



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELÉCTRICO MECÁNICA

TEMA:

**Repotenciación y automatización del sistema de control eléctrico para
una máquina sopladora de plástico marca Putián de dos estaciones en
Pika (Plásticos Industriales).**

AUTOR:

Larrea Mogollones, Tito Steven

Trabajo de Titulación previo a la obtención del título de:
**INGENIERO ELÉCTRICO MECÁNICO CON MENCIÓN EN GESTIÓN
EMPRESARIAL**

TUTOR:

Ing. Romero Rosero, Carlos Bolívar

Guayaquil, Ecuador

19 de febrero del 2024



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELÉCTRICO MECÁNICA

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por el Sr.
Larrea Mogollones, Tito Steven como requerimiento para la obtención del
título de **INGENIERO ELÉCTRICO MECÁNICO**.

TUTOR

f. _____

Ing. Romero Rosero, Carlos Bolívar

DIRECTOR DE CARRERA

f. _____

Ing. Celso Bayardo Bohórquez Escobar, Ph.D

Guayaquil, a los 19 días del mes de febrero del año 2024



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELÉCTRICO MECÁNICA

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, **Larrea Mogollones, Tito Steven**

DECLARO QUE:

El trabajo de titulación: **Repotenciación y automatización del sistema de control eléctrico para una máquina sopladora de plástico marca Putián de dos estaciones en Pika (Plásticos Industriales)**, previo a la obtención del Título de **Ingeniero Eléctrico Mecánico**, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

Guayaquil, a los 19 días del mes de febrero del año 2024

EL AUTOR

f. _____


Larrea Mogollones, Tito Steven



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELÉCTRICO MECÁNICA

AUTORIZACIÓN

Yo, **Larrea Mogollones, Tito Steven**

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, la publicación, en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación: **Repotenciación y automatización del sistema de control eléctrico para una máquina sopladora de plástico marca Putián de dos estaciones en Pika (Plásticos Industriales)**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, a los 19 días del mes de febrero del año 2024


EL AUTOR

f. 
Larrea Mogollones, Tito Steven

REPORTE DE COMPILATIO



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRICOMECAÁNICA
TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR / TITULACIÓN
INFORME SOFTWARE ANTIPLAGIO
COMPILATIO

 CERTIFICADO DE ANÁLISIS
magister

TT-TL-B-2023-Final- recibida 29-01-2024

4%
Textos sospechosos


3% Similitudes
0% similitudes entre comillas
0% entre las fuentes mencionadas
2% Idioma no reconocido

Nombre del documento: TT-TL-B-2023-Final- recibida 29-01-2024.docx
ID del documento: 4e465cdb92de7975b2a9ba266d06952e4693a767
Tamaño del documento original: 11,95 MB

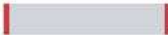


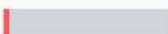

Depositante: Carlos Bolivar Romero Rosero
Fecha de depósito: 30/1/2024
Tipo de carga: interface
fecha de fin de análisis: 30/1/2024

Número de palabras: 17.905
Número de caracteres: 118.881

Ubicación de las similitudes en el documento:



Fuentes principales detectadas

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	 TESIS.docx tesis #4a7e08 El documento proviene de mi grupo 20 fuentes similares	2%		 Palabras idénticas: 2% (266 palabras)
2	 Documento de otro usuario #664132 El documento proviene de otro grupo 6 fuentes similares	< 1%		 Palabras idénticas: < 1% (90 palabras)

Reporte Compilatio del trabajo de titulación de la Carrera de Ingeniería en Electricomecánica: **“Repotenciación y automatización del sistema de control eléctrico para una máquina sopladora de plástico marca Putián de dos estaciones en Pika (Plásticos Industriales).”**, del estudiante Larrea Mogollones, Tito Steven, se encuentra al **4 %** de coincidencias.
Atentamente,

DOCENTE-TUTOR

f. _____
Ing. Carlos Romero Rosero

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de titulación primeramente a Dios, que ha sido mi fortaleza ante las adversidades, por darme la madurez y no dejarme desmayar en el largo camino de este triunfo profesional.

Con todo mi corazón a mi madre, pues sin ella no lo habría logrado. Tus consejos, tu bendición a diario, a lo largo de mi vida, tu protección y tu compromiso por inculcarme valores y siempre ser una persona de bien. Es por eso que te ofrezco este trabajo de titulación, como recompensa por tu comprensión, paciencia y amor sincero madre mía.

A mi padre Jefferson Salazar por enseñarme que para obtener un resultado positivo hay que esforzarse, por fomentarme el estudio y el aprendizaje, por ser el mejor ejemplo de padre, el mejor ejemplo de un profesional y mi ejemplo a seguir.

Larrea Mogollones, Tito Steven

AGRADECIMIENTO

Muy orgulloso de poder mencionar a todos quienes agradezco poder llegar al cumplimiento de esta meta tan anhelada que es mi título profesional, a través de este trabajo de titulación, en honor a tal orgullo deseo expresar mi agradecimiento con los siguientes:

Quisiera expresar mi más profundo agradecimiento a Dios por darme la voluntad y la fuerza para seguir adelante en todo este proceso de realización personal.

Gracias infinitas a mi madre, por su amor incondicional y su apoyo moral, ya que de alguna u otra forma su fe en mí, incluso en momentos difíciles, ha sido el pilar de este logro. También expreso mi gratitud a mi abuela, que, aunque ya no está conmigo, supo estar cuando más la necesitaba.

Expresar mi más profundo agradecimiento a mi tutor, su experiencia, comprensión y paciencia contribuyeron en el complejo y gratificante camino de la investigación.

Un sincero agradecimiento a todos mis amigos y compañeros, especialmente a Xavier Morocho y David Arrata, que estuvieron conmigo en momentos de alegría y estrés.

Larrea Mogollones, Tito Steven



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELÉCTRICO MECÁNICA

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

f.  _____

ING. CELSO BAYARDO BOHÓRQUEZ ESCOBAR, PH.D
DIRECTOR DE CARRERA

f.  _____

ING. UBILLA GONZALEZ RICARDO XAVIER
COORDINADOR DEL ÁREA

f.  _____

ING. BOHÓRQUEZ HERAS DANIEL BAYARDO
OPONENTE

Índice General

Resumen	XVI
Abstract	XVII
CAPÍTULO 1: DESCRIPCIÓN GENERAL DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	2
1.1 Introducción.....	2
1.2 Antecedentes	3
1.3 Definición del Problema	3
1.4 Justificación del Problema	3
1.5 Objetivos del Problema de Investigación	4
1.5.1 Objetivo General.	4
1.5.2 Objetivos Específicos.....	4
1.6 Hipótesis.....	5
1.7 Metodología de Investigación.	5
CAPÍTULO 2: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	6
2.1 Introducción a la automatización industrial	6
2.1.1 Definición de automatización industrial.	6
2.1.2 Importancia de la automatización en la mejora de la eficiencia y productividad.	6
2.2 Sopladoras de plástico: tecnologías y procesos.	7
2.2.1 Principios de funcionamiento de máquinas sopladoras de plástico.	7
2.3 Tipos de sopladoras y sus aplicaciones.....	10
2.3.1 Sopladoras de extrusión continua (Continuous Extrusion Blow Molding). 10	
2.3.2 Sopladoras de inyección.....	12
2.3.3 Sopladoras de estirado-soplado.....	14
2.4 Sistema de Control eléctrico en maquinaria industrial.....	17
2.4.1 Componentes del sistema de control eléctrico.....	18
2.4.2 Sensores.	18
2.4.3 Actuadores.	18
2.4.4 Controladores lógicos programables (PLC).	18
2.4.5 Interfaz Hombre-Máquina (HMI).	19

2.4.6	Sistema de comunicación.....	20
2.5	Controladores Lógicos Programables (PLC): elemento central en el control eléctrico de maquinaria industrial	22
2.5.1	Introducción a los Controladores Lógicos Programables (PLC).....	22
2.5.2	Definición y función de los PLC en sistemas de control eléctrico industrial.....	23
2.5.3	Arquitectura y estructura Interna de un PLC.....	24
2.6	Desglose detallado de los Componentes Internos de un PLC	24
2.6.1	CPU (Unidad Central de Procesamiento).	24
2.6.2	Memoria.	24
2.6.3	Módulos de entrada/salida (I/O).	25
2.6.4	Fuente de alimentación.....	25
2.6.5	Bus de comunicación.....	25
2.6.6	Módulos de comunicación y redes.	25
2.7	Repotenciación de maquinaria industrial.....	28
2.7.1	Definición y objetivos de la repotenciación.	28
2.7.2	Conceptos básicos de la automatización industrial.	29
2.7.3	Sistema automatizado.	29
2.7.4	Sensorización.....	30
2.7.5	Lógica de control.....	30
2.7.6	Integración de sistemas.....	31
2.8	Sistemas de control automático y manual.....	32
2.8.1	Control automático.....	32
2.8.2	Control manual.....	33
2.8.3	Elaboración de planos eléctricos para una automatización.....	35
2.9	Integración de los elementos técnicos en un sistema de control.	36
2.9.1	Conexión física.....	36
2.9.2	Programación del PLC.....	36
2.9.3	Configuración de la HMI.	37
2.9.4	Pruebas y validación.....	38
	CAPÍTULO 3: DISEÑO, IMPLEMENTACIÓN Y RESULTADOS	39

3.1	Ubicación y detalles de la empresa Pika plásticos industriales	39
3.1.1	Líneas de producción de la empresa Pika plásticos industriales.	40
3.1.2	Área de bajo consumo.	40
3.1.3	Área de mediano Consumo.	41
3.1.4	Área de alto consumo.	41
3.1.5	Área de rotomoldeo.....	41
3.1.6	Área de Molino.	41
3.1.7	Brazo Robótico para máquina de inyección de plástico.	41
3.1.8	Personal con el que cuenta la empresa Pika plásticos industriales.	42
3.2	Especificaciones técnicas de los elementos del control eléctrico.....	42
3.2.1	Descripción de la máquina sopladora antes de optimizar y automatizar. 43	
3.2.2	Características técnicas de la máquina sopladora de plástico.....	44
3.2.3	Alimentación de la máquina sopladora.....	45
3.2.4	Encuesta de la operación y funcionamiento de la máquina sopladora.	46
3.2.5	Características principales del sistema de control de la máquina.	48
3.3	Diseño e implementación de diagramas eléctricos de control y potencia de la maquina sopladora.....	55
3.3.1	Descripción general de los planos de la maquina sopladora Putián. ...	75
3.4	Implementación de una interfaz gráfica para operar la pantalla HMI	76
3.4.1	Interfaz de página menú principal de la pantalla HMI Delta.	77
3.4.2	Interfaz de encendido de motores y selección de funcionamiento.	78
3.4.3	Interfaz para el control del sistema de calefacción.	80
3.4.4	Interfaz de funcionamiento en manual de la estación izquierda.....	82
3.4.5	Interfaz de funcionamiento en manual de la estación derecha.	83
3.4.6	Interfaz de tiempos de la máquina para el ciclo automático.	85
3.4.7	Interfaz para el caudal de presión de la maquina sopladora.	88
3.4.8	Interfaz de entradas y salidas de la maquina sopladora.....	89
3.4.9	Interfaz de funciones especiales establecidas.....	89
3.4.10	Análisis de resultados después de la repotenciación y automatización de la máquina sopladora Putián.....	90

3.4.11	Pruebas de producción en modo automático.....	92
CAPÍTULO 4: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		94
4.1	Conclusiones.....	94
4.2	Recomendaciones	95
4.3	Bibliografía	96

