferentes tipos de sensores como son:

- Inductivos: Estos sensores funcionan con el campo magnético de alta frecuencia generado por la bobina en el circuito oscilante. El objeto conductor se acerca al campo magnético el cual tiene una corriente parasita inducida, de esta manera se crea un campo magnético en la dirección opuesta que reduce efectivamente la inducción del sensor inductivo. Estos sensores pueden detectar materiales metálicos son resistentes a ambientes que tengan polvo, humedad y aceite [13].
- Fotoeléctricos: Estos sensores pueden detectar diversos elementos de diferentes tamaños, formas o materiales [13].
- Capacitivos: La placa de detección del sensor forma un condensador con el objeto y la capacitancia cambia con la distancia al objeto. Pueden detectar sin contacto todo tipo de materiales como papel, cartón, cristal, plástico, metales, etc [13].

- **Ultrasónicos:** La base de la medición es el tiempo de vuelo de un pulso ultrasónico emitido por el transmisor del sensor, reflejado por el objeto objetivo y recogido por el receptor del sensor. Estos sensores pueden detectar materiales transparentes evitando errores debido a las superficie o color [13].
- **Magnéticos:** Este sensor mide las variaciones en la reluctancia magnética cuentan con un imán permanente, una pieza polar y una bobina de detección. Estos sensores son de larga duración, pueden realizar hasta 20000 mediciones por segundo por lo general se usan para detectar distancias muy largas [13].

2.6. CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE

Un controlador lógico programable es un dispositivo electrónico que se utiliza para realizar una automatización industrial, está diseñado para poder controlar actuadores en tiempo real y en procesos industriales. Esta encargada de realizar el control en un proceso industrial utilizando un CPU que usa instrucciones de programación. También cuenta con un microprocesador para ser programado, el PLC está construido para recibir señales de entrada, procesar y de acuerdo a la respectiva programación enviar señales de salida [7].

Las partes de un PLC son:

- Fuente de alimentación
- Unidad de procesamiento central (CPU)
- Módulos de entrada y salida
- Unidad de programación

2.7. INTERFAZ HOMBRE MAQUINA

El HMI interfaz hombre-maquina es un panel donde el operario puede dirigir diferentes partes de un proceso, es uno de los principales dispositivos que se usan para controlar

procesos industriales. Su principal funcionamiento es permitir visualizar información en tiempo real, puede mostrar gráficos sobre el estado de un elemento electrónico de acuerdo a la programación realizada [14].

Los HMI presentan varias ventajas entre las cuales se tienen:

- Nuevas oportunidades para mejorar de manera eficaz los procesos
- Permite visualizar datos en tiempo real
- Proporcionan nuevos niveles de información

Una norma que avala el uso de HMI es la norma ANSI/ISA-101.01-2015: Interfaces Humano-Máquina para Sistemas de Automatización de Procesos el cual trata sobre los estándares, diseño, implementación, operación y mantenimiento de HMI en sistemas de automatización, esta norma promueve el uso de estas tecnologías para que los procesos sean más seguros y eficaces disminuyendo también errores y horas de entrenamiento del operador ya que se cuenta con representaciones claras y fáciles de comprender [15].

La norma ISO 9241 en su décima parte, habla sobre el diseño ergonómico de equipos visuales de datos. En esta norma se desarrollan ideas destinadas a ser utilizadas al planificar y desarrollar interfaces graficas para el usuario. Al principio se presenta en esta norma las problemáticas que tienen las pantallas de visualización de datos y de acuerdo a esto se mencionan los requisitos que se necesitan para la visualización y entrada de datos, también habla sobre el diseño físico, las consideraciones a tomar en cuenta del medio ambiente como son la iluminación, el ruido, vibraciones y otros criterios de diseño [16].

2.8. SISTEMA SCADA

Los sistemas scada son herramientas necesarias para la automatización y el control industrial, estos sistemas se encargan de la supervisión, el control y la adquisición de datos de manera remota [17].

Las ventajas de contar con sistemas scada son las siguientes:

- Se puede controlar los procesos de manera local o remota
- Permite la recopilación y el procesamiento de datos en tiempo real
- Permite almacenar datos
- la seguridad tanto de las personas como la de los equipos aumenta
- el sistema se retroalimenta en tiempo real

El sistema scada se compone de los siguientes elementos:

- Computadora
- PLC
- Sistema de comunicación
- Sensores
- Actuadores

2.9. PROTOCOLO DE COMUNICACIÓN

Los protocolos de comunicación son reglas y normas que se tienen que cumplir para que dos o más máquinas que conforman una red intercambien información entre ellas. Hay diferentes tipos de protocolos de comunicación:

- Protocolos punto a punto: este es el protocolo más antiguo utilizado para hacer una conexión directa entre dos nodos de una red [18].

- Protocolo de transmisión de paquetes: es un protocolo que se encarga de dar la información del destino de los datos lo que permite una conexión segura [18].
- Protocolos TCP/IP: estos protocolos hacen uso de capas las cuales son: capa de aplicación, capa de transporte, capa de red, capa de interfaz y hardware [18].

Para los protocolos de comunicación se hace uso de la norma IEC 61850: Interoperabilidad para Protección Avanzada y Aplicaciones de Control, esta norma internacional trata sobre las comunicaciones en subestaciones, la cual permite incorporar funciones para protección control medición y supervisión combinando la comunicación ethernet con la rentabilidad y seguridad [19].

2.10. REDES DE COMUNICACIÓN INDUSTRIALES

Las redes industriales es las encargadas de entregar un medio para el intercambio y el control de datos, así como también permite la conexión de varios dispositivos por lo que son una de las partes principales en la automatización industrial [20].

Gracias a el uso de las redes de comunicación se ha mejorado la precisión al transferir señales de un extremo a otro [20].

El hacer uso de redes industriales tiene ventajas entre las cuales están:

- Se mejora la calidad de los procesos
- Se obtiene una mayor cantidad de flujo de datos
- Reducción en los costos
- Facilita el control de los procesos
- Se puede hacer uso de dispositivos inteligentes

Las redes de comunicación industrial se clasifican en tres niveles de acuerdo a su funcionalidad los cuales son:

- Nivel de dispositivo: es el nivel más bajo es el encargado de transferir información entre los sensores y actuadores con el PLC.
- Nivel de control: en este nivel se tienen los controladores industriales como son PLC y sistemas informáticos, en este nivel se puede realizar la configuración de dispositivos, la supervisión y control de procesos, la visualización de datos en pantallas HMI, etc.
- Nivel de información: es el nivel más alto se encarga de recolectar la información del nivel de control. En este nivel se maneja gran cantidad de datos.

Hay varios tipos de redes de comunicación industrial las cuales se detallan a continuación:

- Fundación Fieldbus: es una red de área local, este sistema tiene comunicación digital, serial y bidireccional con el cual se puede conectar sensores actuadores y controladores [20].
- Controlnet: es un protocolo de red abierta usado para aplicaciones de automatización industrial, se lo conoce también como bus de campo, ya que se basa en la arquitectura productor-consumidor se permite la comunicación de varios controladores en una red [20].
- Devicenet: es una red industrial digital multipunto usado en la automatización para conectar sensores, actuadores y sistemas industriales para intercambiar datos, sus características principales son: gran velocidad, permite la comunicación con equipos discretos y analógicos, también cuenta con un gran poder de diagnóstico en la red [20].
- Profibus: es un bus de campo abierto permite la conexión de dispositivos digitales, cuenta con varias características entre las cuales se tiene: transmite pequeñas

cantidades de datos, tiene compatibilidad electromagnética, fácil configuración, se usan protocolos simples y limitados [20].

- Modbus: este protocolo usa la relación maestro esclavo el funcionamiento es que el dispositivo esclavo por lo general sensor debe solicitar y esperar una respuesta del dispositivo de inicio el cual por lo general es un HMI o un sistema SCADA [20].
- Ethernet industrial: este protocolo de comunicación es similar a la comunicación ethernet, este protocolo está diseñado para ser utilizado en plantas de manufactura o procesos continuos, en la industria, es particularmente apreciado para aplicaciones de control. Al final, este tipo de red es de sencilla configuración, operación y fácil de mantenerse y extenderse. Debido a su confiabilidad, rendimiento e interoperabilidad inherentes, Ethernet se ha filtrado en el campo de producción como el protocolo de comunicación elegido para sistemas y control [20].

2.11. TABLERO ELECTRICO

El tablero eléctrico es uno de los principales componentes en una instalación eléctrica, es una caja donde se encuentran los dispositivos para conexión, medición, protección de un sistema eléctrico, para realizar la instalación y fabricación de tableros eléctricos hay que tener en cuenta ciertos criterios normativos y de diseños para tener un buen funcionamiento y a la vez garantizando la seguridad tanto de los equipos del sistema como la seguridad del operador. Dentro de la normativa CPE INEN 5 Parte 8:1986 Sección VIII abarca sobre temas como la regulación de los tableros de fuerza, equipos de fuerza, dispositivos de control, alumbrado, cableado, equipos eléctricos [21].

De igual forma la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC) determina indicaciones sobre la seguridad eléctrica en edificios, industrias, comerciales dentro del contenido esta norma se tiene: generalidades y requisitos para instalaciones eléctricas, cableado, protección, equipos, sistemas de comunicaciones, entre otros [22].

2.12. WINCC

También conocido como Windows Control Center es un sistema de supervisión y control para la operación de procesos. Es una herramienta utilizada para fines de automatización de plantas industriales, este sistema permite al operador interactuar y monitorear con los elementos de la planta desde una máquina que se puede encontrar a una gran distancia [23].

2.13. NetToPLCsim

NetToPLCsim es una extensión de red tipo TCP/IP lo que permite el acceso al simulador S7-PLCSIM, es de gran utilidad para simular sistemas SCADA mediante la red y un simulador de PLC, sin la necesidad de tener un PLC físico [24].

2.14. NODE RED

Node-Red es una plataforma de flujo lo que facilita realizar de manera gráfica flujos de servicios, esta herramienta facilita comunicar hardware y servicio en línea de manera rápida, la programación realizada mediante funciones y relaciones de nodos permite programar de una manera más fácil sin la necesidad de aprender un lenguaje de programación [25].

2.15. GATEWAY IOT2050

Simatic IOT2050 está diseñado para soluciones de TI industriales para la adquisición, procesamiento y transferencia de datos directamente en el entorno de producción. Se puede utilizar para conectar el proceso de producción a un análisis basado en la nube de la máquina y los datos de producción. [26]

CAPÍTULO 3

3. METODOLOGÍA Y DESARROLLO DEL PROYECTO

3.1. METODOLOGÍA DEL PROYECTO

En el presente proyecto se hace uso de la investigación bibliográfica para buscar datos de la mayor cantidad de fuentes posibles de los cuales se escogen los de mayor relevancia luego se procede a organizar la información de acuerdo al nivel de importancia relacionadas con el proyecto, estos datos son recopilados de tesis y artículos para tener una información de calidad, así se procede a relacionar datos ya existentes lo cual brinda una visión más amplia de las ventajas que ofrecen la automatización de la línea de etiquetado y almacenamiento de cajas de leche.

Así mismo se aplica la investigación diagnóstica para hacer las pruebas de funcionamiento del sistema, con estas pruebas se hallarán características del sistema las que servirán para poder tomar las acciones necesarias para que el proceso de etiquetado y almacenamiento funcione correctamente.

Otra investigación aplicada es la descriptiva la cual es usada para describir los equipos que componen el proceso de etiquetado y almacenamiento de cajas de leche, de igual manera se detallan los planos eléctricos, la selección de equipos, el desarrollo de diagramas, el diseño del HMI y SCADA, simulaciones y funcionamiento de la programación realizada.

3.2. COMPONENTES DE LA PROPUESTA

De acuerdo a las tablas de comparaciones de equipos realizadas los cuales se usan en el sistema automatizado para el control del proceso de etiquetado y almacenamiento de cajas de leche que se encuentran en el Anexo 1 se procedió a elegir los siguientes elementos:

- 1 PLC S71200 1212C AC/DC/Rly
- 2 motores de 1.800 rpm (4 polos, IMB35)
- 3 sensores capacitivos serie 80-PNP
- 3 cilindros de simple efecto
- 3 electroválvula de 24VCC
- Compresor de aire
- 3 unidades de mantenimiento para el cilindro de simple efecto
- Etiquetadora
- Paletizadora
- Pantalla HMI SIMATIC KTP 700
- Pulsadores
- Luces piloto
- 2 arrancadores suave para los motores
- 1 interruptor termomagnético
- 4 contactores
- 4 relés térmicos

3.3. CARACTERÍSTICA DE LOS EQUIPOS UTILIZADOS

- **PLC S71200 1212C AC/DC/Rly**

En la figura 3 se muestra el PLC S71200 1212C AC/DC/Rly escogido por a su alta capacidad de procesamiento, se pueden añadir módulos de expansión de acuerdo a las necesidades, tiene buen funcionamiento al tratarse de entradas de gran velocidad para el conteo y medición, cuenta con comunicación ethernet entre otras estas características también se la muestran en la tabla 1.



Ilustración 3:SIMATIC S7-1200 [27]

Tabla 1: Características del PLC S71200 1212C AC/DC/Rly [27]

Display	
Con display	No
Tensión de alimentación	
Valor nominal (AC)	
• 120 V AC Sí	Sí
• 230 V AC	Sí
Rango admisible, límite inferior (AC)	85 V
Rango admisible, límite superior (AC)	264 V
Frecuencia de red	
• Rango admisible de frecuencia, límite inferior	47 Hz
• Rango admisible de frecuencia, límite inferior	63 Hz
Intensidad de entrada	
Consumo (valor nominal)	100 mA con 120 V AC; 50 mA con 240 V AC
Intensidad de cierre, máx.	20 A; con 264 V

Alimentación de sensores	
● 24 V	Rango permitido: 20,4 a 28,8 V
Intensidad de salida	
Intensidad en bus de fondo (5 V DC), máx.	1 600 mA; máx. 5 V DC para SM y CM
Memoria	
Tipo de memoria	EEPROM
N.º de entradas digitales	14; integrado
Salidas digitales	
Número de salidas	10; Relé
N.º de entradas analógicas	2
N.º de salidas analógicas	0

MOTORES DE 1.800 RPM (4 POLOS, IMB35) Y BANDA TRANSPORTADORA

La elección del sistema de transporte se hace de acuerdo a las necesidades del sistema, para la movilización y almacenamiento de las cajas de leche se usará bandas transportadoras rectas. La cinta transportadora tiene las siguientes dimensiones 1500 mm de largo, 150mm de ancho, masa de cinta transportadora 5kg, se utilizará un eje de transmisión con las siguientes dimensiones 340mm de largo y 22 mm de diámetro.



Figura 4:banda transportadora recta [28]

La elección de los rodillos para la banda transportadora se hace de acuerdo a la tabla 3, se escogió el rodillo de 150 mm de largo característica que se muestra en la tabla 2, 30 mm de diámetro ya que la cinta transportadora tiene un ancho igual, el rodillo tiene una masa de 0.8kg.

Versión de eje: Rosca interior			
Tubo			
Material	Transmisión de par	Longitud del rodillo mm	Eje Número de referencia
Acero	cabezal para correa redonda	150	3.52K.K21.EAK
		200	3.52K.K22.EAK
		250	3.52K.K23.EAK
		300	3.52K.K24.EAK
		350	3.52K.K25.EAK

Tabla 2:catálogos de diámetros de rodillos para banda transportadora [29]

Para el cálculo del motor se necesita calcular la potencia requerida, velocidad angular fuerza de empuje, torque y potencia corregida las cuales se detallan a continuación.

- **Potencia requerida**

Para poder calcular la potencia se necesita la capacidad máxima de transporte que es de 12 cajas ubicadas en 1.5m que será el largo de la banda.

El peso de una caja de leche es de 1062 gr, cuando estén 12 cajas sobre la banda habrá un peso total de 12744 g.

Para el cálculo de la potencia se usa la ecuación 1. Por lo que es necesario calcular torque y la velocidad angular.

- **Velocidad angular**

Para el cálculo de la velocidad angular se necesita calcular el tiempo que se demora una caja en llegar de un extremo a otro y la velocidad de transporte, el tiempo de etiquetado de una caja es de 10 segundos.

Otro dato que se necesita es la velocidad de transporte para lo cual se usa la ecuación 7 [10].

$$v = \frac{x}{t} \quad \text{ecuación (7)}$$

Donde:

V=velocidad

X=distancia recorrida

T=tiempo de traslado

Reemplazando:

$$v = \frac{1.5m}{10seg} = 0.15m/seg$$

Finalmente, para el cálculo de la velocidad angular se utiliza la ecuación 2.

$$w = \frac{v}{r} = \frac{0.15m/seg}{0.015m} = 10rad/seg$$

Fuerza de empuje

Para el cálculo de la fuerza requerida para producir el movimiento de la banda transportadora se necesita calcular la masa total sobre la banda transportadora para lo cual se usa la imagen 2 y la ecuación 3.

$$mT = 12.744 + 5 + 1.6$$

$$mT = 19.344 \text{ kg}$$

Con el valor de masa total se puede calcular la fuerza de empuje a partir de la ecuación 4.

$$F = 19.344 \text{ kg} \times 9.8m/s^2$$

$$F = 189.5712N$$

Por lo tanto, la fuerza requerida para ejecutar el movimiento del sistema de la banda transportadora será 189.5712N a partir de este dato se puede determinar los valores restantes para determinar la potencia y elegir el motor.

Torque

Se calcula el torque de acuerdo a la ecuación 5:

$$T = 189.5712N \times 0.17m$$

$$T = 32.227104Nm$$

Por último, se procede a reemplazar los valores encontrados en la ecuación 1.

$$P = 32.227104Nm \times 10rad/seg$$

$$P = 322.27104 Watts$$

$$P = 322.27104Watts \times \frac{1 HP}{746 Watts}$$

$$P = 0.4319 HP$$

Potencia corregida

Para obtener la potencia del motor se debe multiplicar la potencia obtenida por el factor de servicio el cual se lo obtiene de la tabla 3.

Tabla 3: Factor de servicio [30]

Clasificación de Carga	Tiempo de operación hrs.	Fuente de potencia		
		Motor eléctrico o turbina	Motor combustión interna de 4 o más cilindros	Motor combustión interna con menos de 4 cilindros
Uniforme, Impacto suave, bajo par de arranque	8 o menos	1.0	1.5	2.0
	8 a 16	1.5	2.0	2.0
	Mas de 16	2.0	2.5	3.0
Fluctuación moderada,	8 o menos	1.5	2.0	2.5
	8 a 11	2.0	2.5	3.0
	Mas de 16	2.5	3.0	3.5

impacto moderado				
grandes fluctuaciones, fuerte impacto, con reversa	8 o menos	2.0	2.5	3.0
	8 a 16	2.5	3.0	3.5
	Mas de 16	3.0	3.5	4.0

Para encontrar la potencia corregida se usa la ecuación 6.

$$P_s = 0.4319 HP \times 1.5$$

$$P_s = 0.65HP$$

Como resultado se tiene una potencia corregida de 0.65 HP, con este valor se escoge el motor el cual es el motor 1LE0142-0DB36-4JA4-Z.

- **Sensor de presencia**

Se procedió a utilizar el sensor capacitivo serie 80-PNP que se muestra en la figura 5 debido a que los sensores ultrasónicos tienen una menor precisión y los sensores fotoeléctricos pueden detectar reflejos no deseables de objetos brillantes además el sensor capacitivo tiene una medición eficaz, sencillo de instalar y controlar adecuado para distancias pequeñas y cuenta con una frecuencia rápida de medición.



Figura 5: Sensor capacitivo [13]

- **Cilindro de simple efecto**

Para detener las cajas de leche se hará uso de cilindros neumáticos, para realizar la acción de sostener las cajas se necesita de un solo movimiento por lo que el cilindro de simple efecto

es adecuado para este trabajo además es más barato que un cilindro de doble efecto, el cilindro de simple efecto se muestra en la figura 6.

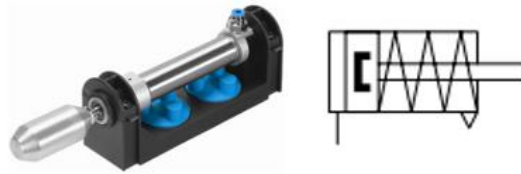


Figura 6: Cilindro de simple efecto [11].

- **Electroválvula**

Para el cilindro de simple efecto se usa una electroválvula de 3/2 vías para cilindro de simple efecto de 24 VCC la cual se muestra en la figura 7.



Figura 7: electroválvula [31]

- **Compresor de aire**

Además, se utiliza un compresor de aire para la alimentación de los cilindros el cual se muestra en la figura 8, mientras que en la tabla 4 se detallan algunas características del compresor.



Figura 8: Compresor de aire [31]

Tabla 4: Características del compresor de aire

Características
CÓDIGO: 6HS1702
Procedencia: China.
Fabricante: Stlanley.
Modelo: STC24.
Voltaje: 220v
Medida: Largo 58cm, Alto 57cm, Ancho 25cm.
Potencia: 2,0HP 1,5kw).
Tamaño tanque: 24L(6,34gal).
Presión: 8 bar (116 PSI).
Corriente:6.81 A

Otra parte necesaria es la unidad de mantenimiento la cual se muestra en la figura 9 para acondicionar el aire a presión, la cual está conformada por un filtro de aire, regulador de presión y un lubricador de aire.



Figura 9: unidad de mantenimiento [31]

- **Pantalla HMI**

En la figura 10 se muestra la pantalla HMI SIMATIC KTP 700 por sus características como son pantalla táctil, interfaz ethernet, también es compatible con PROFINET, y tiene menos botones que el KTP 400, estas características se detallan en la tabla 5.



Figura 10: Pantalla HMI [32]

Tabla 5: Simatic KTP 700 [32]

SIMATIC KTP 700	
Tipo de display	Pantalla TFT panorámica
Diagonal de pantalla	7 in
Achura del display	154,1 mm
Altura del display	85,9 mm
pantalla táctil	Sí
Tipo de tensión de la alimentación	24 V DC
Rango admisible, límite inferior (DC)	19,2 V
Rango admisible, límite superior (DC)	28,8 V
Consumo (valor nominal)	230 mA
Consumo, típ.	5,5 W
Memoria	
Flash	si
RAM	si
Memoria de usuario	10 Mbyte
N.º de interfaces Industrial Ethernet	1
PROFINET	si
Protocolos (Ethernet)	TCP/IP, DHCP, SNMP, DCP
MODBUS	si
IP	65

- **Arrancador suave ATS-01 - 0,75 kW 1 HP - 6 A - 110-480 V 3 fases**

En la figura 11 se muestra el elemento seleccionado. Este dispositivo es elegido para evitar altos picos de corriente, además para acelerar o desacelerar suavemente para la seguridad de los objetos transportados, en la tabla 6 se muestran las características del elemento.



Figura 11.-Arrancador suave [33]

Tabla 6.-Arrancador suave características [32]

Gama de producto	Altistart 01
Tensión de alimentación	110-480 V - 10...10 %
Potencia del motor en HP	1 hp 3 fases
Consumo de corriente	30 A en carga nomina

- **Etiquetadora**

En la figura 12 se muestra la etiquetadora usada para colocar las etiquetas y en la tabla 7 se muestran las características de esta.



Figura 12.-Etiquetadora Videojet 9550 [34]

Tabla 7.-Etiquetadora Videojet

Tecnología de impresión	impresión por transferencia térmica
Resolución de impresión	300 ppp
Velocidad de impresión	40 a 500 mm/s.
Conectividad	ethernet, RS232, E/S configurable (24 V, PNP y sin diferencia de potencial) y USB

- **Paletizadora**

En la figura 13 se muestra la paletizadora usada y en la tabla 8 sus características.



Figura 13.-Paletizadora [35]

Tabla 8.-Características paletizadora [34]

Voltaje:	220v
Los componentes principales.:	Motor, PLC
Dimensión (L*W*H):	3000*2500*1800mm
La temperatura ambiente:	-10 °C ~ + 45 °C
Potencia	10 kW
Corriente	45 A

- **Interruptor termomagnético**

Para la elección del termomagnético según la norma NEC se debe multiplicar el elemento que tenga mayor corriente nominal por el 120% y a ese valor sumarle el valor nominal de corriente de los demás dispositivos, entonces el elemento de mayor corriente es la paletizadora que cuenta con una corriente de 45A multiplicando por el 120% tenemos una corriente de 54A a este valor debemos sumarle las corrientes nominales de los demás elementos los cuales son: 2 motores de 3.3A cada uno y un compresor de aire de 6.81A dando

como resultado 67.41 con este valor un dispositivo de un valor similar, el interruptor termomagnético escogido se muestra en la figura 14.



Figura 14.-Interruptor Termomagnético ED2, 70 A, 3P, 220 V marca Siemens [36].

- **Contactores**

Para seleccionar los contactores de cada motor de las bandas se busca un contactor que tenga igual o mayor corriente que la de los motores la cual es 3.3A, el dispositivo elegido es el q se muestra en la figura 15.



Figura 15.-Mini contactor 6A - 220V AC [37]

- **Relé térmico**

Otro dispositivo utilizado para protección de los motores es el relé térmico el cual se selecciona de acuerdo a la corriente nominal de los motores la cual es 3.3A el elemento utilizado es el que se muestra en la figura 16.



Figura 16.-relé térmico (3 - 4.7) amperes [38]

- **Breaker**

Para protección del compresor de aire se usará un breaker el cual se selecciona de acuerdo a la corriente de este el cual es 6.81A el elemento seleccionado es el que se muestra en la figura 17.



Figura 17.-Breaker 3 Polo Riel Din 10a Hasta 63a [39]

- **SIMATIC IOT2050**

El Simatic IOT2050 presenta un diseño compacto y se basa en una tecnología industrial robusta, fiable y duradera. La unidad es apta para montaje en pared e instalación en riel estándar, el elemento se muestra en la figura 18, en la tabla 19 se muestran características del dispositivo.



Figura 18.- Gateway IOT2050 [26]

Tabla 9.-Características Gateway IOT2050

Voltaje	24 v
Memoria principal	1 GB (DDR4)
Ethernet	2x Gigabit Ethernet (IE/PN), RJ45
USB	2x USB 2.0
Tipos de montaje	Perfil de montaje estándar; montaje en pared
Temperatura	de 0 °C hasta + 50 °C
Interfaz serie	1x COM; configurable RS232/422/485)

- **Fuente de alimentación de 24 v**

SITOP Smart 240W Fuente de alimentación estabilizada es una fuente de energía para una variedad de aplicaciones de 24V y 12V, cuenta con un diseño compacto, tiene fuerte desempeño y bajo precio. Se utiliza esta fuente de alimentación para alimentar los pulsadores y los sensores, en la figura 19 se muestra la fuente y en la tabla 10 las características.



Figura 19.-SITOP Smart 240W

Tabla 10.- Características SITOP smart

Producto	SITOP smart
Voltaje	120v-230v
Fuente de alimentación, tipo	24 V/10 A
Rango de frecuencia de red/mín.	47-63 Hz

3.4. ARQUITECTURA DEL SISTEMA

Arquitectura del sistema general

En la figura 20 se muestra el diagrama de conexión entre el PLC, el Gateway IOT205, HMI y el computador el cual se lo realiza mediante la red ethernet en la cual con la utilización de un conmutador se realiza la comunicación para cada componente para poder realizar el traspaso de información y poder tener el control del sistema. De la misma manera se muestra la conexión entre el PLC y los equipos del sistema mediante profibus DP.

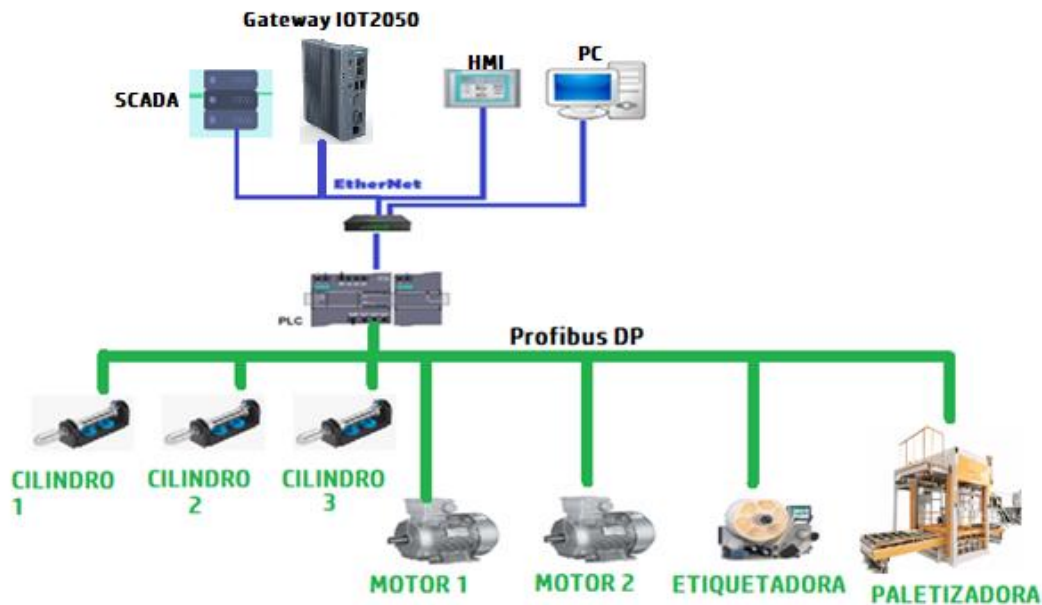


Figura 20.-Diagrama de conexión PLC, HMI y la computadora

Elementos de entrada y salida del PLC

En la figura 21 se muestran los elementos de entrada y salida del PLC. Los elementos de entrada los cuales son los botones de marcha, paro, parada de emergencia y los sensores de presencia. Mientras que los elementos que se conectaran a la salida del PLC son las electroválvulas, cilindros neumáticos de simple efecto, variador de frecuencia, los motores de la banda y el motor de la etiquetadora.