Índice de Figuras

Figura 2.1 Proceso de funcionamiento general de una máquina sopladora de plástico.	8
Figura 2.2 Ejemplo de una sopladora de extrusión continua.....	11
Figura 2.3 Diagrama de extrusora	11
Figura 2.4 Diagrama sopladora por inyección.....	13
Figura 2.5 Proceso de Moldeo por inyección estirado y soplado (ISBM).....	15
Figura 2.6 Controladores Lógicos Programables (PLC).....	19
Figura 2.7 Esquema básico de un PLC.....	22
Figura 2.8 Funcionamiento de un PLC.....	37
Figura 2.9 Pantalla con interfaz HMI	38
Figura 3.1 Ubicación de la empresa Pika Plásticos Industriales ubicada en Guayaquil – Ecuador km 9 1/2 Vía Daule.	39
Figura 3.2 Líneas de Producción Pika	40
Figura 3.3 Máquina Sopladora Putian antes de la automatización.....	43
Figura 3.4 Máquina con pantalla HMI desmontada.	44
Figura 3.5 Banco de Transformadores.....	46
Figura 3.6 Resistencias del Túnel.....	49
Figura 3.7 Transformador 220V sistema de calefacción.	50
Figura 3.8 Contactores del sistema de Calefacción.	50
Figura 3.9 Transformador 440V-220V para el control eléctrico.	51
Figura 3.10 PLC Siemens S7-1200.	52
Figura 3.11 Pantalla HMI montada	53
Figura 3.12 Relevadores usados y colocados en el Riel DIN.....	53
Figura 3.13 Diagrama PLC Siemens Entradas.	56
Figura 3.14 Diagrama PLC Siemens Salidas.....	57
Figura 3.15 Diagrama módulo 1 Entradas.	58
Figura 3.16 Diagrama módulo 1 Salidas.....	59
Figura 3.17 Diagrama módulo 2 Salidas	60
Figura 3.18 Diagrama módulo 3 Salidas.....	61
Figura 3.19 Diagrama módulo 4 Salidas Analógicas.....	62
Figura 3.20 Diagrama módulo 5 Termocuplas	63
Figura 3.21 Diagrama de control on-off.....	64

Figura 3.22 Diagrama de control Ventiladores y Cuchillas	65
Figura 3.23 Diagrama de Potencia Motores y Ventiladores.	66
Figura 3.24 Diagrama de Control Calefacción.	67
Figura 3.25 Diagrama de Potencia Calefacción.	68
Figura 3.26 Diagrama de Conexión del Variador.	69
Figura 3.27 Interfaz de la Pantalla HMI.....	77
Figura 3.28 Interfaz de página menú principal	78
Figura 3.29 Interfaz de encendido de motores y selección de funcionamiento	79
Figura 3.30 Interfaz del control del sistema de calefacción.	81
Figura 3.31 Interfaz de funcionamiento en manual de la estación izquierda	82
Figura 3.32 Interfaz de funcionamiento en manual de la estación derecha ..	84
Figura 3.33 Interfaz de tiempos de la máquina para el ciclo automático página 1	85
Figura 3.34 Interfaz de tiempos de la máquina para el ciclo automático página 2.....	86
Figura 3.35 Interfaz de tiempos de la máquina para el ciclo automático página 3.....	86
Figura 3.36 Interfaz para el caudal de presión de la maquina sopladora	88
Figura 3.37 Entradas y Salidas	89
Figura 3.38 Interfaz de Funciones especiales.....	90
Figura 3.39 Panel eléctrico antes de la repotenciación y automatización.....	91
Figura 3.40 Panel eléctrico después de la repotenciación y automatización	91

Índice de Tablas

Tabla 2.1 Comparación de tipos de sopladoras	17
Tabla 2.2 Componentes del sistema de control eléctrico y descripciones.	20
Tabla 2.3 Importancia y funciones de los componentes internos	26
Tabla 2.4 Objetivos de la repotenciación	28
Tabla 2.5 Comparativa control automático y control manual	33
Tabla 3.1 Características técnicas de la maquina sopladora.	45
Tabla 3.2 Resultados de las encuestas de la pregunta 1	46
Tabla 3.3 Resultados de las encuestas de la pregunta 2	47
Tabla 3.4 Resultados de las encuestas de la pregunta 3	47
Tabla 3.5 Resultados de las encuestas de la pregunta 4	47
Tabla 3.6 Resultados de las encuestas de la pregunta 5	48
Tabla 3.7 Características del Relevador	54
Tabla 3.8 Entradas PLC.....	70
Tabla 3.9 Salidas PLC	71
Tabla 3.10 Válvulas Hidráulicas.....	73
Tabla 3.11 Válvulas Neumáticas.....	74
Tabla 3.12 Contactores	74
Tabla 3.13 Breakers	75
Tabla 3.14 Descripción de página de motores	79
Tabla 3.15 Interfaz del sistema de calefacción	81
Tabla 3.16 Interfaz de funcionamiento en manual de la estación izquierda .	82
Tabla 3.17 Interfaz de funcionamiento en manual de la estación derecha ...	84
Tabla 3.18 Interfaz de tiempos de la máquina para el ciclo automático.	87
Tabla 3.19 Caudal de la maquina sopladora.....	88
Tabla 3.20 Resultados después de la repotenciación	92

Resumen

En el presente proyecto se realiza la repotenciación y automatización del sistema eléctrico de una maquina sopladora Putián para la empresa Pika plásticos industriales, la misma que se encuentra parada en su producción por daños en su parte eléctrica, sistema de automatización y pantalla HMI. En el proyecto de trabajo de titulación se investiga sobre el proceso de soplado de plástico y las máquinas que realizan este procedimiento, en especial la máquina sopladora de dos estaciones que se encuentra en la empresa Pika. Presentamos teoría, funcionamiento y características importantes que ayudaron a implementar el diseño para su automatización y repotenciación. Se especificó la ubicación de la máquina sopladora y se realizó una encuesta técnica que ayudó a reforzar la problemática. Con ayuda del software AutoCAD logramos diseñar los planos eléctricos de control y fuerza, se detallan resultados tras la repotenciación y optimización. La nueva interfaz de la pantalla HMI fue programada con el software Tía Portal, la cual nos ayudó a crear una interfaz práctica y sencilla dónde se visualizan las zonas de operación y movimientos. Finalmente, en el capítulo 4 tenemos conclusiones y recomendaciones.

Palabras claves: PLC, Sopladora, HMI, Diseño, Autocad, Diagrama.

Abstract

In this project, the repowering and automation of the electrical system of a Putián blowing machine is carried out for the company Pika plasticos industriales, which is stopped in its production due to damage to its electrical part, automation system and HMI screen. In the degree work project, the plastic blowing process and the machines that carry out this procedure are investigated, especially the two-station blowing machine found in the Pika company. We present theory, operation and important features that helped implement the design for automation and repowering. The location of the blowing machine was specified and a technical survey was carried out that helped reinforce the problem. With the help of AutoCAD software we were able to design the electrical control and force plans, detailed results after repowering and optimization. The new HMI screen interface was programmed with the Tía Portal software, which helped us create a practical and simple interface where the operation areas and movements are displayed. Finally, in chapter 4 we have conclusions and recommendations.

Keywords: PLC, Blower, HMI, Design, Autocad, Diagram

CAPÍTULO 1: DESCRIPCIÓN GENERAL DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

1.1 Introducción

En el presente trabajo se investigará sobre las maquinas sopladoras de plástico con el fin de repotenciar y automatizar su sistema de control eléctrico, esto conllevará a mejorar su productividad y manejo a la hora de producir.

Las máquina sopladora de plástico, son más usadas principalmente en fábricas donde se producen envases y artículos de plásticos en su mayoría botellas a través de un proceso llamado soplado, que lo que hace es calentar el material hasta ablandarse, para usar aire comprimido y expandir en el interior del molde que se haya puesto, una maquina sopladora de plástico se usa para fabricar objetos huecos en la que se procede a inflar mediante un tubo plástico, dicho tubo se calienta para consecuentemente llenar un molde de algún artículo y poder generar la forma deseada y requerida con el material que se ha implementado.

A medida que las maquinas sopladoras de plástico se volvieron más populares desde su creación, se fueron utilizando en una amplia gama de industrias, en empresas como pica plásticos industriales, se usan para hacer envases, tomatodos, recipientes, piezas de juguetes populares, entre otros, que en temporadas aumentan la demanda, y en muchas ocasiones suelen ser productos muy resistentes dependiendo del tipo de material, ya que cumplen con los estándares de calidad establecidos.

Las nuevas formas de tecnología agilizan la producción, pero el costo de una maquina nueva suele ser muy alto, es por esta razón las industrias invierten en mejoras y repotenciación de máquinas ya adquiridas, resultando más eficiente y con mejoras visibles con una inversión reducida.

1.2 Antecedentes

La empresa Pika Plásticos Industriales, una empresa que desde sus inicios en 1961 se dedica a la producción de una variedad de productos plásticos, en su planta cuenta con una maquina sopladora de plástico adquirida hace más de 10 años, la cual ha venido acumulando inconveniente en cuanto a su funcionamiento, ya que algunos de sus componentes van cumpliendo su vida útil; esto conlleva a malas lecturas en el control de temperatura, daños en tarjetas electrónicas por cortocircuitos, la cual obliga a parar su funcionamiento por desperfectos en componentes integrados, sumado que al ser obsoleto, no se encuentran repuestos con facilidad.

Por estos motivos ha bajado notablemente la producción y ha aumentado el tiempo que la maquina se encuentra sin operar, es así que se plantea repotenciar y automatizar con un PLC y pantalla HMI el sistema de control eléctrico, reemplazar elementos eléctricos defectuosos y hacer pruebas a cada componente, incluido sensores, válvulas y protecciones eléctricas que son importantes, para así poder regresar la eficacia, tiempos de producción y seguridad al operador que caracterizan dicha máquina.

1.3 Definición del Problema

La máquina sopladora de plástico ubicada en la fábrica de Pika, al ser una máquina antigua presenta falencias en su sistema de control eléctrico y una interfaz de automatización confusa y obsoleta para reguladores y operadores, factores que no permiten una producción constante, que en la mayoría de los casos no llega a la cantidad de producción estimada.

1.4 Justificación del Problema

Esta investigación resulta muy conveniente, sobre todo en el campo de la ingeniería eléctrica, ya que seguiremos progresivamente el cambio de una maquina sopladora, que en gran parte sus componentes eléctricos se encontraban en mal estado y la maquina sopladora en general contaba con un sistema bastante obsoleto y discontinuado, que no se adapta a las

exigencias actuales de la empresa, ya que demanda una producción con el mínimo de paras posibles. Con esto no solo logramos un beneficio indirecto a los clientes por tener su pedido al tiempo estimado de entrega, sino que también se beneficia la empresa al reducir costos por daño de máquina.

La empresa generará indirectamente mayor producción y muchos beneficios adicionales, como mejor optimización del tiempo y diversificación de productos que esta máquina genera.

Académicamente podemos decir que se transforma en una guía para estudiantes universitarios, ya que se aprende no solo el conocimiento teórico, sino el práctico a la hora de realizar un proyecto que incluya modernizar maquinaria con especificaciones técnicas descontinuadas.

Realizar este tipo de trabajo de titulación para la carrera de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Católica de Santiago Guayaquil (UCSG) ayudará a los estudiantes de las carreras técnicas a poder visualizar con mayor conocimiento proyectos técnicos de gran acogida en fábricas que manejan cantidades altas de producción.

1.5 Objetivos del Problema de Investigación

1.5.1 Objetivo General.

Repotenciar y automatizar el sistema de control eléctrico de una máquina sopladora de plástico de dos estaciones ubicada en Guayaquil km 9 ½ vía Daule, en base a planos eléctricos y mediante un PLC y pantalla HMI con interfaz sencilla e intuitiva.

1.5.2 Objetivos Específicos.

1. Describir la ubicación geográfica de la empresa Pika Plásticos Industriales y del sitio donde se desarrolla el tema de investigación.
2. Presentar especificaciones técnicas de los elementos que permiten la automatización del sistema de control eléctrico en el tema de investigación.

3. Diseñar en base a planos eléctricos y elementos descritos, la automatización del sistema de control eléctrico en la fábrica Pika Plásticos Industriales.
4. Implementar una interfaz gráfica simple e intuitiva para la operación y funcionamiento de la pantalla HMI.

1.6 Hipótesis.

En el trabajo de titulación que se presenta, se trata de ofrecer un diseño e implementación para automatizar una maquina sopladora, la cual tendría un PLC y una pantalla HMI con interfaz gráfica sencilla, de esta manera repotenciar la máquina para su óptimo funcionamiento.

1.7 Metodología de Investigación.

El tipo de investigación a realizar será de tipo descriptivo y experimental, ya que conoceremos en base a comportamientos eléctricos y mediante uso de herramientas de visualización total, todos aquellos parámetros de la máquina que se han automatizado mediante una pantalla HMI, facilitando la regulación a la hora de empezar a trabajar.

2. CAPÍTULO 2: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1 Introducción a la automatización industrial

La automatización industrial representa un avance significativo en la forma en que las empresas llevan a cabo sus procesos productivos. Este concepto se refiere a la aplicación de tecnologías y sistemas para realizar tareas de manera automática, minimizando la intervención humana y optimizando la eficiencia en los procesos industriales (Sandberg, Holmström, & Lyytinen, 2020).

A continuación, se exploran dos aspectos fundamentales de esta introducción: la definición de automatización industrial y la importancia de esta en la mejora de la eficiencia y productividad

2.1.1 Definición de automatización industrial.

La automatización industrial se define como el conjunto de técnicas y tecnologías aplicadas con el objetivo de realizar tareas industriales de manera automática, utilizando sistemas electrónicos, mecánicos y computarizados. Estos sistemas pueden ser programados para llevar a cabo una variedad de funciones, desde el control de maquinaria hasta la regulación precisa de procesos de fabricación (Escaño, Nuevo, & García, 2019).

La automatización industrial implica la implementación de dispositivos y sistemas que permitan el control automático de las operaciones, mejorando la eficiencia y precisión en la producción de envases plásticos. La integración de sensores, actuadores y controladores lógicos programables (PLC) constituye un enfoque clave para lograr la automatización deseada (Chacón-Ramírez, Cardillo-Albarrán, & Uribe-Hernández, 2020).

2.1.2 Importancia de la automatización en la mejora de la eficiencia y productividad.

La adopción de la automatización industrial se ha convertido en un factor para las empresas que buscan mejorar su eficiencia y productividad. Al eliminar tareas repetitivas y propensas a errores humanos, la automatización

no solo acelera los procesos, sino que también garantiza una mayor precisión y consistencia en la producción (Dib, 2023).

La implementación de la automatización en la máquina sopladora de plástico de dos estaciones busca reducir los tiempos de ciclo, minimizar desperdicios y optimizar el uso de recursos. La capacidad de monitorear y controlar variables críticas en tiempo real a través de sistemas automatizados contribuye directamente a una producción más eficiente y rentable (Jaramillo, 2019).

La automatización permite una mayor flexibilidad en la adaptación a cambios en la demanda del mercado y en la diversificación de productos. La agilidad y capacidad de respuesta mejoradas resultan fundamentales en entornos industriales dinámicos, donde la eficiencia operativa y la calidad del producto son factores determinantes para el éxito empresarial (Amalfitano & Solá, 2023).

2.2 Sopladoras de plástico: tecnologías y procesos.

Las sopladoras de plástico son herramientas fundamentales en la industria del envase, permitiendo la producción eficiente de una amplia variedad de productos plásticos huecos, como botellas y recipientes. Este apartado se enfoca en explorar los principios de funcionamiento de estas máquinas, así como en identificar los diversos tipos de sopladoras y sus aplicaciones específicas (Medina, 2021).

2.2.1 Principios de funcionamiento de máquinas sopladoras de plástico.

Las máquinas sopladoras de plástico operan en base a un principio fundamental que implica la conversión de material plástico en un envase mediante la aplicación controlada de aire comprimido. Este proceso, crucial en la fabricación de envases plásticos, sigue una secuencia ordenada de etapas para lograr la formación precisa de productos huecos (Zuluaga, Zapata, & Cruz, 2023).

En la primera fase, conocida como extrusión, el plástico en forma de pequeños pellets es sometido a un proceso de fusión y compresión dentro de un cilindro, a través de un mecanismo de tornillo extrusor. Esta etapa es esencial para transformar el material en una masa fundida y homogénea, preparándolo para la siguiente fase del proceso (Badenas, 2019).

La etapa subsiguiente, denominada moldeo por soplado, implica la manipulación del plástico en estado semilíquido. Dos moldes están dispuestos en estaciones separadas. En la primera estación, se forma una preforma hueca que servirá como base para el producto final. En la segunda estación, la preforma es sometida a la inyección controlada de aire comprimido, expandiéndose y tomando la forma definitiva del producto deseado. Este proceso meticuloso y secuencial garantiza la obtención de envases plásticos con las características precisas requeridas por la industria (Chambi, 2021).

Figura 2.1

Proceso de funcionamiento general de una máquina sopladora de plástico.



Fuente: El autor

A continuación, se explica el proceso general de una máquina sopladora de plástico presentado en la figura 2.1:

- **Carga del Material:**

Inicia con la carga de materia prima, generalmente gránulos de plástico, en la tolva de la máquina.
- **Fusión del Plástico:**

El plástico se funde en un cilindro mediante calentamiento controlado.
- **Formación de la Parison:**

El plástico fundido se moldea en forma de un tubo largo llamado parison. La forma de este tubo dependerá del diseño final del producto soplado.
- **Cierre del Molde:**

El molde se cierra alrededor de la parison. Este molde tiene la forma interna del producto final deseado.
- **Inflado de la Parison:**

Se inyecta aire o gas en la parison inflándola y adaptándola a la forma del molde.
- **Enfriamiento:**

Se enfría el plástico inflado para que mantenga su forma final.
- **Apertura del Molde:**

Una vez que el plástico está enfriado y solidificado, el molde se abre y se libera el producto soplado.
- **Extracción del Producto:**

El producto soplado se extrae de la máquina y se traslada a la siguiente etapa del proceso.
- **Recorte y Acabado (Opcional):**

Puede seguir un proceso de recorte y acabado para eliminar rebabas o partes no deseadas del producto final.

- **Inspección de Calidad:**

Se realiza una inspección para asegurar la calidad del producto, verificando medidas, apariencia y otras características específicas.

- **Embalaje:**

Los productos finales se empaquetan y se preparan para su distribución.

- **Almacenamiento (Opcional):**

En algunos casos, los productos terminados se almacenan antes de ser enviados.

2.3 Tipos de sopladoras y sus aplicaciones

La diversidad en los procesos de producción de envases plásticos se ve reflejada en la variedad de sopladoras de plástico, cada una diseñada con características particulares para satisfacer demandas específicas en la industria. A continuación, se describen algunos de los tipos más comunes de sopladoras y sus aplicaciones particulares, brindando una visión más detallada sobre la versatilidad de estas máquinas (Medina, 2021).

2.3.1 Sopladoras de extrusión continua (Continuous Extrusion Blow Molding).

Estas sopladoras se destacan por ser ideales en la producción masiva de envases de baja complejidad y formas simples, como las botellas de detergente. El proceso de extrusión continua, que implica la constante formación y moldeo del plástico, permite una producción eficiente y económica, siendo especialmente valioso en la fabricación de productos estandarizados que requieren una alta velocidad de producción (González, 2021), en la figura 2.2 mostramos una ilustración de una sopladora de extrusión continua.

Figura 2.2

Ejemplo de una sopladora de extrusión continua

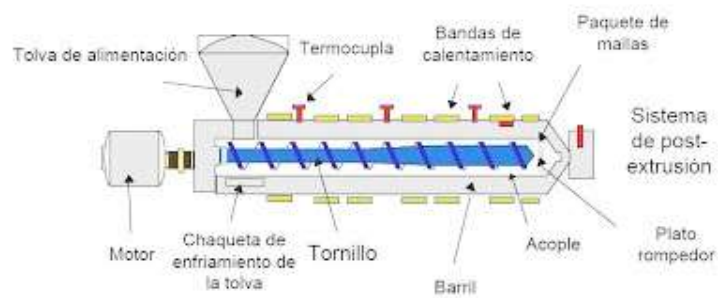


Fuente: Obtenido de Máquinas de soplado (2021).

Figura 2.3

Diagrama de extrusora

Diagrama de una extrusora



Fuente: Obtenido de Máquinas de soplado (2021).

La figura 2.3, muestra el diagrama con los componentes principales de una máquina sopladora de plástico por extrusión:

Tolva de alimentación: La tolva de alimentación es un recipiente que contiene el material plástico en forma de gránulos o polvo. Los gránulos o polvo se alimentan al extrusor a través de una abertura en la parte inferior de la tolva.

Tornillo: El tornillo es un elemento clave en el proceso de extrusión. El tornillo gira dentro de una camisa, calentada por resistencias eléctricas, y funde y mezcla el material plástico. El tornillo también empuja el material plástico fundido a través de la boquilla.

Boquilla: La boquilla es el elemento que le da forma al producto final. La boquilla puede tener diferentes formas, dependiendo del producto que se desee fabricar.

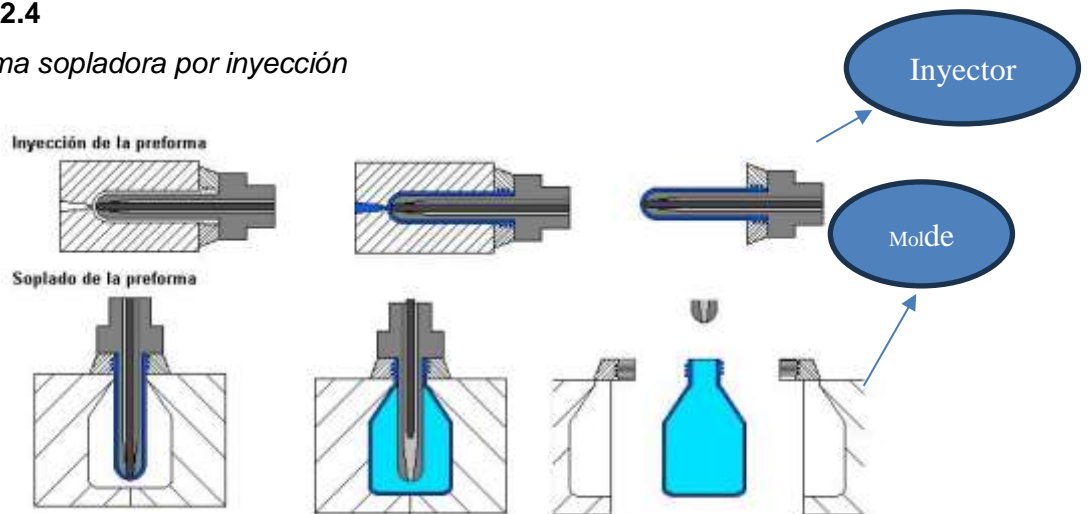
Sistema de post-extrusión: El sistema de post-extrusión se utiliza para añadir aditivos o colores al material plástico fundido. Los aditivos pueden mejorar las propiedades del producto final, como su resistencia o su flexibilidad. Los colores pueden utilizarse para dar al producto final un aspecto determinado.