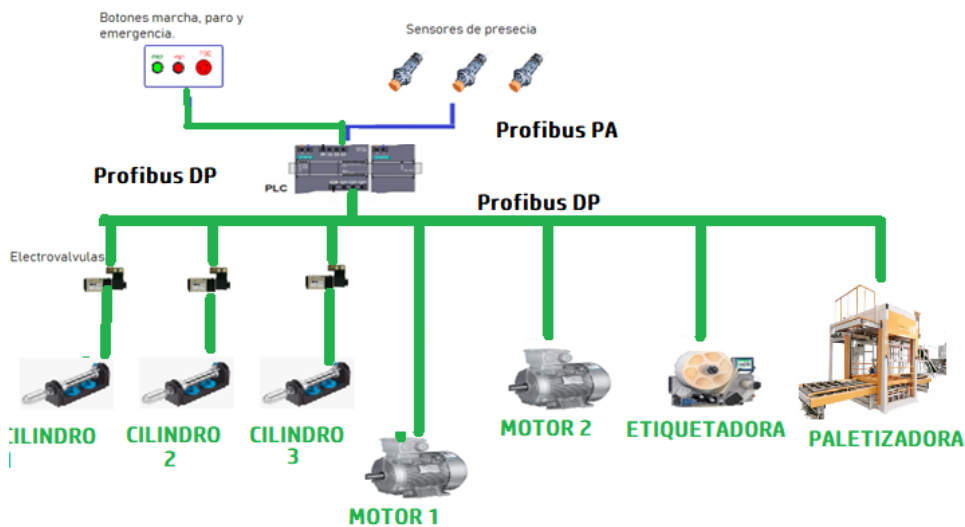


Figura 21.-Elementos de entrada y salida del PLC

Conexión PLC y HMI

En la figura 22 se muestra la conexión entre el PLC y el HMI, se muestra la alimentación de los dispositivos, de la misma forma se muestra el protocolo de comunicación Profinet el cual se lo realiza a través del cable RJ-45.

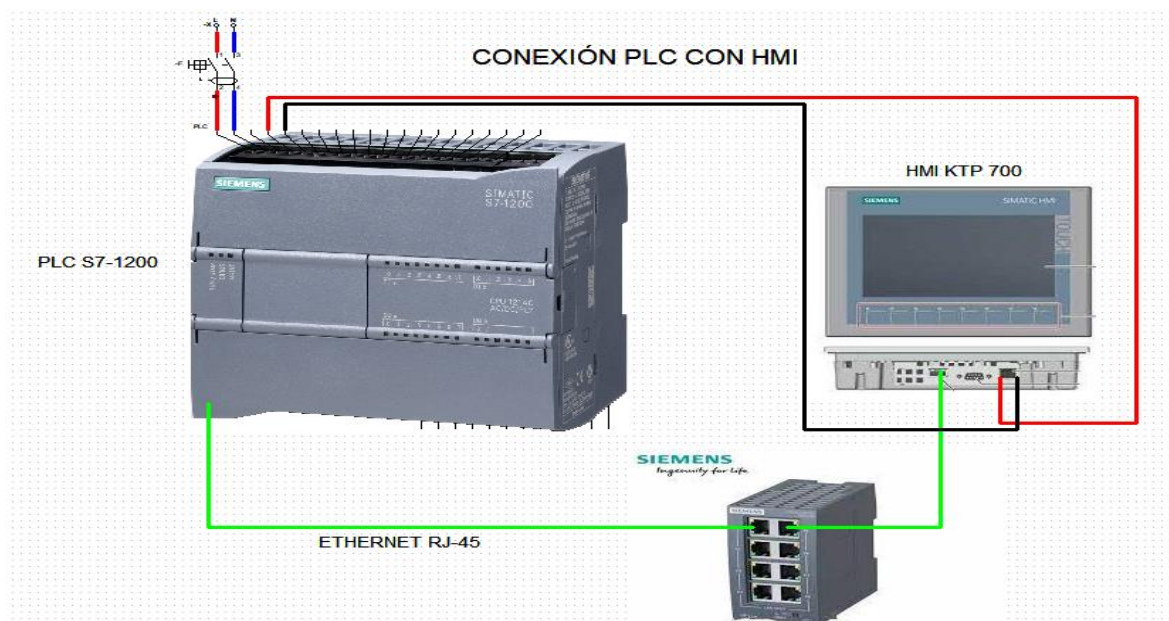


Figura 22.-Conexión PLC-HMI

Conexión Gateway IOT2050 al PLC

En la figura 23 se muestra el esquema de conexión para el PLC y el Gateway IOT2050 a través del protocolo Profinet con el cable RJ-45.

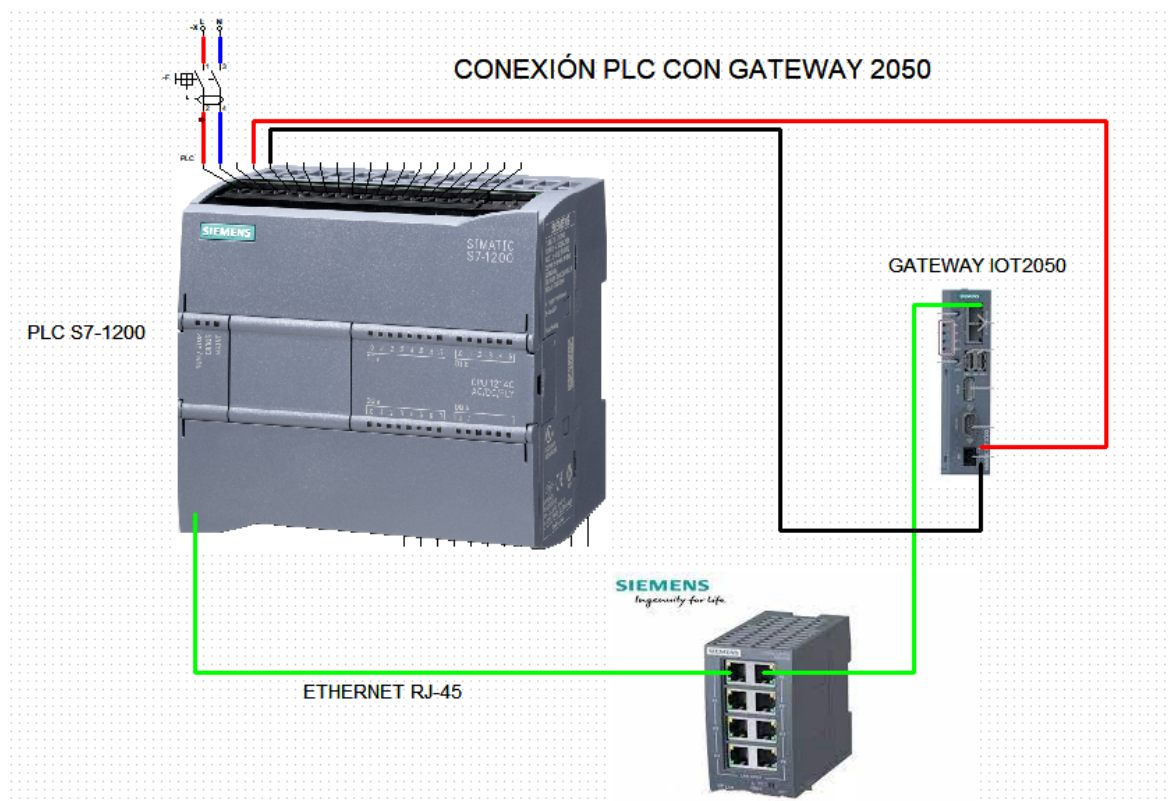


Figura 23.-Conexión Gateway IOT2050 al PLC

Diseño de diagrama eléctrico y tablero eléctrico del sistema

A continuación, se muestran las conexiones eléctricas realizadas para la realización del sistema de etiquetado y almacenamiento de cajas de leche, los diagramas se los desarrollaron el software Eplan Electric, el diseño se encuentra en el anexo 4.

En la figura 24 se visualiza el esquema de fuerza de los equipos usados en el sistema, este esquema cuenta con el interruptor termomagnético Q, contactores (k1, k2, k3, k4), relés térmicos (F1, F2, F3, F4) y arrancadores suaves para los motores de las bandas (G1, G2), la

etiquetadora, la paletizadora, de igual forma se observa el diagrama de los cilindros neumáticos (A, B, C).

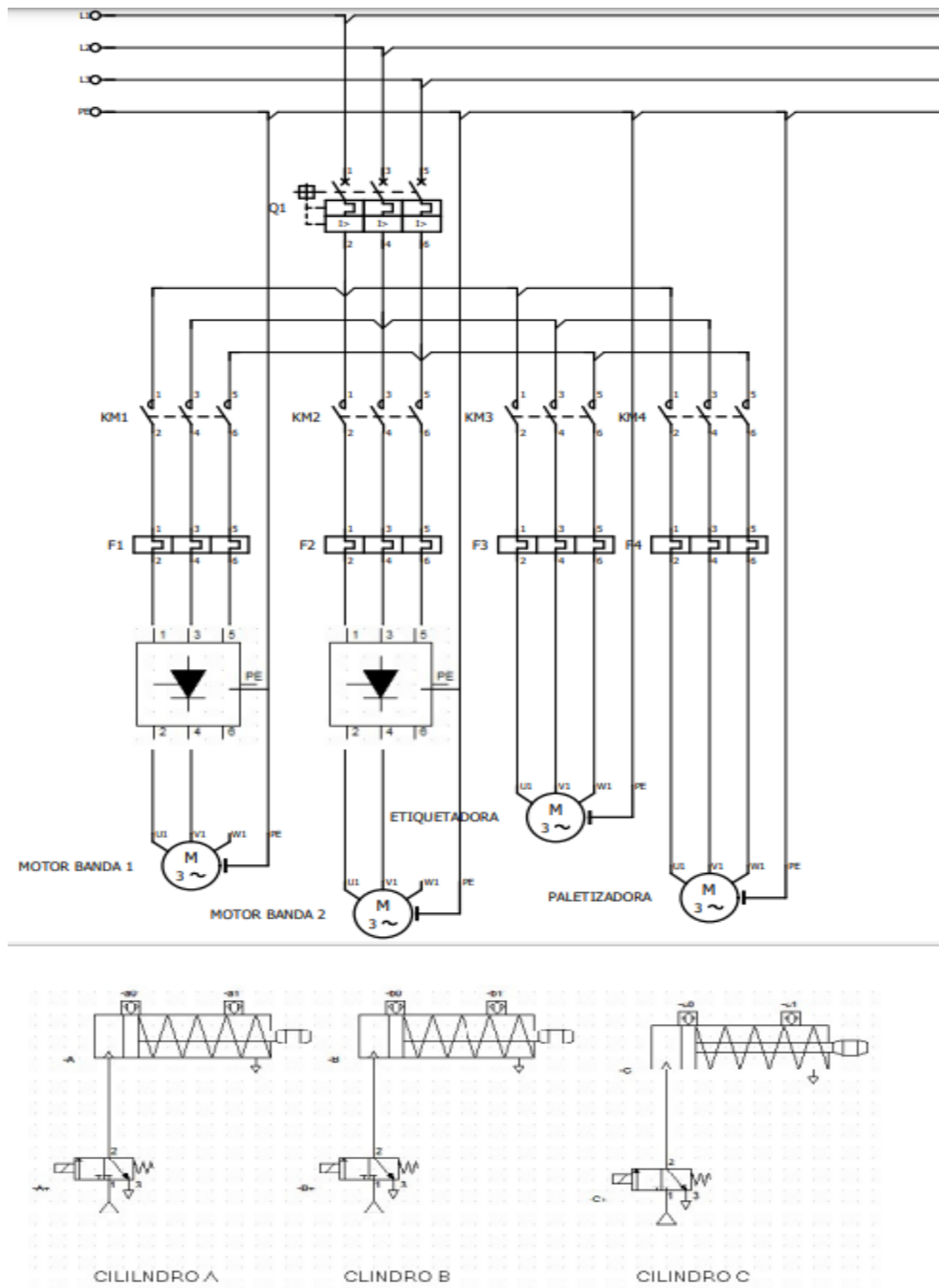


Figura 24.-Diagrama de fuerza del sistema

En la figura 25 se muestran las conexiones de entrada del PLC, en el cual se usan pulsadores para los botones de marcha (M), paro (P) y paro de emergencia (PE), sensores de presencia (B1, B2, B3) y la fuente de 24V para alimentar a los sensores

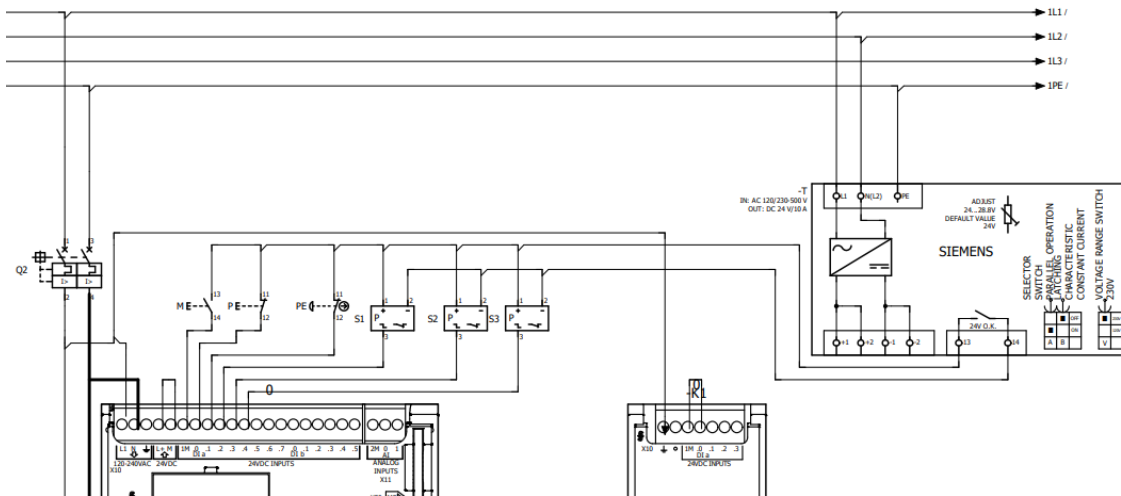


Figura 25.-Conexiones de entradas del PLC

En la figura 26 se observan las conexiones de salida del PLC en el cual se cuentan con las bobinas de los contactores de los motores, la etiquetadora y la paletizadora representadas con k1, k2, k3 y k4 respectivamente, de igual manera están las bobinas electroválvulas (A+, B+, C+) las cuales son para los cilindros de simple efecto, también luces pilotos (LM, LP) para indicar si el sistema se encuentra en marcha o detenido.