2.3.2 Sopladoras de inyección.

Estas sopladoras son seleccionadas para la producción de productos de paredes delgadas, como envases farmacéuticos o ampollas. El proceso se caracteriza por combinar la inyección de plástico en un molde cerrado con la etapa de soplado, lo que permite obtener productos finales con detalles precisos y una uniformidad excepcional, siendo especialmente relevante en la fabricación de envases que requieren altos estándares de calidad y precisión (Zuluaga, Zapata, & Cruz, 2023).

Figura 2.4

Diagrama sopladora por inyección



Fuente: **(BSDI, 2021)**.

La figura 2.4 muestra un diagrama del proceso de soplado por inyección, un método de fabricación de productos de plástico huecos. El proceso consta de dos etapas principales:

Inyección: En esta etapa, se inyecta un plástico fundido en un molde cerrado. El plástico fundido se enfría y solidifica dentro del molde, formando una preforma.

Soplado: En esta etapa, la preforma se coloca en una máquina sopladora. El aire comprimido se inyecta a través de una boquilla en la preforma, inflando la preforma hasta que adquiera la forma deseada.

La figura 2.4 muestra los componentes principales de una máquina sopladora por inyección:

Inyector: El inyector es el componente que inyecta el plástico fundido en el molde.

Molde: El molde es el componente que da forma a la preforma.

Máquina sopladora: La máquina sopladora es el componente que infla la preforma con aire comprimido.

En el diagrama, la preforma está representada por un cilindro. El aire comprimido se inyecta a través de una boquilla en la parte inferior del cilindro. La presión del aire comprimido infla el cilindro, formando una botella.

El proceso de soplado por inyección se utiliza para fabricar una amplia gama de productos de plástico huecos, como botellas, envases, juguetes, componentes electrónicos y piezas de automóviles.

En particular, la imagen que me enviaste muestra el proceso de soplado por inyección de una botella de plástico. La preforma de la botella está hecha de un plástico llamado polietileno tereftalato (PET). El PET es un plástico resistente y transparente que se utiliza para fabricar una amplia gama de productos de plástico, incluidos envases de bebidas, botellas de agua y envases de alimentos.

El proceso de soplado por inyección de una botella de plástico se lleva a cabo de la siguiente manera:

El PET se funde en un inyector.

El plástico fundido se inyecta en un molde cerrado.

El plástico fundido se enfría y solidifica dentro del molde, formando la preforma de la botella.

La preforma se coloca en una máquina sopladora.

El aire comprimido se inyecta a través de una boquilla en la preforma.

La presión del aire comprimido infla la preforma, formando la botella.

La botella se retira de la máquina sopladora.

El proceso de soplado por inyección es un proceso automatizado que se lleva a cabo en máquinas sopladoras especializadas. Las máquinas sopladoras pueden producir una gran cantidad de botellas de plástico en un corto período de tiempo.

2.3.3 Sopladoras de estirado-soplado.

Comúnmente empleadas en la fabricación de botellas PET para bebidas carbonatadas, las sopladoras de estirado-soplado son fundamentales en la producción de envases livianos y resistentes. Este proceso implica el estiramiento del preforma antes del soplado, lo que contribuye a la obtención de botellas con características ideales para el envasado de bebidas gaseosas. La versatilidad de este tipo de sopladoras las convierte en una elección

destacada para productos que requieren una combinación única de resistencia y ligereza (Ramos, 2020).

Figura 2.5

Proceso de Moldeo por inyección estirado y soplado (ISBM)



Fuente: (Todo en Polímeros, 2022)

La figura 2.5 muestra el proceso de moldeo por inyección estirado y soplado (ISBM). El proceso consta de tres etapas principales:

Inyección: En esta etapa, se inyecta un plástico fundido en un molde cerrado. El plástico fundido se enfría y solidifica dentro del molde, formando una preforma.

Estirado: En esta etapa, la preforma se calienta y se estira en una dirección axial. El estiramiento aumenta la resistencia de la preforma y le da su forma final.

Soplado: En esta etapa, la preforma es colocada en un molde de soplado. El aire comprimido se inyecta a través de una boquilla en la preforma, inflando la preforma hasta que adquiera la forma deseada.

La figura 2.5 también muestra los componentes principales de una máquina de moldeo por inyección estirado y soplado:

Inyector: El inyector es el componente que inyecta el plástico fundido en el molde.

Molde: El molde es el componente que da forma a la preforma.

Máquina de estirado: La máquina de estirado es el componente que estira la preforma en una dirección axial.

Máquina sopladora: La máquina sopladora es el componente que infla la preforma con aire comprimido.

En el diagrama, la preforma está representada por un cilindro. El aire comprimido se inyecta a través de una boquilla en la parte inferior del cilindro. La presión del aire comprimido infla el cilindro, formando una botella, en la tabla 2.1 podemos apreciar una breve comparación de tipos de sopladora.

Tabla 2.1*Comparación de tipos de sopladoras*

Tipo de sopladora	Aplicaciones	Características principales
Extrusión continua	Producción masiva de envases simples (ej. Botellas de detergente).	Eficiente y económica en producción masiva, ideal para productos estandarizados y alta velocidad.
Inyección	Producción de envases con paredes delgadas (ej. Envases farmacéuticos).	Combina inyección de plástico con soplado, proporciona detalles precisos y uniformidad excepcional, adecuada para altos estándares de calidad y precisión.
Estirado-soplado	Fabricación de botellas pet para bebidas carbonatadas.	Útil para envases livianos y resistentes, implica estiramiento del preforma antes del soplado, ideal para productos que requieren resistencia y ligereza.

Fuente: Ramos (2020), Zuluaga et al (2023).

2.4 Sistema de Control eléctrico en maquinaria industrial.

El sistema de control eléctrico en maquinaria industrial desempeña un papel crucial al supervisar y regular las operaciones de las máquinas, asegurando un funcionamiento preciso y eficiente. En este contexto, se exploran los diversos componentes que constituyen el sistema de control eléctrico, destacando su importancia en la optimización de procesos y la garantía de la calidad en la producción (Morales, Haro, Escalona, & Toasa, 2020).

2.4.1 Componentes del sistema de control eléctrico.

El sistema de control eléctrico se compone de elementos interconectados que trabajan en conjunto para supervisar, gestionar y ajustar las variables críticas de la maquinaria industrial como se muestra en la tabla 2.2. Algunos de los componentes clave incluyen:

2.4.2 Sensores.

Según Santoyo et al. (2021), los sensores son dispositivos fundamentales que capturan información sobre las condiciones y variables del entorno de la máquina. En el caso de una sopladora de plástico, los sensores podrían medir la temperatura del plástico, la presión del aire, la posición de los moldes y otros parámetros relevantes.

2.4.3 Actuadores.

Constituyen una pieza encargada de transformar señales eléctricas en acciones físicas específicas. En una sopladora de plástico, los actuadores desempeñan un papel determinante al ejecutar tareas esenciales para el proceso de fabricación. Estos pueden adoptar diversas formas, siendo comunes los motores eléctricos encargados de controlar la apertura y cierre de moldes, así como válvulas especializadas que regulan con precisión la presión del aire durante el proceso de soplado. La selección cuidadosa y la sincronización precisa de los actuadores son cruciales para garantizar la coherencia y eficacia del sistema, contribuyendo directamente a la calidad y consistencia del producto final (Donati, Marañón, & Delnero, 2023).

2.4.4 Controladores lógicos programables (PLC).

Los Controladores Lógicos Programables (PLC) representan la esencia del control eléctrico en maquinaria industrial, actuando como el núcleo central de procesamiento de información y toma de decisiones. Estos dispositivos programables son capaces de ejecutar algoritmos y lógica específica, procesando datos provenientes de los sensores y emitiendo comandos precisos a los actuadores. El PLC como se muestra en la figura 2.6 asume una función de vital importancia al gestionar la secuencia de operaciones

durante el ciclo de producción. Desde el control de la temperatura y la velocidad de soplado hasta la coordinación precisa de los movimientos de los actuadores, el PLC opera con una precisión milimétrica para optimizar el proceso de fabricación. Su programación meticulosa y capacidad para adaptarse a variables dinámicas del entorno industrial contribuyen significativamente a la eficiencia y rendimiento global de la maquinaria (Cruz, y otros, 2019).

Figura 2.6

Controladores Lógicos Programables (PLC)



Fuente: (Autycom, 2023)

2.4.5 Interfaz Hombre-Máquina (HMI).

La Interfaz Hombre-Máquina (HMI) como punto de interacción directa entre el operador y la maquinaria industrial. En el caso específico de una sopladora de plástico, la HMI desempeña un papel crucial al proporcionar una interfaz visual y táctil que permite a los operadores monitorear y controlar cada aspecto del proceso de producción. Esta interfaz puede presentar datos en tiempo real sobre la producción, ofrecer herramientas para ajustar parámetros clave del proceso y facilitar la intervención humana cuando sea necesaria. La HMI no solo simplifica la operación de la maquinaria, sino que también proporciona un medio eficaz para el monitoreo continuo y la toma de decisiones informadas, contribuyendo así a la eficiencia operativa y a la

capacidad de respuesta en entornos industriales dinámicos (Capdevila, Spinelli, & Veiga, 2019).

2.4.6 Sistema de comunicación.

El Sistema de comunicación constituye la red que conecta de manera eficiente y coordinada todos los componentes del sistema de control eléctrico. Este sistema puede involucrar buses de campo, redes industriales u otros protocolos de comunicación diseñados para asegurar la transmisión sin problemas de datos entre los sensores, actuadores y el PLC. En la tabla 2.2 se habla de la efectividad de esta comunicación, ya que es esencial para garantizar la sincronización precisa de todas las operaciones de la maquinaria, evitando retrasos y optimizando la respuesta del sistema. La elección y configuración adecuadas de este sistema son determinantes para la fiabilidad y rendimiento continuo del sistema de control eléctrico en una sopladora de plástico, contribuyendo a la coherencia y calidad del proceso de producción (Aceitón, 2020).

Tabla 2.2

Componentes del sistema de control eléctrico y descripciones.

Componente	Descripción	Ejemplos
Sensores	Dispositivos fundamentales que capturan información sobre condiciones y variables del entorno de la máquina.	Sensores de temperatura, presión del aire, posición de moldes.
Actuadores	Transforman señales eléctricas en acciones físicas específicas.	Motores eléctricos para controlar la apertura y cierre de moldes, válvulas especializadas para regular la presión del aire.

Controladores Programables	Lógicos	Núcleo central de procesamiento y toma de decisiones. Ejecutan algoritmos y lógica específica, procesando datos de sensores y emitiendo comandos a actuadores.	Programación del PLC para controlar la temperatura, velocidad de soplado y coordinar movimientos de actuadores en una sopladora de plástico.
Interfaz (HMI)	Hombre-Máquina	Punto de interacción directa entre el operador y la maquinaria. Proporciona interfaz visual y táctil para monitorear, controlar y ajustar aspectos del proceso de producción.	Pantalla táctil que muestra datos en tiempo real, herramientas para ajustar parámetros y facilitar la intervención humana cuando sea necesaria.
Sistema de Comunicación		Red que conecta eficientemente todos los componentes del sistema de control eléctrico. Involucra buses de campo, redes industriales u otros protocolos para asegurar la transmisión sin problemas de datos entre sensores, actuadores y el PLC.	Red de comunicación que asegura la transmisión eficiente de datos entre sensores, actuadores y el PLC en una sopladora de plástico.

Fuente: El autor

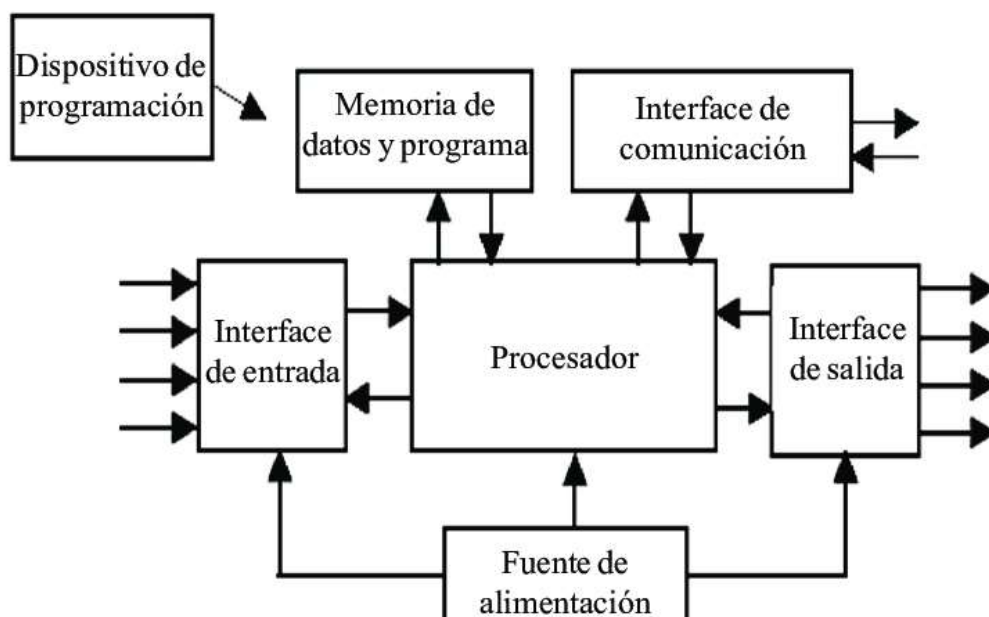
2.5 Controladores Lógicos Programables (PLC): elemento central en el control eléctrico de maquinaria industrial

2.5.1 Introducción a los Controladores Lógicos Programables (PLC).

Los Controladores Lógicos Programables (PLC) constituyen un componente esencial en el paisaje de la automatización industrial, desempeñando funciones en la supervisión y control de procesos en maquinaria industrial. Este segmento de la serie aborda los fundamentos y la evolución histórica de los PLC, destacando su posición como el corazón del sistema de control eléctrico en entornos industriales avanzados (Cruz, y otros, 2019).

Figura 2.7

Esquema básico de un PLC



Fuente: (Quevedo, Chávez, & Castro , 2017)

La figura 2.7 muestra un diagrama de un controlador lógico programable (PLC). Un PLC es un dispositivo electrónico que se utiliza para

controlar sistemas automatizados. El diagrama muestra los componentes principales de un PLC:

- **Procesador:** El procesador es el componente que ejecuta el programa de control del PLC.
- **Memoria:** La memoria almacena el programa de control del PLC.
- **Entradas:** Las entradas son los puntos de conexión que reciben señales del mundo real.
- **Salidas:** Las salidas son los puntos de conexión que envían señales al mundo real.

En el diagrama, las entradas están representadas por círculos y las salidas están representadas por cuadrados. Los contactos normalmente abiertos (N.A.) se representan por círculos huecos y los contactos normalmente cerrados (N.C.) se representan por círculos rellenos. Las bobinas se representan por cuadrados rellenos.

2.5.2 Definición y función de los PLC en sistemas de control eléctrico industrial.

Un PLC es un dispositivo electrónico programable diseñado para controlar procesos industriales mediante la ejecución de lógica digital y algoritmos específicos. Su función principal radica en coordinar y regular la operación de máquinas y sistemas, interpretando señales de entrada provenientes de sensores, procesando la información, y emitiendo comandos precisos a los actuadores. La capacidad de programación del PLC permite adaptar sus funciones a diversas aplicaciones industriales, desde simples tareas de control hasta la gestión compleja de procesos en plantas de fabricación (Medrano, Sideregts, & Vargas, 2023).

Evolución histórica y relevancia actual en la automatización de procesos

La evolución de los PLC se remonta a la década de 1960, cuando surgieron como una solución más flexible y programable en comparación con

los sistemas de control convencionales. A lo largo del tiempo, los PLC han experimentado avances significativos en términos de capacidad de procesamiento, memoria, y capacidades de comunicación. Actualmente, se han convertido en la columna vertebral de la automatización industrial, desplazando en gran medida a los sistemas de control mecánicos y electroneumáticos. Su relevancia actual se destaca en la capacidad para integrarse con tecnologías emergentes como la Internet de las cosas (IoT) y la Industria 4.0, impulsando la eficiencia y la conectividad en entornos industriales modernos (Rojas & Velásquez, 2023).

2.5.3 Arquitectura y estructura Interna de un PLC.

El entendimiento profundo de la arquitectura y estructura interna de un Controlador Lógico Programable (PLC) es esencial para apreciar su funcionamiento integral en el control eléctrico de maquinaria industrial. Este segmento explora de manera detallada los componentes fundamentales que componen un PLC, centrándose en los módulos de entrada/salida, la Unidad Central de Procesamiento (CPU), la memoria y otros elementos clave que definen su operatividad (Torres, Gómez, & Escaño, 2022).

2.6 Desglose detallado de los Componentes Internos de un PLC

2.6.1 CPU (Unidad Central de Procesamiento).

La CPU es el cerebro del PLC, encargada de ejecutar las instrucciones del programa y coordinar todas las operaciones. Su velocidad de procesamiento y capacidad de gestión de tareas son factores críticos que determinan la eficiencia y la capacidad de respuesta del PLC en tiempo real (Mazur, Czerwinski, & Chmiel, 2020).

2.6.2 Memoria.

La memoria del PLC se divide comúnmente en dos tipos: memoria de programa (almacenamiento de las instrucciones del programa) y memoria de datos (almacenamiento de variables y resultados intermedios). La capacidad y la velocidad de acceso a la memoria son factores clave que influyen en la

complejidad de los programas que un PLC puede manejar (Maquera & Juan, 2021)

2.6.3 Módulos de entrada/salida (I/O).

Estos módulos son interfaces físicas entre el PLC y el mundo exterior. Los módulos de entrada capturan señales del entorno, como pulsadores, sensores e interruptores. Los módulos de salida, por otro lado, envían señales de control a actuadores, como motores y válvulas. La cantidad y tipo de módulos I/O varían según las necesidades específicas de la aplicación (Loo Rodríguez, 2021).

2.6.4 Fuente de alimentación.

La fuente de alimentación en un sistema de control automatizado es un componente crítico que desempeña un papel fundamental en la operación continua y fiable del PLC (Controlador Lógico Programable) y, por ende, en el sistema en su conjunto. Su función principal es suministrar la energía eléctrica necesaria para alimentar los componentes electrónicos del sistema, asegurando su funcionamiento adecuado y estable. La estabilidad del sistema depende en gran medida de la calidad y confiabilidad de la fuente de alimentación. Las fluctuaciones en la energía suministrada pueden afectar negativamente el rendimiento del PLC y de los demás componentes, dando lugar a errores en la lógica de control, mal funcionamiento de actuadores o incluso paradas no programadas (Maquera & Juan, 2021).

2.6.5 Bus de comunicación.

El bus de comunicación facilita la transferencia de datos entre la CPU, los módulos I/O y otros dispositivos conectados al sistema. Este componente es esencial para la coordinación eficiente y la sincronización de todas las operaciones del PLC (López, 2019).

2.6.6 Módulos de comunicación y redes.

En la evolución de la automatización industrial, los Controladores Lógicos Programables (PLC) han experimentado una transformación

significativa, incorporando módulos de comunicación y capacidades de integración en redes. Estos avances representan un salto cualitativo en la conectividad de los sistemas de control, permitiendo una interacción más amplia y eficiente con diversos dispositivos, sistemas de supervisión y control (SCADA), e incluso con entornos empresariales más extensos (Rogger, 2019).

Los módulos de comunicación en los PLC actuales posibilitan la conexión del controlador a redes industriales. Estas redes, como PROFINET, Modbus TCP, EtherNet/IP, entre otras, facilitan la comunicación bidireccional entre el PLC y otros dispositivos en el entorno industrial. Esta conectividad en red posibilita la transferencia de datos en tiempo real, la sincronización de operaciones y la coordinación eficiente entre diferentes elementos del sistema (Rogger, 2019), en la tabla 2.3 mostramos la importancia de los componentes internos de un PLC y sus funciones.

Tabla 2.3

Importancia y funciones de los componentes internos

Componente interno	Descripción	Importancia y función
CPU (Unidad Central de Procesamiento)	Cerebro del PLC encargado de ejecutar instrucciones y coordinar operaciones. La velocidad y capacidad de gestión son críticas para la eficiencia y capacidad de respuesta en tiempo real (Mazur, Czerwinski, & Chmiel, 2020).	Determina la eficiencia y capacidad de respuesta del PLC.
Memoria	Se divide en memoria de programa (instrucciones) y memoria de datos (variables). Capacidad y	Almacena instrucciones y variables; influye en la complejidad de programas.

		<p>velocidad de acceso influyen en la complejidad de los programas manejados por el PLC (Maquera & Juan, 2021).</p>	
Módulos de Entrada/Salida (I/O)	de	<p>Interfaces físicas entre el PLC y el entorno. Módulos de entrada capturan señales, módulos de salida envían señales a actuadores (Lor Rodríguez, 2021).</p>	<p>Permiten interacción del PLC con el entorno, capturando y enviando señales.</p>
Fuente de Alimentación		<p>Suministra energía eléctrica para el funcionamiento del PLC y sus componentes. Crucial para la operación continua y fiable (Maquera & Juan, 2021).</p>	<p>Garantiza operación adecuada y estable del PLC; afecta estabilidad del sistema.</p>
Bus de Comunicación		<p>Facilita transferencia de datos entre CPU, módulos I/O y otros dispositivos. Esencial para coordinación eficiente y sincronización de operaciones (López, 2019).</p>	<p>Permite la comunicación interna eficiente entre componentes del PLC.</p>
Módulos de Comunicación y Redes	de	<p>Incorporados en PLC modernos, permiten integración en redes industriales. Posibilitan interacción amplia y eficiente con diversos dispositivos y entornos</p>	<p>Facilitan conexión del PLC a redes industriales, mejorando la conectividad y coordinación del sistema. Permiten comunicación bidireccional.</p>

empresariales (Rogger, 2019).

Fuente: El autor

2.7 Repotenciación de maquinaria industrial

2.7.1 Definición y objetivos de la repotenciación.

La repotenciación de maquinaria industrial se refiere al proceso estratégico de actualizar, mejorar y modernizar los componentes clave de una máquina o sistema industrial para optimizar su rendimiento, eficiencia y vida útil. A diferencia de la sustitución completa de la maquinaria, la repotenciación busca aprovechar la infraestructura existente al incorporar tecnologías más avanzadas, mejorar la confiabilidad y, en última instancia, prolongar la utilidad de los activos industriales (Pin & Pinela, 2023).

Según Pin y Pinela (2023), los objetivos de la repotenciación son mencionados en la tabla 2.4 y van más allá de la simple renovación.