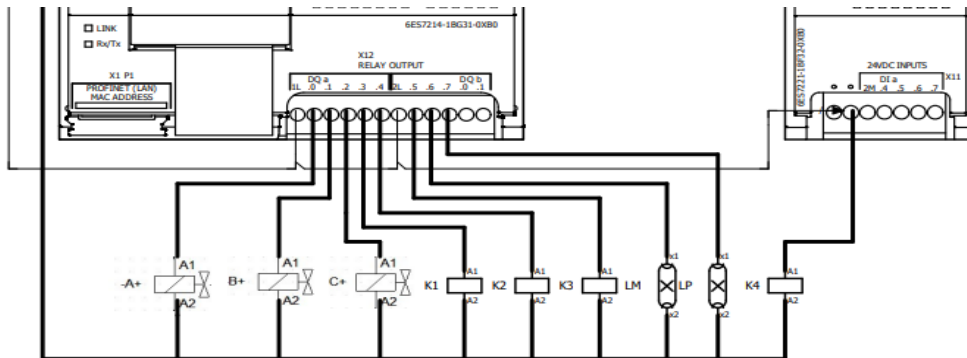


Figura 26.-Diagrama de salidas del PLC

En la figura 27 se presentan el diseño del tablero eléctrico tanto la parte interna como externa en 3D realizado en el software Autodesk Fusion 360.

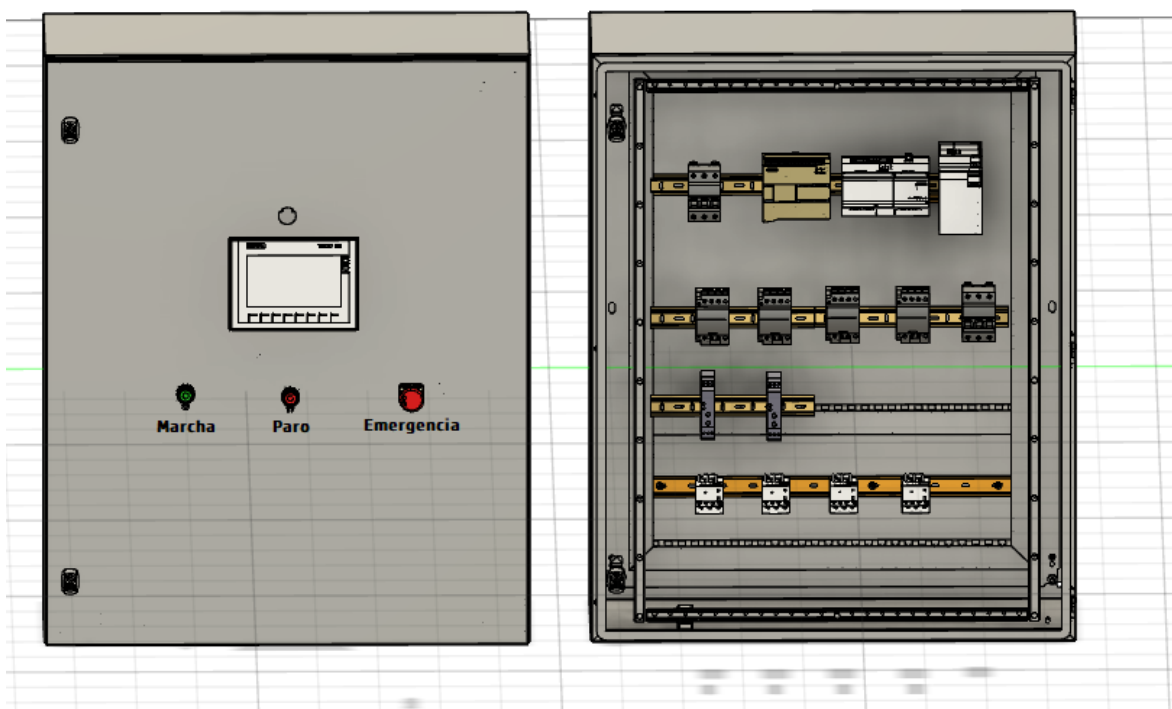


Figura 27.-Diseño tablero Eléctrico en 3D

Diseño de interfaces

A continuación, se detalla el interfaz HMI desarrollado basado en las normas ANSI/ISA-101.01 y EN 29241, en la figura 28 se puede apreciar la pantalla de inicio de sesión en el cual se podrá ingresar con un usuario y contraseña cuenta con un botón de ingreso y un botón para cambiar la contraseña la cual solo puede realizarlo una persona encargada en este caso el administrador, en el anexo 2 se puede encontrar el esquema de las pantallas mientras que en el anexo 3 se encuentran los diagramas de flujo que se siguieron para la programación.



Figura 28.-Pantalla de inicio de sesión

En la figura 29 se puede observar los usuarios registrados y también cambiar la contraseña en esta pestaña solo puede ingresar la persona encargada.



Figura 29.-Pantalla para cambio de contraseña

En la figura 30 se puede observar el inicio de sesión para ingresar a la página inicial del sistema.



Figura 30.-Pestaña de ingreso al sistema

En la pestaña inicial figura 31 se cuenta con un botón para ir al proceso de etiquetado, un botón para el proceso de almacenamiento, alarmas, histórico y cerrar sesión.

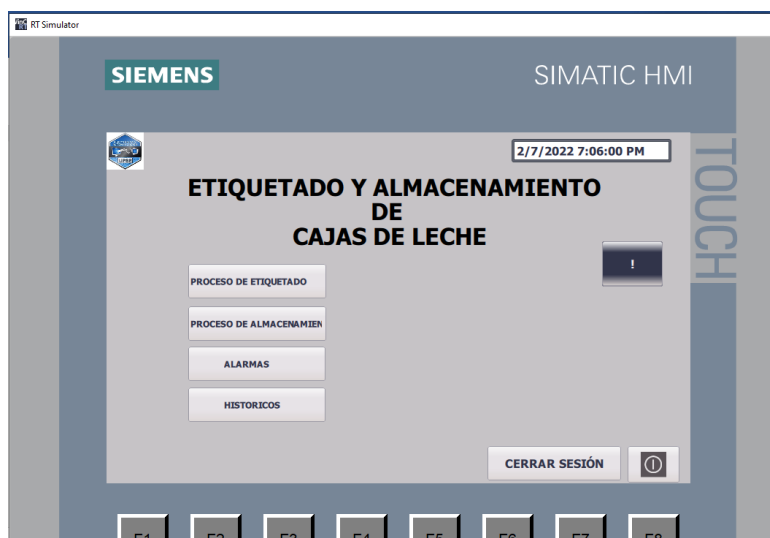


Figura 31.-Pestaña inicial del proceso

En la figura 32 se puede observar el proceso de etiquetado se presenta una figura representativa y también cuadros subdivididos con sensores y actuadores.



Figura 32.-Pestaña proceso de etiquetado

En la figura 33 se observa un botón de aviso el cual se activa cada que se detecta un aviso, este botón no se desactivara hasta que se solucione el aviso correspondiente



Figura 33.-Pestaña con icono de avisos

En la figura 34 se puede observar el proceso de almacenamiento el cual cuenta con un motor, el cilindro neumático, y el sensor de presencia.

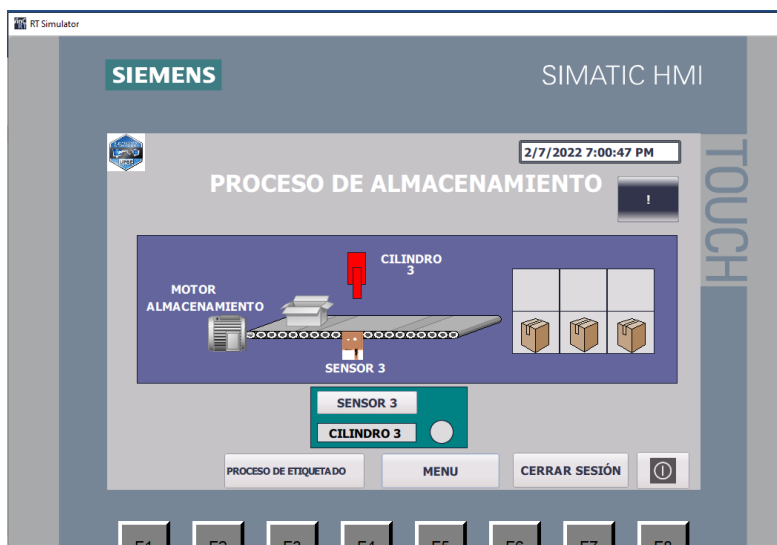


Figura 34.-Pestaña del proceso de almacenamiento

En la figura 35 se puede observar la pestaña de alarmas cada vez que demos clic en el icono de alarmas nos dirigiremos a esta pestaña



Figura 35.-Pestaña de alarmas

En la figura 36 se presenta la pestaña de históricos en el cual se van a ir guardando las alarmas este registro no se borra como la pestaña de alarmas.



Figura 36.-Pestaña de históricos

Diseño interfaz SCADA

El interfaz SCADA se lo realiza con la ayuda de la herramienta Node-red la cual a través del nodo s7 in recibe los datos de las variables del PLC en tiempo real, con la utilización de nodos de conversión, numéricos y de representación, se muestra la información en el dashboard. En la figura 37 se puede observar la realización de la programación gráfica y luego se visualiza mediante el uso del dashboard.

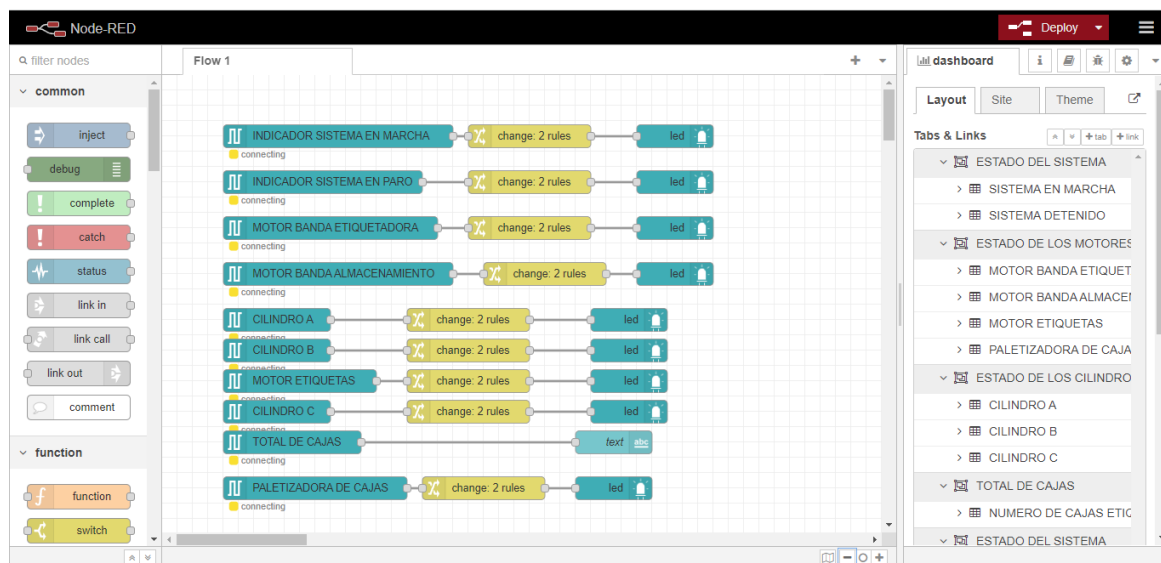


Figura 37.-Programación Node-red

En la figura 38 se puede observar el diseño general del sistema SCADA en la parte izquierda se ven las opciones y en el centro el proceso en el que se encuentra.