Tabla 2.4

Objetivos de la repotenciación

Concepto	Definición y objetivos
Repotenciación	Proceso estratégico de actualizar, mejorar y modernizar componentes clave de una máquina o sistema industrial. Busca optimizar rendimiento, eficiencia y vida útil, aprovechando la infraestructura existente.
Objetivos de la Repotenciación	Aumento de la Eficiencia: Mejorar eficiencia operativa mediante la actualización de componentes para reducir consumo de energía y aumentar productividad. Mejora de la Confiabilidad: Aumentar confiabilidad y disponibilidad al

	reemplazar partes propensas a fallos, reduciendo tiempos de inactividad no planificados.
	Cumplimiento de Normativas: Adaptar maquinaria a regulaciones y estándares industriales, asegurando el cumplimiento de requisitos ambientales y de seguridad.
	Optimización de Costos: Optimizar costos de mantenimiento y operación mediante inversiones selectivas que proporcionen un retorno de inversión significativo a lo largo del tiempo.

Fuente: Pin y Pinela (2023).

2.7.2 Conceptos básicos de la automatización industrial.

La automatización en procesos industriales se define como la aplicación de tecnologías y sistemas para realizar tareas sin intervención humana directa. De acuerdo con Escaño et al. (2019), Su objetivo principal es mejorar la eficiencia, calidad y seguridad en la producción industrial. Algunos conceptos clave de la automatización industrial incluyen:

2.7.3 Sistema automatizado.

En el contexto de la automatización industrial, un sistema automatizado se define como una entidad cohesionada que desempeña tareas específicas y funciones predefinidas mediante la integración de hardware y software. Este sistema está diseñado para operar de manera autónoma, llevando a cabo procesos industriales sin la necesidad de intervención humana constante. La implementación de sistemas automatizados busca mejorar la eficiencia, la precisión y la consistencia en las operaciones industriales, reduciendo la dependencia de la labor manual y optimizando la producción (Jiménez, 2020).

Este enfoque se traduce en una ejecución más eficaz y rápida de tareas repetitivas o procesos continuos, liberando a los trabajadores humanos para

tareas que requieren creatividad, toma de decisiones complejas o interacción directa con el sistema automatizado. Un sistema automatizado puede abarcar una variedad de componentes, desde maquinaria especializada hasta complejas redes de sensores, actuadores y unidades de control. La clave es la capacidad de estos sistemas para operar de manera autónoma, manteniendo un rendimiento óptimo y adaptándose a condiciones cambiantes en el entorno industrial (Jiménez, 2020).

2.7.4 Sensorización.

La sensorización en el ámbito de la automatización industrial se refiere a la integración de sensores especializados para recopilar datos relevantes tanto del entorno circundante como del propio proceso industrial. Estos sensores desempeñan un papel fundamental al proporcionar información en tiempo real, creando una base sólida para la toma de decisiones automáticas por parte del sistema. La variedad de sensores puede incluir dispositivos que miden temperatura, presión, velocidad, nivel, humedad, entre otros parámetros críticos dependiendo de la aplicación específica (Bonilla, Delgado, & Pozas, 2020).

La recopilación de datos a través de la sensorización permite al sistema automatizado obtener una comprensión detallada y precisa del estado actual del entorno y del proceso. Estos datos son esenciales para la aplicación de algoritmos de control que ajustan dinámicamente las operaciones del sistema. La información en tiempo real proveniente de los sensores facilita la detección temprana de anomalías, la optimización de los parámetros de operación y la capacidad de respuesta a condiciones cambiantes, mejorando así la eficiencia y la adaptabilidad del sistema automatizado (Bonilla, Delgado, & Pozas, 2020).

2.7.5 Lógica de control.

La lógica de control en un sistema automatizado constituye un componente crítico que define el comportamiento del sistema en función de reglas y algoritmos predefinidos. Se trata de un conjunto de directrices y

procedimientos que orientan la toma de decisiones del sistema en respuesta a diversas situaciones y eventos. La lógica de control es esencial para garantizar que el sistema automatizado opere de manera coherente y eficiente, adaptándose a condiciones variables y cumpliendo con los objetivos específicos de la aplicación (Rios, 2020).

La lógica de control determina cómo el sistema interpreta la información proveniente de los sensores, cómo ajusta los parámetros de operación y cómo responde a estímulos externos. La implementación de esta lógica implica la programación de algoritmos que definen las acciones del sistema en función de las condiciones del entorno y del proceso. La capacidad de la lógica de control para ser dinámica y adaptable es fundamental para optimizar el rendimiento del sistema a lo largo del tiempo (Rios, 2020).

La lógica de control puede variar desde sistemas simples con reglas de decisión lineales hasta algoritmos complejos basados en inteligencia artificial, dependiendo de la complejidad de la tarea y de la flexibilidad requerida. La evolución de la lógica de control está estrechamente vinculada a los avances en la informática y la capacidad de procesamiento, permitiendo implementar estrategias más sofisticadas que mejoran la eficiencia, la precisión y la capacidad de respuesta del sistema automatizado (Andrango & Changoluisa, 2023).

2.7.6 Integración de sistemas.

La integración de sistemas en el contexto industrial se refiere al proceso de conectar y coordinar diferentes componentes y subsistemas para crear un entorno de trabajo armonizado y eficiente. En un entorno industrial, los sistemas automatizados a menudo constan de varios módulos, dispositivos y componentes especializados que deben colaborar de manera sinérgica para lograr los objetivos de producción (Escaño, Nuevo, & García, 2019).

La integración de sistemas abarca la interconexión física y lógica de estos componentes, garantizando una comunicación fluida y una coordinación efectiva. Esta conexión puede implicar desde la interoperabilidad de hardware hasta la implementación de interfaces de software que permitan la

transferencia de datos entre diferentes sistemas. El objetivo principal de la integración de sistemas es optimizar el flujo de trabajo, reducir los tiempos de inactividad y mejorar la eficiencia general del entorno industrial (Rodríguez-Méndez, Meneses-Guzmán, Chinè-Polito, & Pereira-Arroyo, 2019)

Este proceso de integración no solo se aplica a sistemas automatizados, sino también a la conexión de estos sistemas con sistemas de control, sistemas de gestión de la información, y otros componentes de la infraestructura industrial. La integración efectiva de sistemas no solo mejora la eficiencia operativa, sino que también facilita la supervisión centralizada, el diagnóstico de problemas y la implementación de mejoras continuas. En última instancia, la integración de sistemas es un pilar fundamental para la modernización y optimización de las operaciones industriales en un entorno cada vez más automatizado y tecnológicamente avanzado (Escaño, Nuevo, & García, 2019).

2.8 Sistemas de control automático y manual

La automatización industrial presenta dos enfoques fundamentales: sistemas de control automático y sistemas de control manual. Cada uno de estos enfoques tiene características únicas que los hacen adecuados para diferentes contextos y aplicaciones específicas (Quinaluisa & Robalino, 2020).

2.8.1 Control automático.

En un sistema de control automático, la maquinaria o el proceso industrial se regula automáticamente en respuesta a las señales de entrada proporcionadas por los sensores. La lógica de control, basada en algoritmos predefinidos, ajusta continuamente los parámetros operativos para mantener el sistema en un estado deseado. Este enfoque es especialmente eficaz en tareas repetitivas y procesos continuos, donde la consistencia y la precisión son críticas (Hernández-López, Rivas-Pérez, & Feliu-Batlle, 2020).

La clave del control automático radica en la capacidad del sistema para operar de manera autónoma, adaptándose dinámicamente a las variaciones en las condiciones del entorno y del proceso. Los sensores juegan un papel

crucial en este sistema al proporcionar datos en tiempo real que son interpretados por la lógica de control. La ventaja principal del control automático radica en la reducción de la intervención humana constante, mejorando la eficiencia, la velocidad y la precisión de las operaciones industriales (Arevalo, Vicente-del-Rey, Garcia-Morales, & Rivas-Blanco, 2020).

2.8.2 Control manual.

En sistemas de control manual, los operadores humanos desempeñan un papel activo en la supervisión y ajuste del proceso industrial. Estos operadores tienen la capacidad de realizar cambios basados en su experiencia, conocimiento específico y comprensión contextual de las condiciones operativas. Este enfoque es particularmente valioso en situaciones donde la flexibilidad y la toma de decisiones adaptativa son cruciales (Roque & Serna, 2022)

A diferencia del control automático, el control manual permite una intervención humana directa y la capacidad de adaptarse a situaciones no programadas o cambios inesperados. Los operadores pueden ajustar los parámetros, solucionar problemas y tomar decisiones estratégicas según las demandas específicas del momento. Aunque puede ser menos eficiente en operaciones repetitivas, el control manual es esencial en entornos dinámicos y variables donde la complejidad de la tarea requiere la experiencia y el juicio humano, todos estos conceptos están mejor explicados en la tabla 2.5 que muestra la comparativa entre el control automático y el control manual. (Roque & Serna, 2022).

Tabla 2.5

Comparativa control automático y control manual

Características	Control automático	Control manual
Definición	Regula automáticamente la maquinaria o el proceso industrial en respuesta a	Los operadores humanos desempeñan un papel activo en la supervisión y

	señales de entrada de ajuste del proceso sensores. La lógica de control, basada en algoritmos predefinidos, ajusta continuamente los parámetros operativos	del proceso industrial. Toman decisiones basadas en su experiencia, conocimiento y comprensión contextual de las condiciones operativas
Adaptabilidad y flexibilidad	Adaptación dinámica a variaciones en las condiciones del entorno y del proceso. La lógica de control se ajusta automáticamente.	Capacidad de adaptarse a situaciones no programadas o cambios inesperados. Los operadores pueden ajustar parámetros y tomar decisiones estratégicas basadas en la experiencia.
Eficiencia y precisión	Reducción de la intervención humana constante, mejora de la eficiencia, velocidad y precisión de las operaciones industriales.	Menos eficiente en operaciones repetitivas, pero esencial en entornos dinámicos donde la complejidad de la tarea requiere la experiencia y el juicio humano.
Intervención humana	Mínima intervención humana directa. Los operadores pueden supervisar y realizar ajustes estratégicos, pero el sistema opera de manera autónoma.	Intervención humana directa y capacidad de adaptarse a cambios no previstos. Los operadores pueden realizar ajustes, solucionar problemas y tomar decisiones según las demandas específicas.

Aplicaciones comunes	Tareas repetitivas y procesos continuos donde la consistencia y la precisión son críticas.	Situaciones donde la flexibilidad y la toma de decisiones adaptativa son cruciales, especialmente en entornos dinámicos y variables.
Ejemplos de aplicación	Control de temperatura en sistemas de climatización, procesos de fabricación automatizados, sistemas de control de tráfico.	Operación de equipos de investigación científica, ajuste manual de parámetros en procesos de desarrollo de productos, control de maquinaria en situaciones no estándar.

Fuente: Hernández-López et al. (2020) y Roque y Serna (2022).

2.8.3 Elaboración de planos eléctricos para una automatización.

La elaboración de planos eléctricos es un paso crítico en el diseño de un sistema de control automatizado. Estos planos sirven como la representación visual detallada de la disposición y conexión de los componentes eléctricos del sistema. Incluyen información sobre la distribución de energía, la ubicación de sensores, actuadores, módulos de control y demás elementos clave (Leon, y otros, 2020).

Los planos eléctricos facilitan la comprensión de la arquitectura del sistema, la ubicación de los componentes y la lógica de conexión entre ellos. Incluyen símbolos estandarizados para representar interruptores, relés, motores, sensores, y cualquier otro dispositivo eléctrico. La correcta elaboración de estos planos asegura una instalación precisa y ayuda en el mantenimiento y la resolución de problemas (Leon, y otros, 2020).

En la etapa de diseño, se deben considerar factores como la redundancia, la eficiencia en el tendido de cables y la seguridad eléctrica. La inclusión de anotaciones y detalles específicos en los planos contribuye a la claridad y comprensión del sistema, tanto para los ingenieros encargados de la implementación como para aquellos que puedan realizar futuras modificaciones (Maquera & Juan, 2021).

2.9 Integración de los elementos técnicos en un sistema de control.

La integración de los elementos técnicos en el sistema de control es una fase esencial en el diseño, donde los diversos componentes eléctricos y electrónicos se ensamblan y coordinan para formar un sistema funcional y cohesivo. Este proceso implica la conexión física y lógica de todos los elementos para asegurar su interacción eficiente y la operación armoniosa del sistema de control automatizado (Capdevila, Spinelli, & Veiga, 2019).

2.9.1 Conexión física.

La integración física involucra la conexión física de cables, conductores y dispositivos eléctricos según lo especificado en los planos eléctricos. Es crucial seguir las normativas de seguridad eléctrica y garantizar una instalación ordenada y sin interferencias. Este paso también incluye la conexión de elementos mecánicos como actuadores y sensores a la maquinaria, asegurando su correcta ubicación y funcionamiento (Zuluaga, y otros, 2023).

2.9.2 Programación del PLC.

La programación del PLC es un componente central de la integración lógica. Se traduce la lógica de control diseñada previamente en algoritmos y secuencias de comandos que el PLC puede ejecutar. Este proceso implica definir las condiciones y acciones para lograr el comportamiento deseado del sistema. La programación debe ser meticulosa, teniendo en cuenta la secuencia de operaciones y los posibles escenarios de funcionamiento, como se muestra en la figura 2.8 (Cruz, y otros, 2019).

Figura 2.8

Funcionamiento de un PLC



Fuente: (Sicma21, 2021)

2.9.3 Configuración de la HMI.

La interfaz Hombre-Máquina (HMI) se configura para proporcionar a los operadores la capacidad de supervisar y controlar el sistema. Esto implica la creación de pantallas, paneles de control y alarmas visuales que reflejen el estado y el rendimiento del sistema en tiempo real. La interfaz debe ser intuitiva y eficiente, permitiendo a los operadores realizar ajustes y tomar decisiones informadas, en la figura 2.9 se muestra una pantalla con interfaz HMI. (Capdevila, Spinelli, & Veiga, 2019).

Figura 2.9

Pantalla con interfaz HMI



Fuente: **(Autycom, 2021)**

2.9.4 Pruebas y validación.

La fase de integración incluye pruebas exhaustivas para asegurar que cada componente funcione correctamente y que el sistema en su conjunto cumpla con los requisitos de diseño. Se realizan pruebas de funcionalidad, pruebas de respuesta a situaciones inesperadas y simulaciones para verificar la estabilidad y confiabilidad del sistema. La validación también implica la verificación de la comunicación efectiva entre los diversos elementos del sistema (Cruz, y otros, 2019).

3. CAPÍTULO 3: DISEÑO, IMPLEMENTACIÓN Y RESULTADOS

En este capítulo realizaremos el diseño e implementación eléctrica con el fin de repotenciar y automatizar una maquina sopladora de plástico, con la ayuda de planos eléctricos creados. Se presentará especificaciones técnicas de aquellos elementos necesarios para poder automatizar empleando interfaz HMI en dicha máquina, la cual debe operar mediante el estudio de producción que la empresa Pika Plásticos industriales demanda. Es por esto que para lograr cumplir lo mencionado vamos a basarnos en la siguiente estructura.

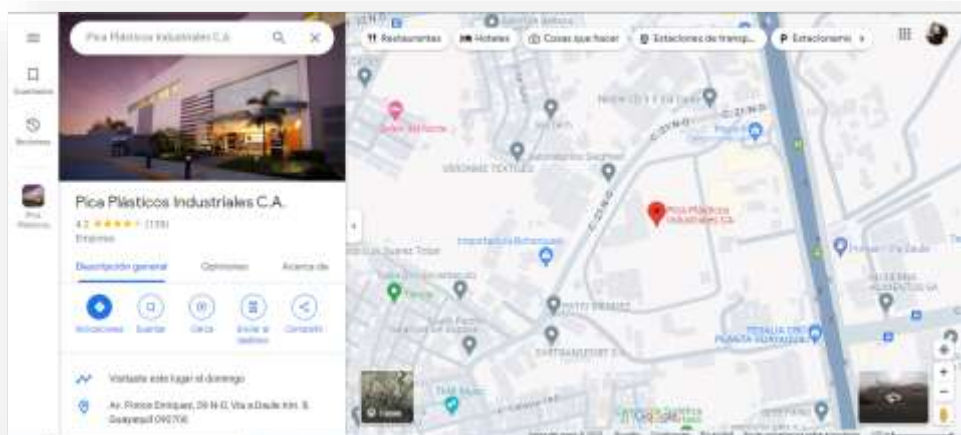
3.1 Ubicación y detalles de la empresa Pika plásticos industriales

Como lo hemos mencionado en el objetivo número 1 del trabajo de investigación, detallaremos la ubicación geográfica de la empresa Pika Plásticos industriales, la misma que se ilustrará en la figura 3.1, con sus respectivas coordenadas para conocer su ubicación.

1. Av. Ponce Enríquez, 39 N-O, Vía a Daule Km. 8, Guayaquil 090706
2. Grados decimales (DD): -2.1206168933161225, -79.93338513385676

Figura 3.1

Ubicación de la empresa Pika Plásticos Industriales ubicada en Guayaquil – Ecuador km 9 1/2 Vía Daule.



Fuente: (Google Maps, 2023)

3.1.1 Líneas de producción de la empresa Pika plásticos industriales.

Pika plásticos industriales cuenta con diversas líneas de producción como se muestra en la figura 3.2, en su planta del km 9 ½ vía Daule, la misma que está distribuida en:

- Bajo consumo
- Mediano consumo
- Alto consumo
- Rotomoldeo
- Molino

Figura 3.2

Líneas de Producción Pika

	Empaque		Bajo Consumo	Molino	Rotomoldeo
E					
N	Mediano Consumo				
T					
R					
A					
D	Alto Consumo				
A					

Fuente: El autor

3.1.2 Área de bajo consumo.

En esta área se encuentran alrededor de 8 máquinas inyectoras pequeñas que no sobrepasan las 368 toneladas, 3 máquinas sopladoras, entre ellas una maquina Putian, la cual será parte del estudio en esta investigación.

3.1.3 Área de mediano Consumo.

En el área de mediano consumo se encuentran alrededor de 40 máquinas inyectoras de tonelajes variado, que no sobrepasan las 700 toneladas, de diferentes marcas como por ejemplo Haitian y Jetmaster.

3.1.4 Área de alto consumo.

En el área de alto consumo se encuentran alrededor de 35 máquinas inyectoras de tonelajes variado, que sobrepasan las 1500 toneladas, Es aquí donde se inyectan artículos de más demanda para la fábrica, algunas de estas máquinas funcionan con brazos robóticos que sacan el artículo inyectado de la prensa, sin que el usuario tenga la necesidad de meter la mano o abrir manualmente.

Las maquinas inyectoras que se encuentran en alto consumo son de diferentes marcas como por ejemplo Haitian, Jetmaster, Milacron, etc.

3.1.5 Área de rotomoldeo.

En el área de rotomoldeo se encuentran alrededor de 4 máquinas de rotomoldeo, donde su principal elaboración es los bins, que actualmente son muy demandados en el área de las camaroneras.

3.1.6 Área de Molino.

En esta área encontramos 2 molino con cuchillas, en la que los operadores ingresan de forma manual el material, el cual se procede a triturar, esto normalmente es: scrap, material con fallas o artículos defectuosos.

3.1.7 Brazo Robótico para máquina de inyección de plástico.

Los brazos robóticos se montan en la parte superior de la máquina de inyección, esto con la finalidad que agarre el articulo sin la necesidad de que el operador tenga que meter la mano o abrir la puerta para sacarlo manualmente, esto trae muchos beneficios, los cuales detallaremos a continuación:

- **Seguridad para el operador:** Con esto se evita que el operador tenga que ingresar su mano y ocurra algún accidente como aplastamiento.
- **Reducción en el ciclo de inyección:** Con la ayuda del robot disminuye los ciclos de inyección para cualquier artículo, ya que todo es automatizado y no hay necesidad de que el operador lo haga manual.
- **Repetición y precisión:** Al repetirse el mismo ciclo y los mismos movimientos constantes y repetitivos, se puede programar velocidades más altas y mayor cantidad de producción con mejor calidad.
- **Programación y adaptabilidad:** Se pueden realizar programas para cada artículo en específico, por lo que se pueden guardar en la memoria interna del robot; esto es práctico a la hora del cambio de molde, ya que solo es cargar el programa, cambiar el gripper de ser necesario y mandar a inyectar en automático.

3.1.8 Personal con el que cuenta la empresa Pika plásticos industriales.

Pika en la actualidad es una empresa líder en cuanto a producción de artículos de plástico en todo el Ecuador, cuenta con una gran variedad de artículos que se fabrican en su misma planta, alrededor de 4000 y de diversos tipos. La planta ubicada en el km 9 ½ vía Daule tiene un personal de 200 personas que trabajan en el proceso de fabricación de artículos de calidad. El personal está distribuido en subáreas como son: inyección, rotomoldeo, bodega, empaque, mantenimiento, moldes y calidad.

3.2 Especificaciones técnicas de los elementos del control eléctrico

En el segundo objetivo de la investigación, detallaremos las especificaciones técnicas y elementos eléctricos que conforman el sistema de control y automatización de una maquina sopladora de plástico, para su funcionamiento óptimo.

3.2.1 Descripción de la máquina sopladora antes de optimizar y automatizar.

La máquina sopladora de plástico adquirida por la empresa Pika plásticos industriales, ubicada en la planta del área de bajo consumo, muestra en sus registros más de 25 años desde su fabricación, la figura 3.3 muestra la presentación de la maquina sopladora Putian antes de su repotenciación y automatización propuesta

Figura 3.3

Máquina Sopladora Putian antes de la automatización



Fuente: El autor

La máquina sopladora en la actualidad tiene un uso de más de 15 años, por lo que con el pasar del tiempo dejó de ser eficaz a la hora de realizar funciones principales, su pantalla se encontraba en mal estado y fallaba en muchas ocasiones, con el pasar del tiempo esto empeoró a tal punto que la pantalla dejó de responder y por lo tanto no se podía dar movimiento, esto

provocó deficiencia en producción de artículos, por lo que procedieron a desmontar la pantalla de control de la maquina como muestra la figura 3.4.

Figura 3.4

Máquina con pantalla HMI desmontada.



Fuente: El autor

3.2.2 Características técnicas de la máquina sopladora de plástico.

La máquina sopladora de plástico Putián cuenta con las siguientes características técnicas, la cuales las presentaremos en la tabla 3.1 para su fácil visualización.

Tabla 3.1*Características técnicas de la maquina sopladora.*

Descripción	Característica, Tipo o Valor con su unidad
Machine Type	PTB70D-IT
Production Place	China
Voltage	440V +/- 10% 3 phase
Frecuency	60 Hz
Pump Power (KW)	11
Total Power (KW)	32.5
Control de pantalla	Por teclas
Tolva	Tipo Metálica
Año de Fabricación	2000

Fuente: El autor

3.2.3 Alimentación de la máquina sopladora.

La máquina sopladora es alimentada con una red trifásica (3Ø) de Corriente Alterna, con una tensión de 220 V en sus fases, esta diferencia de potencial es suministrada por un transformador el cual se encuentra ubicado en una subestación eléctrica (SE), su conversión de tensión potencial es de 13.8 kV a 440 V, este voltaje es suministrado a los tableros, el que se encargará de energizar el tablero de distribución que necesitamos, en la figura 3.5 mostramos la localización del banco de transformadores.

Figura 3.5

Banco de Transformadores.