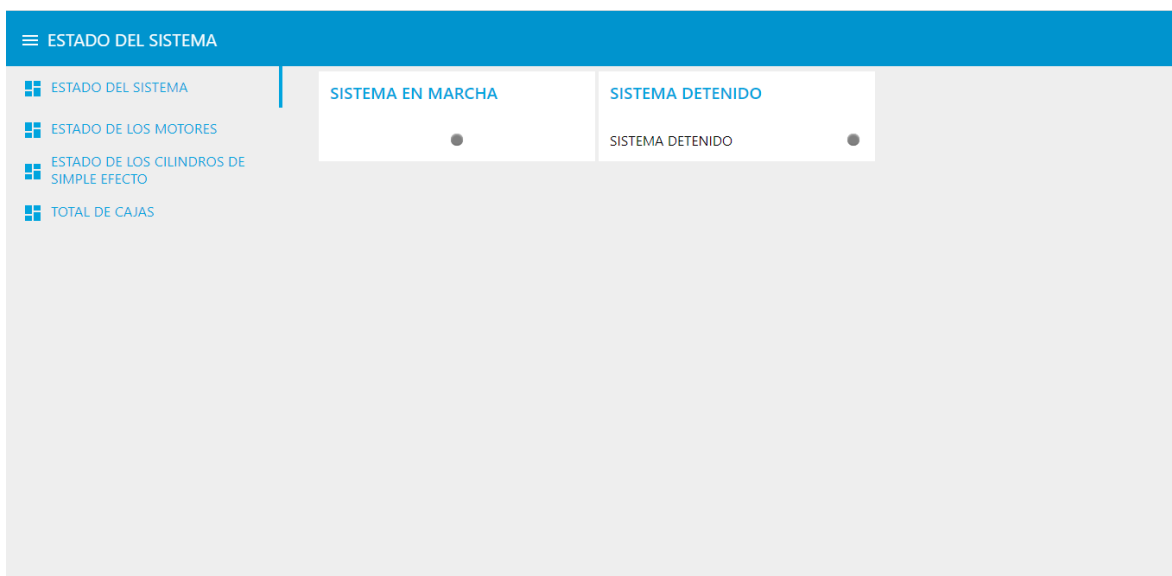


Figura 38.-Diseño SCADA del proyecto

En la figura 39 se observa el estado de los motores los cuales se encenderán de verde si están en marcha y de rojo si se detienen

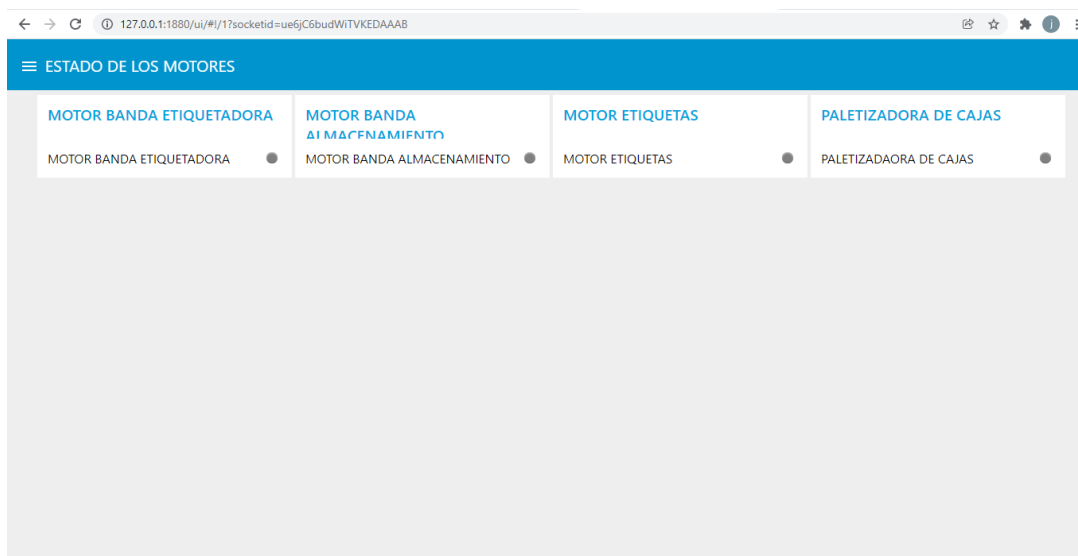


Figura 39.-SCADA estado de los motores

En la figura 40 se observará el estado de los cilindros de simple efecto el led se encenderá de verde si se encuentran encendidos y de rojo si se encuentran apagados.

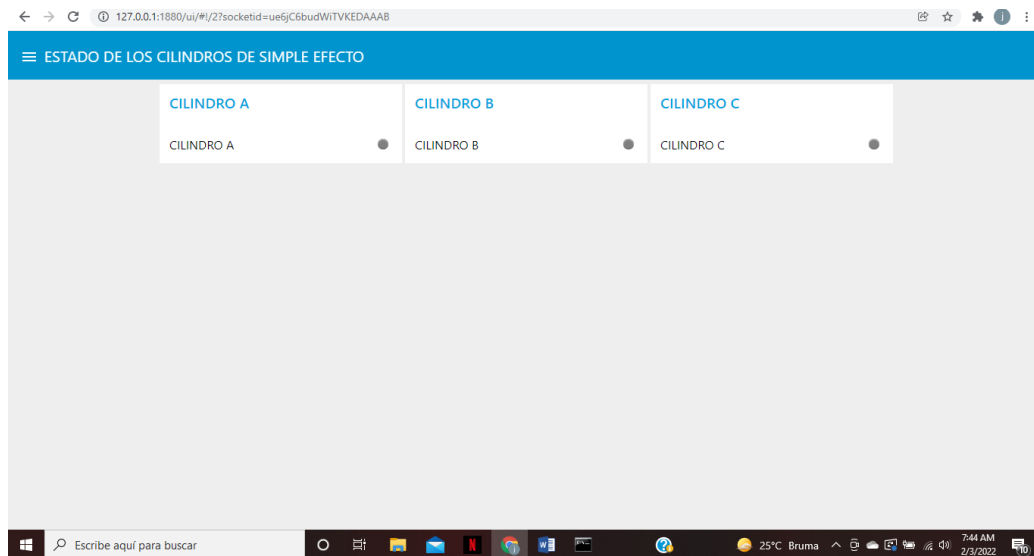


Figura 40.-Estado de los cilindros de simple efecto

En la figura 41 se observa la cantidad de cajas que se ha etiquetado durante el proceso

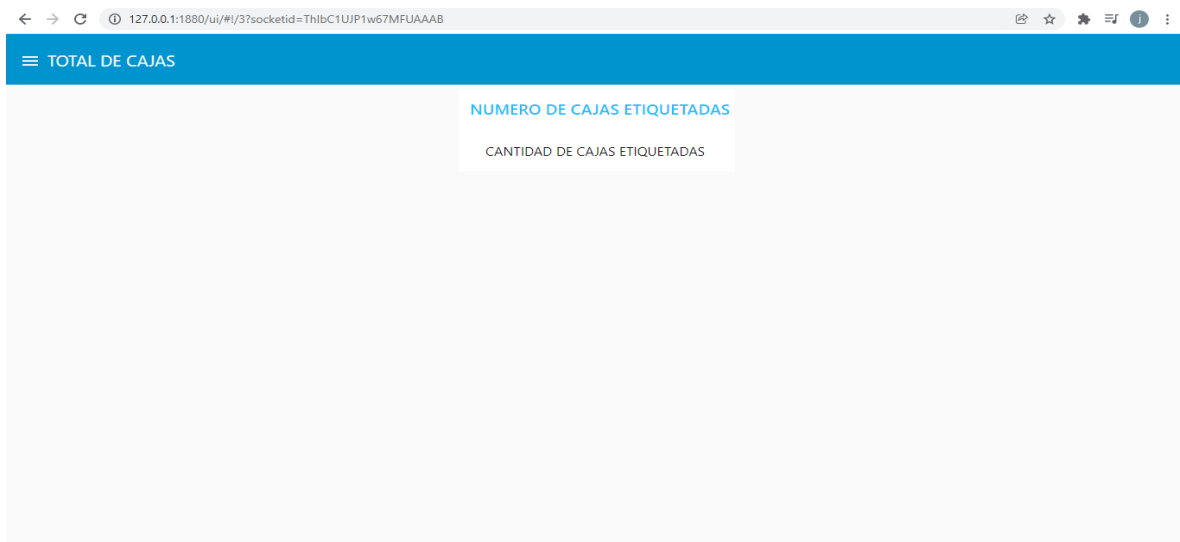


Figura 41.-SCADA total de cajas

4. CONCLUSIONES

- Se logró realizar el diseño del sistema automatizado para el proceso de etiquetado y almacenamiento de cajas de leche tomando en cuenta normas de seguridad de los dispositivos, realizando la elección de los equipos de protección, control y supervisión.
- Se desarrolló las interfaces para la supervisión de datos y procesos del sistema de etiquetado y almacenamiento de cajas de leche mediante HMI y SCADA.
- Se desarrolló la programación del PLC con el programa TIA PORTAL con esto logramos realizar la automatización y manejo del proceso, el programa está distribuido en funciones con la finalidad de que sea fácil de comprender.
- Se realizó el diseño del tablero eléctrico en 3D con el software Autodesk Fusion en el cual se usó interruptor termomagnético, relés térmicos, contactores, arrancadores suaves, además el diseño se presenta en una manera organizada y fácil de identificar.

5. RECOMENDACIONES

- Se recomienda que al implementar el sistema se debe realizar un mantenimiento cada cierto tiempo de los equipos para garantizar el buen funcionamiento de estos.
- Se recomienda llevar a cabo una supervisión en el momento de realizarse el etiquetado y almacenamiento de las cajas de leche.
- Se sugiere actualizar los datos y parámetros de las maquinas, así como llevar un informe actualizado de la producción diaria de cajas de leche.
- Se recomienda tomar las debidas medidas de seguridad al interactuar con el sistema para evitar accidentes al operador.

6. BIBLIOGRAFÍA

- [1] M. d. A. y. Ganadería. [En línea]. Available: <https://www.agricultura.gob.ec/ecuador-se-nutre-de-leche-y-el-sector-lacteo-se-fortalece-con-apoyo-del-gobierno-nacional/>.
- [2] E. d. S. y. P. A. C. 2020, «Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua- ESPAC 2020,» 2021. [En línea]. Available: https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac-2020/Presentacion%20ESPAC%202020.pdf.
- [3] LOZANO, MARCO DAVID MARURI, «DISEÑO MECATRÓNICO DE UN SISTEMA AUTOMÁTICO PARA EL APILADO DE CAJAS DE HASTA 20 KG,» 2019. [En línea]. Available: <https://repositorio.uide.edu.ec/bitstream/37000/3938/1/T-UIDE-2261.pdf>.
- [4] UNADE. [En línea]. Available: <https://unade.edu.mx/calidad-del-producto/>.
- [5] R. D. E. C. N. D. P. (CNP), «PLAN NACIONAL DE DESARROLLO,» 2017-2021. [En línea]. Available: https://www.planificacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/10/PNBV-26-OCT-FINAL_0K.compressed1.pdf.
- [6] «Ecuador documents,» [En línea]. Available: <https://fddocuments.ec/document/control-de-una-maquina-etiquetadora-por-plc-de-diagramas-de-escalera-diagrama.html>.
- [7] GRANDA HEREDIA, CRISTIAN DAVID, «“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA MÁQUINA ETIQUETADORA AUTOMÁTICA DE EMPAQUES,» [En línea]. Available: <http://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/21000/15651/T-ESPEL-EMI-0366.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- [8] «Automatización,» [En línea]. Available: <http://www.sc.ehu.es/sbweb/webcentro/automatica/WebCQMH1/PAGINA%20PRINCIPAL/Automatizacion/Automatizacion.htm>.
- [9] MOTOREX, «MOTOREX,» 4 agosto 2020. [En línea]. Available: <https://www.motorex.com.pe/blog/motores-trifasicos-ventajas/>.
- [10] C. Macas, «Diseño e implementacion de maquinaria selectora de botellas de vidrio.,» 2021. [En línea]. Available: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/20079/1/UPS-GT003159.pdf>.

- [11] m. automacion, «micro automacion,» 5 mayo 2019. [En línea]. Available: <https://ar.microautomacion.com/es/que-es-un-cilindro-neumatico/>.
- [12] u. P. P. y. A. Gardey, «definicion .de,» [En línea]. Available: <https://definicion.de/sensor/>.
- [13] LAB VOLT, «FLUIDOS Y SENSORES,» [En línea]. Available: <http://biblio3.url.edu.gt/Publi/Libros/2013/ManualesIng/FluidosySensores-O.pdf>.
- [14] S. Electric, « Schneider Electric,» [En línea]. Available: <https://blogspanol.se.com/industria/2021/10/28/las-ventajas-de-las-hmi-en-la-automatizacion-industrial/>.
- [15] NORMADOC, «ISA-101.01:2015,» [En línea]. Available: <https://www.normadoc.com/spanish/isa-101-01-2015.html>.
- [16] I.-. I. E. d. Normalización, «Manual de normas técnicas para el diseño ergonómico de puestos con pantallas de visualización,» [En línea]. Available: <https://www.insst.es/documents/94886/96076/Manual+de+normas+t%C3%A9cnicas+para+el+dise%C3%B1o+ergon%C3%B3mico+de+puestos+con+pantallas+de+visualizaci%C3%B3n/b4818262-f8ba-4ddd-9c49-9e7d6ea4ce62>.
- [17] C. N. M. FERNANDA, «DESARROLLO DE SOFTWARE HMI SCADA E IMPLEMENTACIÓN SOBRE UN MÓDULO DIDÁCTICO AUTÓNOMO,» 2012. [En línea]. Available: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/3546/6/UPS%20-%20ST000805.pdf>.
- [18] k. networks. [En línea]. Available: <https://www.kionetworks.com/blog/data-center/protocolos-de-comunicaci%C3%B3n-de-redes#:~:text=Un%20protocolo%20es%20un%20conjunto,a%20trav%C3%A9s%20de%20una%20red..>
- [19] schneider electric, «Norma IEC 61850,» [En línea]. Available: <https://www.se.com/co/es/product-range/60793-norma-iec-61850/#overview>.
- [20] J. M. Hurtado, «ELECTRICIDAD ELECTRONICA I.E.S,» [En línea]. Available: http://www.infoplcn.net/files/documentacion/comunicaciones/infoPLC_net_introduccion-a-las-redes-de-comunicacion-industrial.pdf.
- [21] «AUDITORIA Y PROPUESTA DE MEJORA A LAS INSTALACIONES ELECTRICAS DE LA UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA,» 2015. [En línea]. Available: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/10280/1/UPS-GT001368.pdf>.

- [22] M. d. D. U. y. Vivienda, «Normativa Ecuatoriana de la Construcción», 2018. [En línea]. Available: <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2019/03/NEC-SB-IE-Final.pdf>.
- [23] U. D. VALENCIA, «Entornos SCADA. Introducción a WinCC,» [En línea]. Available: <https://www.uv.es/rosado/courses/CINS/IntroWinCC.pdf>.
- [24] NetToPLCSim, «NetToPLCSim: una interfaz de red para PLCSim.pdf,» [En línea]. Available: https://docshare.tips/nettoplcsim-a-network-interface-to-plcsimpdf_5c571ab008bbc5373d996d2f.html.
- [25] S. G. Jiménez, «DESARROLLO DE PANELES DE CONTROL PARA REDES IOT,» 2018. [En línea]. Available: https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/114979/memoria_73660356.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
- [26] Siemens, «SIMATIC IOT2050,» [En línea]. Available: <https://support.industry.siemens.com/cs/document/109779394/liberaci%C3%B3n-para-el-suministro-simatic-iot2050-la-siguiente-pasarela-inteligente-para-las-soluciones-iot-industriales?dti=0&lc=es-ES>.
- [27] Siemens, «Siemens,» [En línea]. Available: <https://siemensmexico.com.mx/productos/simatic.html>.
- [28] «Galitek,» [En línea]. Available: <https://galitek.es/tienda/maquinaria/otras-maquinas/sistemas-de-transporte/banda-transportadora-recta/>.
- [29] C. MACAS, «DISEÑO E IMPLEMENTACION DE MAQUINARIA SELECTORA DE BOTELLAS,» 2021. [En línea]. Available: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/20079/1/UPS-GT003159.pdf>.
- [30] «FACTOR DE SERVICIO DE LOS MOTORES,» [En línea]. Available: <http://www.picsa01.com.mx/seleccion.html>.
- [31] «válvula 3/2 para cilindro de simple efecto,» [En línea]. Available: <http://www.jefferson.com.ar/prod/pdf/2051.pdf>.
- [32] «hoja de datos de SIMATIC KTP 700,» [En línea]. Available: <https://media.automation24.com/datasheet/es/6AV21232GB030AX0.pdf>.
- [33] s. electric, «arrancador progresivo - ATS-01 - 0,75,» [En línea]. Available: file:///C:/Users/JOSE/Downloads/Arrancadores%20para%20motores_ATS01N106FT.pdf.

- [34] Videojet, «Videojet 9550,» [En línea]. Available: <http://www.interempresas.net/Envase/FeriaVirtual/Producto-Impresora-para-cajas-y-etiquetadora-industrial-Videojet-9550-128944.html>.
- [35] «Paletizadora,» [En línea]. Available: https://spanish.alibaba.com/product-detail/robot-palletizer-for-box-bags-cartons-fully-automatic-bag-packing-machine-palletizer-system-for-packing-line-1600210050824.html?spm=a2700.7724857.normal_offer.d_title.78a22ebbLw6sGy.
- [36] j. electric, «Interruptor Termomagnético ED2, 70 A, 3P, 220 V marca Siemens.,» [En línea]. Available: <https://www.jmelectric.com.mx/product-page/interruptor-termomagn%C3%A9tico-ed2-70-a-3p-220-v-marca-siemens>.
- [37] Schneider Electric, «Minicontactor 6A - 220V AC,» [En línea]. Available: <https://www.se.com/cl/es/product/LC1K0610M7/minicontactor-3-polos-6a-220v-ac-na/>.
- [38] Calimport, «RELE TERMICO (3- 4.7) AMPERES,» [En línea]. Available: <https://calimport.cl/productos/26/1/1207-rele-termico-3-4-7-amperes>.
- [39] EBASEE, «Breaker 3 Polo Riel Din 10a Hasta 63a,» [En línea]. Available: https://articulo.mercadolibre.com.ec/MEC-506618997-breaker-3-polo-riel-din-10a-hasta-63a-_JM#position=16&search_layout=stack&type=item&tracking_id=a5aaf156-50a9-4cfc-8f21-81b00936ca48.
- [40] «Catalogo de motores siemens,» [En línea]. Available: http://sebatelec.com/uploads/products/2019/03/ficha_1552660033_1552660198.pdf.
- [41] «catalogo pantallas HMI siemens,» [En línea]. Available: <https://assets.new.siemens.com/siemens/assets/api/uuid:f947ec68-f2d5-4b0e-b6e0-b1449cf5431f/catalogo-soluciones-siemens-sce-2019.pdf>.
- [42] K. G. P. Broncano, «DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL DE UN EQUIPO,» Lima, 2018.
- [43] B. A. K. M. López, «Diagnóstico de la situación actual del proceso de empaque y embalaje de la leche en polvo de la fábrica PROLACSA,» Nicaragua, 2015..
- [44] F. D. C. Cholota, «“ESTUDIO DE UNA ETIQUETADORA DE BOTELLAS CILÍNDRICAS,» Ambato, 2013.

- [45] N. G. P. Chimbo, «“Estudio de sistemas de etiquetado de frascos de vidrio para reducir tiempos de producción en la Fábrica de mermelada LA CARLITA de la Parroquia Facundo Vela,» Ambato, 2015.
- [46] «Masvoltaje,» [En línea]. Available: <https://masvoltaje.com/simatic-s7-1200/1195-simatic-s7-1200-cpu-1212c-cpu-compacta-ac-dc-rele-4047623402725.html>.
- [47] «catálogo variadores de frecuencia».
- [48] «catálogo de cilindros de simple efecto».
- [49] S&P, «S&P,» 07 junio 2020. [En línea]. Available: <https://www.solerpalau.com/es-es/blog/variador-de-frecuencia/>.
- [50] C. D. L. R. D. ECUADOR, 2021. [En línea]. Available: https://www.defensa.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2021/02/Constitucion-de-la-Republica-del-Ecuador_act_ene-2021.pdf.

7. ANEXOS

Anexo 1: Tablas comparativas de los elementos seleccionados para el sistema

Tabla 11: Tabla comparativa de PLC'S [40]

Logic Modules SIMATIC		SIMATIC S7-1200 1212 C AC/DC/RELÉ		SIMATIC s7 1500	
 <i>Ilustración 42:Logic Modules SIMATIC [27]</i>		 <i>Ilustración 43:SIMATIC S7-1200 [27]</i>		 <i>Ilustración 44:SIMATIC s7 1500</i>	
Valor nominal (DC)	24 V DC	Valor nominal (AC)	120-230V	tensión nominal	120 V
límite inferior (DC)	20.4 V	límite inferior (DC)	85 V	entradas analógicas	8
límite superior (DC)	28.8 V	límite superior (DC)	264 V	salidas analógicas	4
entradas digitales	8	Intensidad de entrada	100 mA con 120 V AC; 50 mA	número de entradas digitales	8

			con 240 V AC		
salidas digitales 4		Alimentación de sensores	24 V	Alimentación de sensores	24
protección	IP20	N.º de entradas digitales	14	número de salidas digitales	8
corriente de salida	0.3A	N.º de entradas analógicas	2	intensidad de salida	5:00 AM

Tabla 12:tabla comparativa motores siemens de 4 polos [40]

VELOCIDAD 1.800 rpm (4 polos, IMB35)									
	TIPO	TAMAÑO	POTENCIA		FS	CORRIENTE			
			HP	KW		220V	380V	440V	
100350268	1LE0142-0DB26-4JA4-Z	80 M	0.75	0.55	1.15	2.60	1.49	1.29	186.00
100350269	1LE0142-0DB36-4JA4-Z	80 M	1.0	0.75	1.15	3.30	1.91	1.65	197.00
100350270	1LE0142-0DB86-4JA4-Z	80 M	1.5	1.12	1.15	4.85	2.80	2.40	230.00
100350271	1LE0142-0EB46-4JA4-Z	90 L	2.0	1.50	1.15	6.20	3.55	3.10	263.00
100350272	1LE0142-0EB86-4JA4-Z	90 L	3.0	2.20	1.15	8.70	5.10	4.35	323.00
100356189	1LE0142-1AB56-4JA4-Z	100 L	4.0	3.00	1.15	11.10	6.40	5.50	378.00
100350273	1LE0142-1AB86-4JA4 Z	100 L	5.0	3.73	1.15	13.90	8.00	6.90	449.00
100350274	1LE0142-1BB86-4JA4-Z	112 M	7.5	5.60	1.15	21.50	12.40	10.70	569.00
100350275	1LE0142-1CB26-4JA4-Z	132 M	10.0	7.5	1.15	27.50	15.80	13.60	745.00
100356270	1LE0142-1CB86-4JA4-Z	132 M	15.0	11.2	1.15	40.50	23.50	20.00	1,018.00
100356271	1LE0142-1DB46-4JA4-Z	160 L	20.0	14.9	1.15	52.00	30.00	26.00	1,292.00
100356272	1LE0142-1DB86-4JA4-Z	160 L	25.0	18.7	1.15	64.00	37.50	32.00	1,500.00
100356273	1LE0142-1EB46 4JA4-Z	180 L	30.0	22.4	1.15	77.00	44.50	38.50	2,267.00
100356274	1LE0142-1EB86-4JA4-Z	180 L	40.0	29.8	1.15	100.00	58.00	50.00	2,661.00

Tabla 13: tabla comparativa de sensores de proximidad

Sensor de proximidad fotoeléctrico infrarrojo e18- d80nk		Serie 80 – PNP Sensor capacitivo		Sensor ultrasónico UB500-18GM75-I-V15	
 <i>Ilustración 45: Sensor de proximidad fotoeléctrico infrarrojo e18-d80nk</i>		 <i>Ilustración 46: sensor capacitivo</i>		 <i>Ilustración 47: sensor ultrasónico</i>	
Voltaje de Operación	5V DC	Tensión de servicio (UB)	10...35 V CC	Rango de detección	30 ... 500 mm
Corriente de trabajo	20mA máx.	Corriente	15 mA	Rango de ajuste	50 ... 500 mm
Rango de detección	3cm a 80cm	Temperatura ambiente permisible	- 25...+70 °C	Zona ciega	0 ... 30 mm
Salida	Tipo NPN normalmente abierto	Modelo	PNP	Retardo de respuesta	aprox. 50 ms

Tabla 14: tabla comparativa de cilindros neumáticos

Cilindros de simple efecto	Cilindros de doble efecto
----------------------------	---------------------------

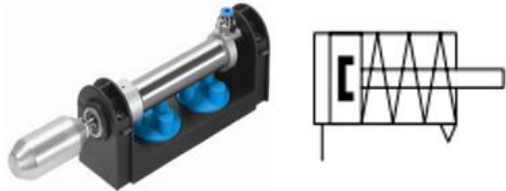
			
Ilustración 48: cilindro de simple efecto		Ilustración 49: cilindro de simple efecto	
Parte neumática		Parte neumática	
Fluido	Aire comprimido filtrado, con o sin lubricación	Fluido	Aire comprimido filtrado, con o sin lubricación
Construcción	Cilindro con émbolo	Construcción	Cilindro con émbolo
Presión máx. de funcionamiento	1000 kPa (10 bar)	Presión máx. de funcionamiento	1000 kPa (10 bar)
Diámetro del émbolo	20 mm	Diámetro del émbolo	10 mm
carrera	Mín.: 10 mm	carrera máx.	100 mm
		Fuerza de avance con 600 kPa (6 bar)	189 N
	Máx.: 500 mm	Fuerza mín. del muelle de reposición	158 N
Fuerza Max	295 N	Conexión	QS·G1/8·4 para tubo flexible PUN 4 x 0,75

Tabla 15: tabla comparativa electroválvula [31]

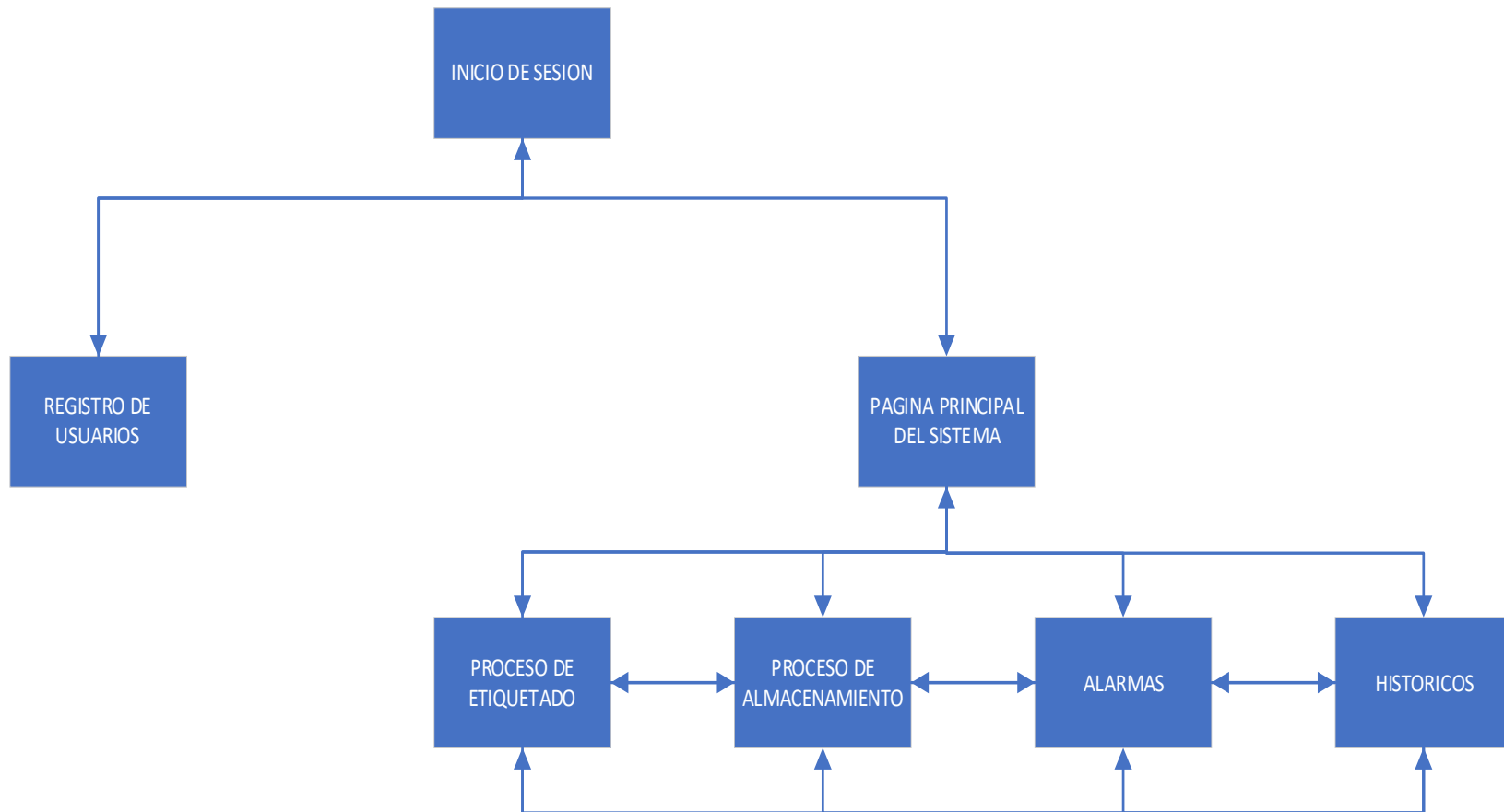
tipo de corriente	código	potencia W	VA (Volt-Amper)		temperatura Max.		tensiones
			ARRANQUE	SOSTEN.	C	F	
CA50Hz	GF06C	6	10.8	7.5	155	311	Ver1
CA60Hz	GF06C	6	12.9	8	155	311	Ver2
CC	GF06C	6	6	6	155	311	Ver3
CA50 Hz	G2ZC	2	4.8	3.2	80	176	Ver 1
CA60 Hz	G2ZC	1.7	4	2.7	80	176	Ver2
CC	G4ZC	3	3	3	80	176	Ver3
12VCC	IP12	1	80 mA		80	176	12V
24VCC	IP24	1	42 mA		80	176	24V
1-(12,24,110,220,240) V 2-(12,24,110,120,220,240) V 3-(12,24,110,220) V							

Tabla 16: tabla comparativa HMI [41]

Equipo	Característica
SIMATIC KTP 400	1 x Pantalla KTP400
	interfaz Ethernet integrado
	Pantalla táctil y de teclas
	Switch 5 puertos RJ45 para Industrial Ethernet
	Alimentado a 12/24 V DC
	2 x Cables Ethernet Industrial RJ45/RJ45
SIMATIC KTP 700	1 x KTP700 Basic Color
	Interfaz Ethernet (TCP/IP)
	Pantalla táctil

	6 teclas para funciones
	Alimentado a 12/24 V DC
	Switch 5 puertos RJ45 para Industrial Ethernet
	Cable de red Ethernet Industrial RJ45/RJ45
SCE SIMATIC Basic	CPU SIMATIC 1215C
	Alimentación del PLC a 230V AC
	14 ED 24 V DC / 10 SD a relé 2A / 2 EA (0-10 V) DC

Anexo 2: Diagramas esquemático de las pantallas HMI



Anexo 3: Diagramas de flujo del sistema

DIAGRAMA DE FLUJO PARA MARCHA Y PARO DEL SISTEMA

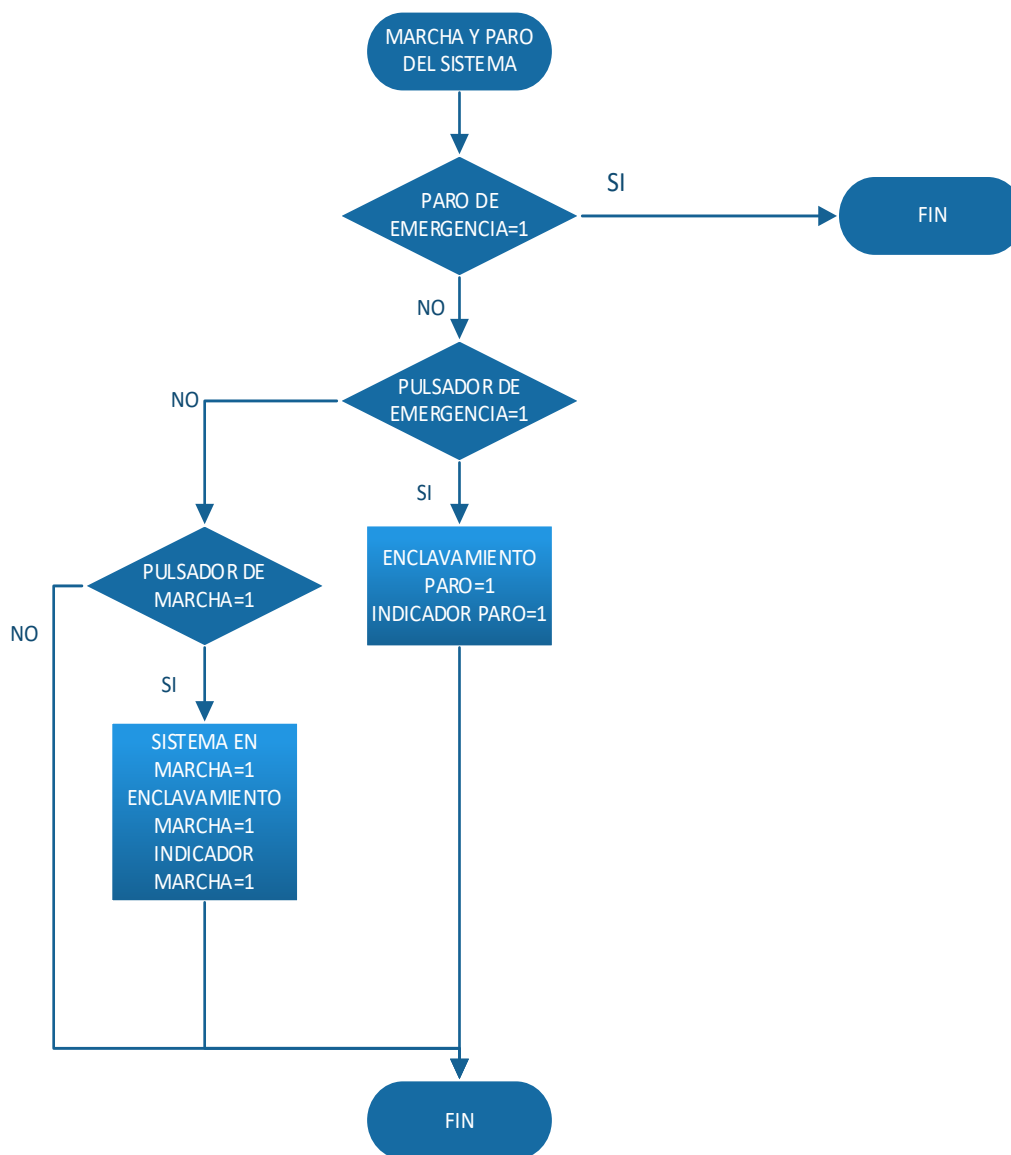


DIAGRAMA DE FLUJO PARA ACTIVACION DE PALETIZADORA

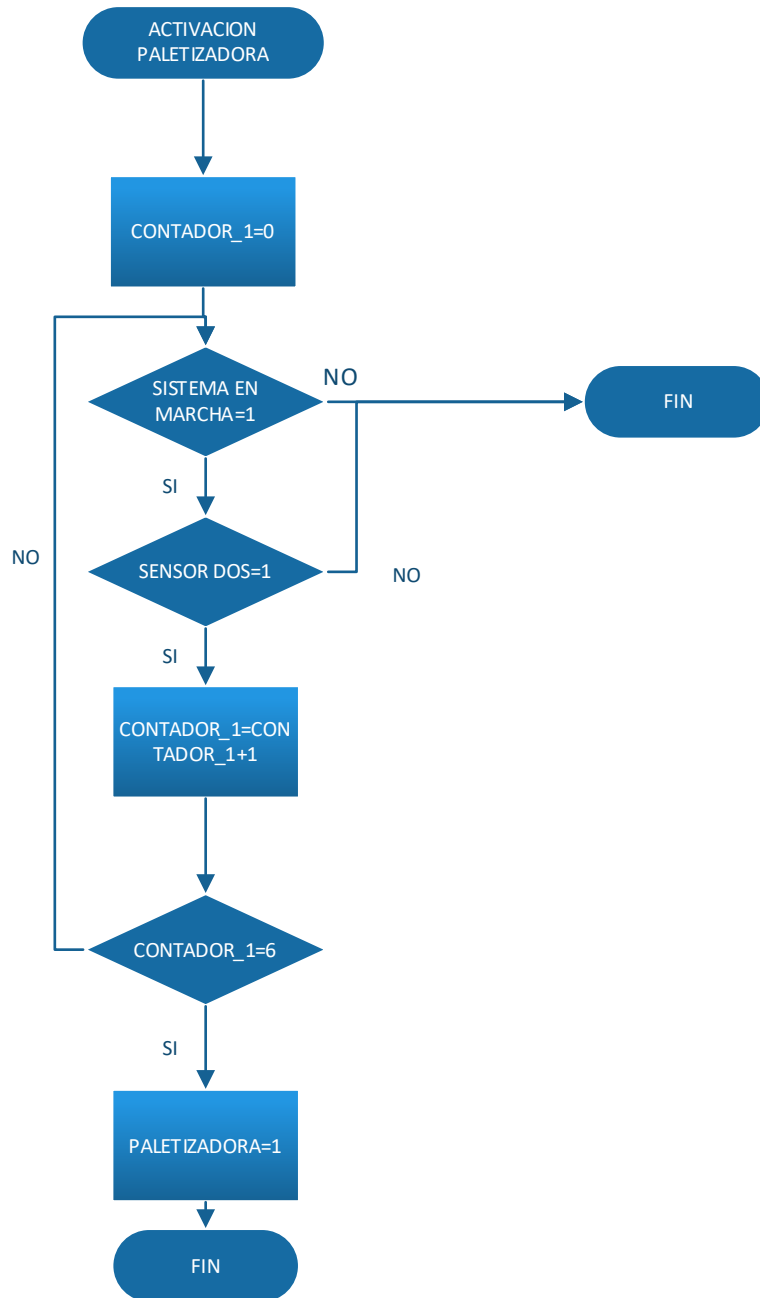


DIAGRAMA DE FLUJO PARA EL CILINDRO B

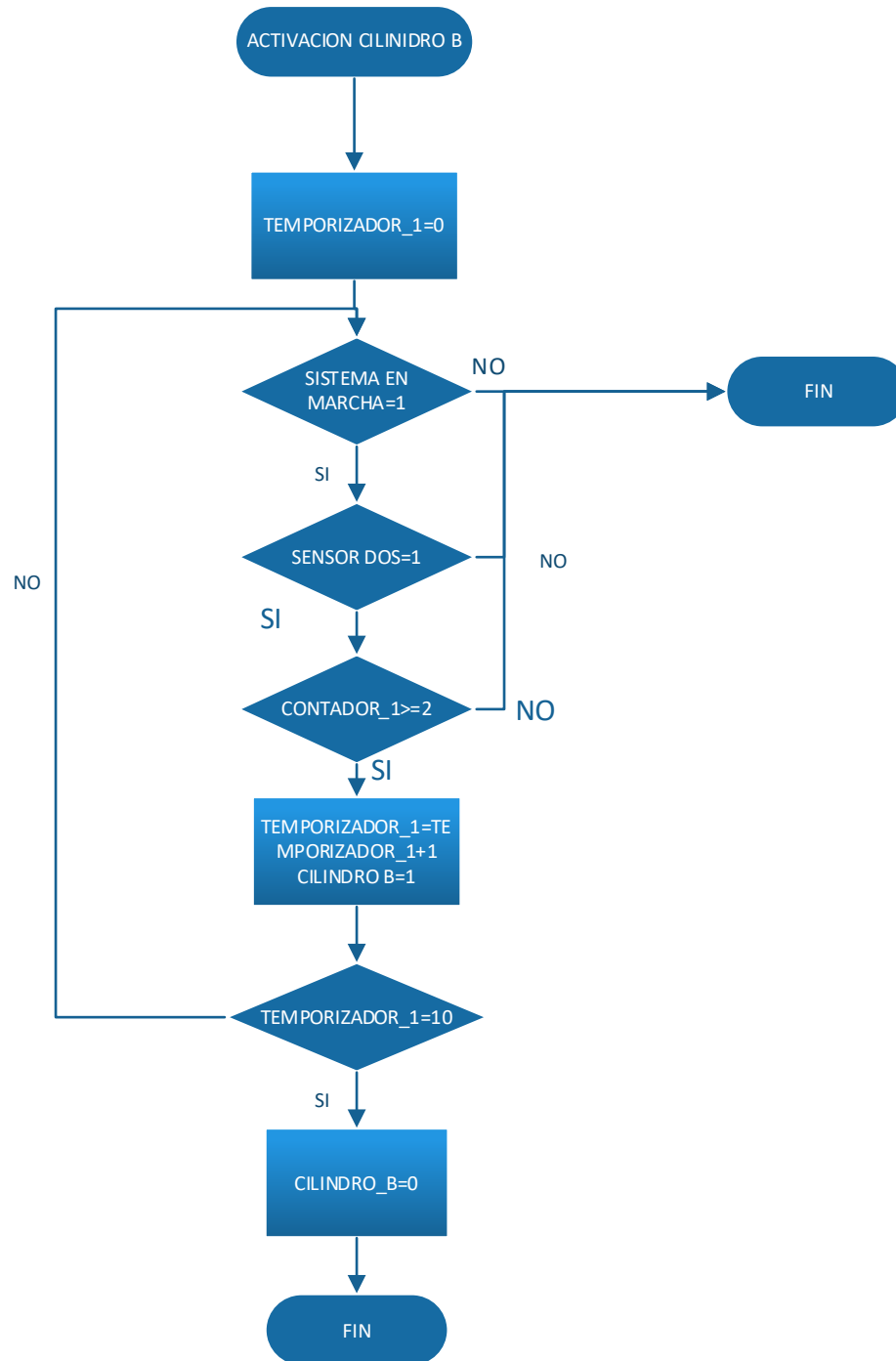


DIAGRAMA DE FLUJO PARA EL CILINDRO A

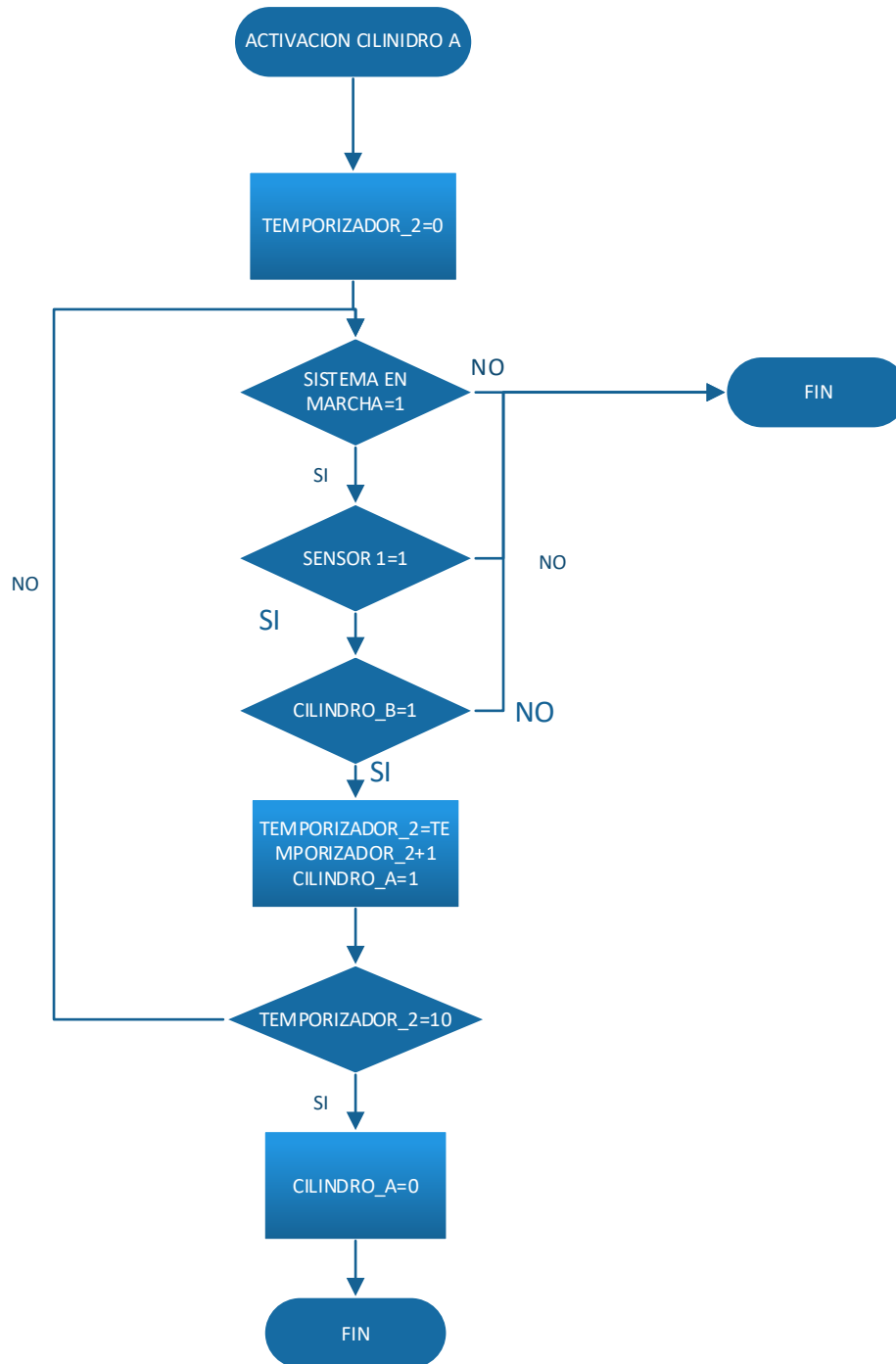


DIAGRAMA DE FLUJO PARA EL CILINDRO C

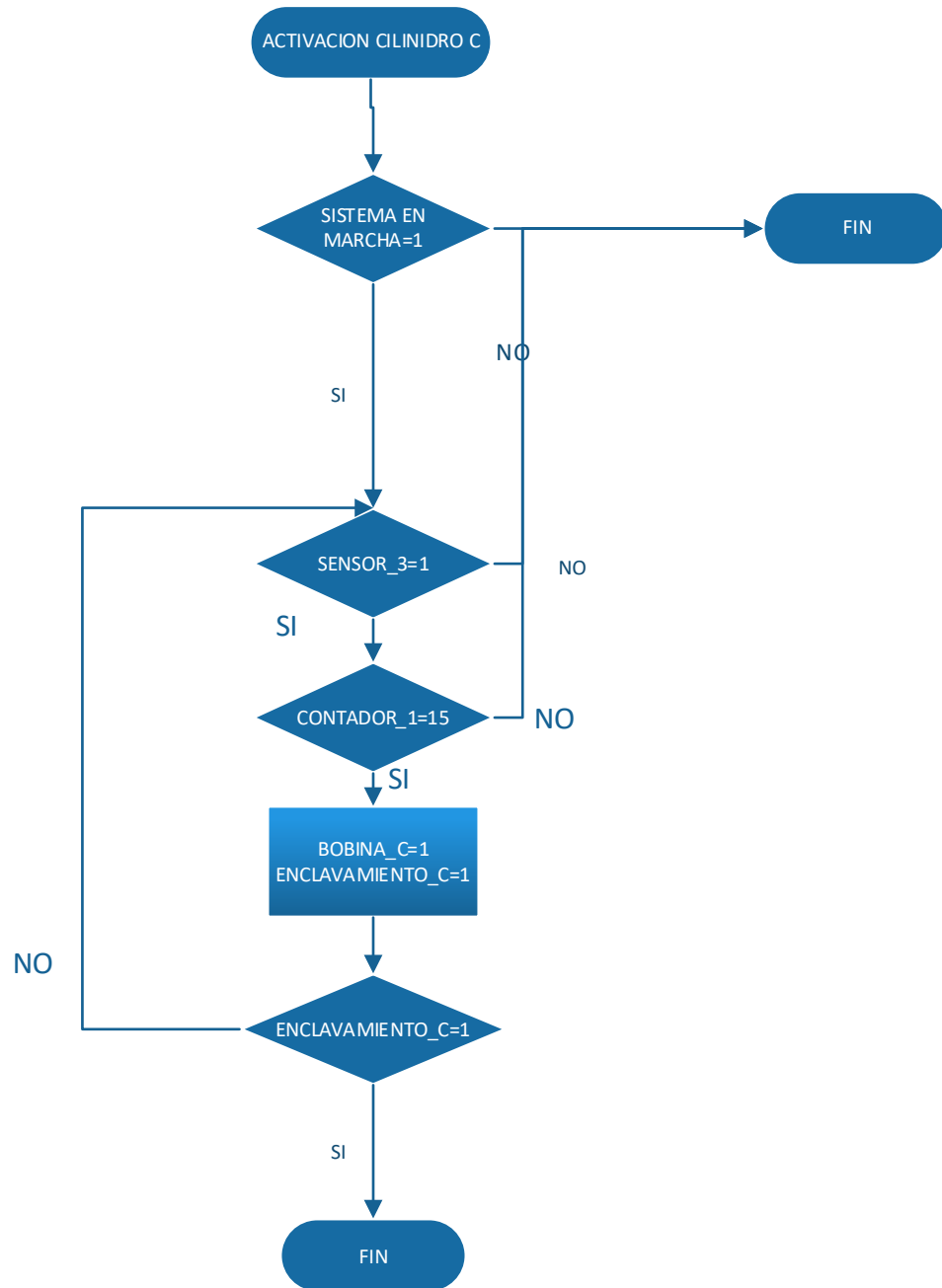


DIAGRAMA DE FLUJO PARA ACTIVACION DE ACTUADORES

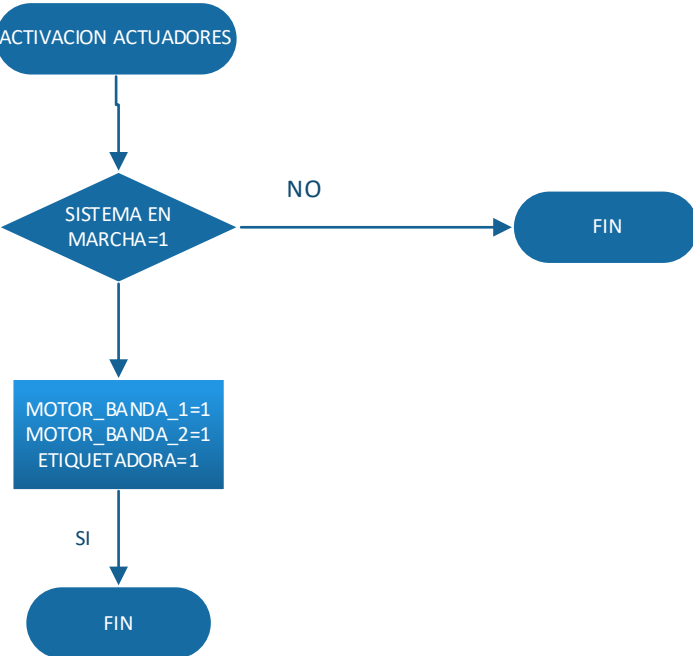
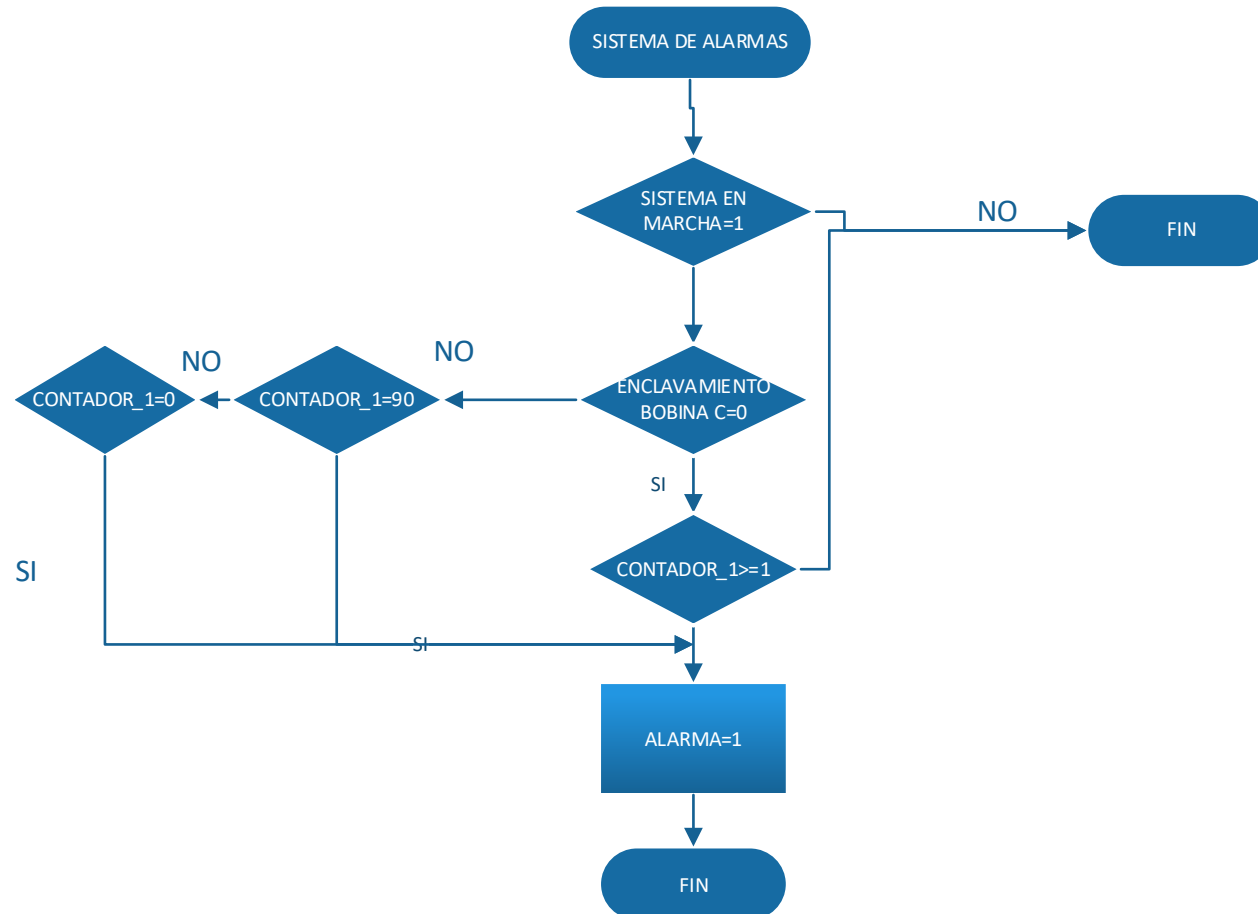


DIAGRAMA DE FLUJO PARA SISTEMA DE ALARMAS



ANEXO 4: ESQUEMA ELECTRICO DEL SISTEMA

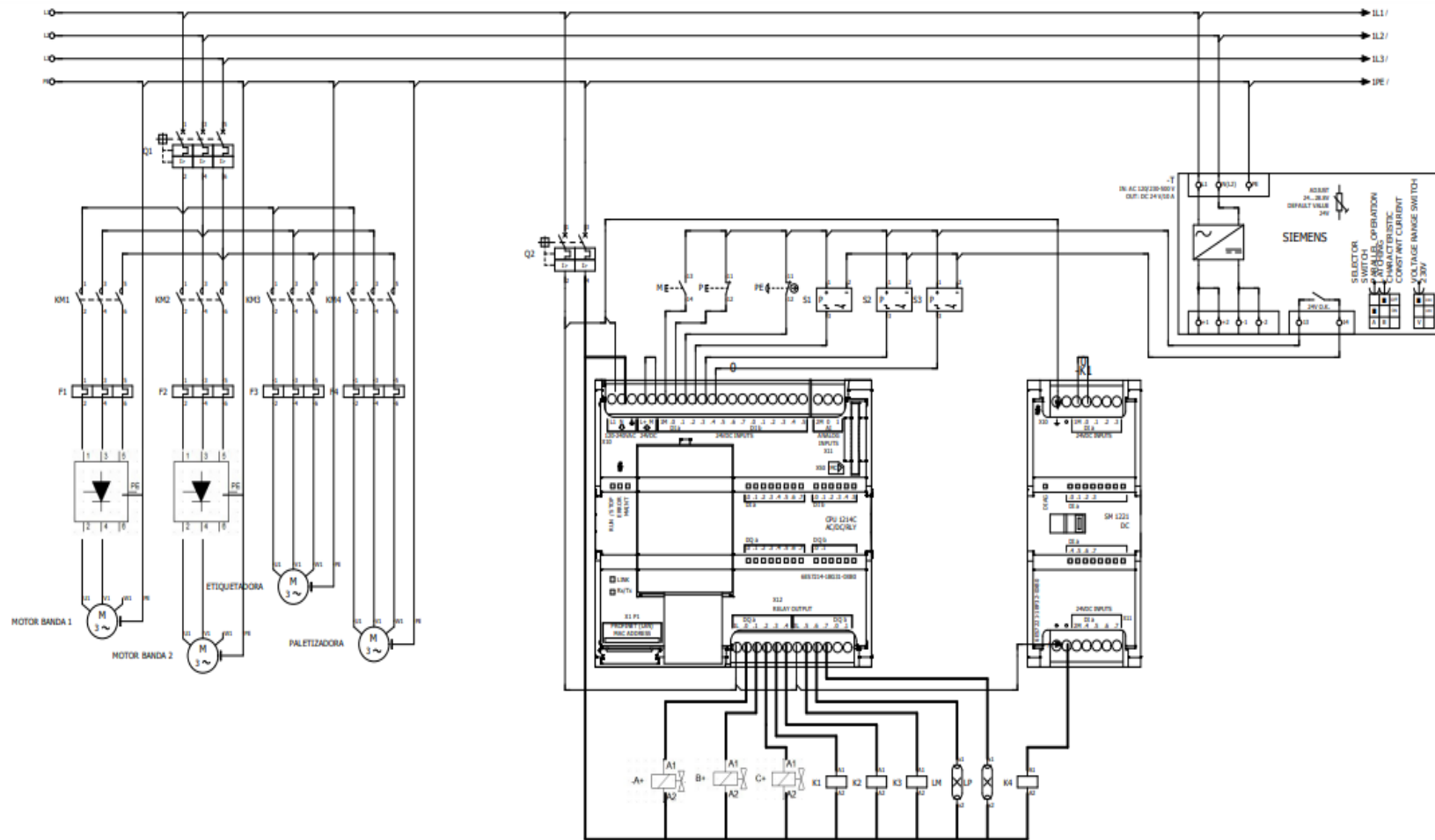


Ilustración 50.-Esquema eléctrico del sistema