Fuente: El autor

3.2.4 Encuesta de la operación y funcionamiento de la máquina sopladora.

Mediante sencillas encuestas, que fueron diseñadas para que operadores, reguladores y supervisores de planta respondan, se intenta determinar las causas por lo que no se llega a niveles de producción requeridos por la fábrica, para su mayor comprensión se muestra las siguientes tablas donde se especifica los resultados obtenidos a cada una de las preguntas.

En la tabla 3.2 se especifica el resultado de la primera pregunta.

Tabla 3.2

Resultados de las encuestas de la pregunta 1

PREGUNTA 1		
¿Cómo considera el estado de la parte eléctrica de la maquina sopladora?	Cantidad Numérica	Cantidad en Porcentaje
Obsoleto	6	60%
Normal	4	40%
Nuevo	0	0%
Total, Encuestados	10	100%

Fuente: El autor

En la tabla 3.3., se especifica el resultado de la segunda pregunta.

Tabla 3.3

Resultados de las encuestas de la pregunta 2

PREGUNTA 2		
¿Cómo considera usted el manejo del software de la maquina sopladora?	Cantidad Numérica	Cantidad en Porcentaje
Difícil	8	80%
Normal	2	20%
Fácil	0	0%
Total, Encuestados	10	100%

Fuente: El autor

En la tabla 3.4, se especifica el resultado de la tercera pregunta.

Tabla 3.4

Resultados de las encuestas de la pregunta 3

PREGUNTA 3		
¿Considera usted que es importante actualizar los equipos, así como todos los sistemas que se encuentran en la máquina sopladora?	Cantidad Numérica	Cantidad en Porcentaje
Si	10	100%
No	0	0%
Quizás	0	0%
Total, Encuestados	10	100%

Fuente: El autor

En la tabla 3.5, se especifica el resultado de la cuarta pregunta.

Tabla 3.5

Resultados de las encuestas de la pregunta 4

PREGUNTA 4		
¿Considera usted que automatizar con una pantalla HMI con interfaz más sencilla ayudaría a mejorar la producción y programación en automático?	Cantidad Numérica	Cantidad en Porcentaje
Si	10	100%
No	0	0%
Quizás	0	0%
Total, Encuestados	10	100%

Fuente: El autor

En la tabla 3.6, se especifica el resultado de la cuarta pregunta.

Tabla 3.6

Resultados de las encuestas de la pregunta 5

PREGUNTA 5		
¿Considera usted que reemplazando diferentes equipos eléctricos y repotenciando ayudaría al funcionamiento de la máquina sopladora?	Cantidad Numérica	Cantidad en Porcentaje
Si	9	90%
No	1	10%
Quizás	0	0%
Total, Encuestados	10	100%

Fuente: El autor

- **Análisis del resultado de la encuesta.**

Analizando los resultados obtenidos de las 5 preguntas que se proponen, revisando resultados porcentuales de cada pregunta expuesta anteriormente, determinamos que existe una necesidad importante para realizar cambios que incluyen repotenciación y automatización con pantalla HMI, crear una interfaz sencilla para aumentar producción requerida, Con estos resultados se propone al jefe de mantenimiento y gerentes de la empresa repotenciar y automatizar con un nuevo sistema la maquina sopladora.

3.2.5 Características principales del sistema de control de la máquina.

A continuación, se presentan las características eléctricas principales que se han considerado importantes en el sistema de control.

- **Resistencias del sistema de calefacción.**

Basados en el diseño de la maquina sopladora, se contemplan 8 zonas en el sistema de calefacción, de las cuales 4 ayudan a calentar el cilindro que se instalan en la parte exterior del barril y 4 ayudan a calentar el inyector, es decir 2 en cada estación, su función es transferir el calor desde el exterior del

túnel y así ser fuente de calor para la plastificación del material que será inyectado, en la figura 3.6 se muestra el sistema de calefacción en el barril.

Figura 3.6

Resistencias del Túnel

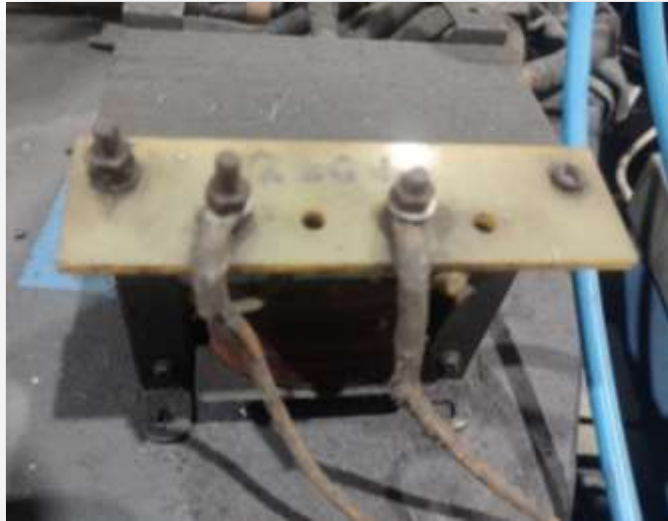


Fuente: El autor

Alimentadas por una tensión reducida de un transformador de 440v - 220v, como se muestra en la figura 3.7.

Figura 3.7

Transformador 220V sistema de calefacción.



Fuente: El autor

Para su apertura y cierre del circuito montamos un contactor para cada zona de 220v – 32A, como se muestra en la figura 3.8.

Figura 3.8

Contactores del sistema de Calefacción.



Fuente: El autor

- **Transformador para el control de 220 v.**

El control eléctrico de la maquina sopladora funciona con una tensión de 220v, por lo que es necesario Un transformador de 440v- 220v, el cual se muestra en la figura, que es el encargado de reducir dicha tensión, en la figura 3.9 podemos encontrar una ilustración del transformador de 220V.

Figura 3.9

Transformador 440V-220V para el control eléctrico.



Fuente: El autor

- **PLC (Programmable Logic Controller) y Pantalla HMI**

Para automatizar la maquina sopladora usaremos un PLC de la marca Siemens, su modelo es el S7-1200, tal cual se muestra en la figura 3.10, que cuenta con una unidad de procesamiento central (CPU), la cual es la parte más importante, porque es donde se ejecuta el programa de usuario y a su vez permite conectarlo a la red facilitando la comunicación con otros componentes de actualización, acompañado de 5 módulos etiquetados y de funcionalidad escalable para las entradas y salidas, válvulas, relé, etc. entre otras funciones tecnológicas especiales.

Figura 3.10

PLC Siemens S7-1200.



Fuente: El autor

Para interactuar con la maquina utilizaremos un sistema HMI con una interfaz de usuario intuitiva, como se muestra en la figura 3.11, la pantalla que utilizaremos es de la marca Delta, que nos ayudara a controlar y monitorear todos los procesos de la maquina sopladora.

Figura 3.11

Pantalla HMI montada



Fuente: El autor

- **Relay encapsulado**

Figura 3.12

Relevadores usados y colocados en el Riel DIN.



Fuente: El autor

Para proteger y aislar los dispositivos de control del PLC usaremos relay encapsulado, como se muestra en la figura 3.12, son dispositivos compactos y nos permiten gestionar convenientemente la corriente eléctrica, además su base es fácil de colocar en el riel DIN, sus características y detalles técnicos se detallan en la tabla 3.7.

Tabla 3.7

Características del Relevador

Descripción	Característica, Tipo o Valor con su unidad
Material	Aleación AgCdO
Terminales	8 pines
Limites eléctricos	10 A, 250V
Velocidad de respuesta	Menor a 25ms

Fuente: El autor

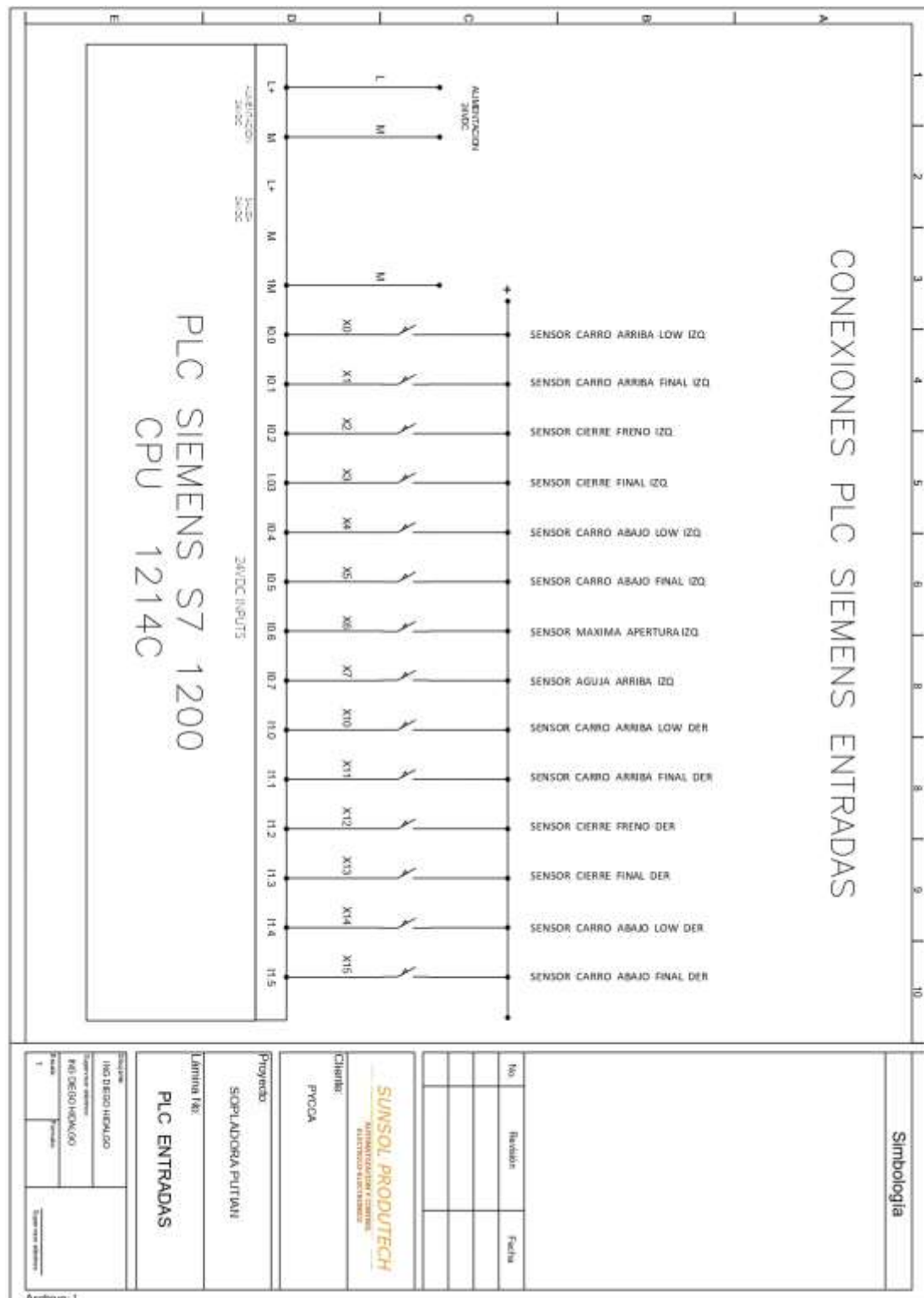
3.3 Diseño e implementación de diagramas eléctricos de control y potencia de la maquina sopladora

De acuerdo con el objetivo número 3 del trabajo de investigación, se realiza el diseño de los diagramas eléctricos de fuerza y control de la máquina Sopladora Putián para su implementación.

Los diagramas se encuentran detallados y específicos para su fácil lectura, los planos están basados en el sistema de control y potencia de la maquina sopladora, también se encuentran detalladas las señales analógicas y digitales que fueron conectadas al PLC siemens S7-1200

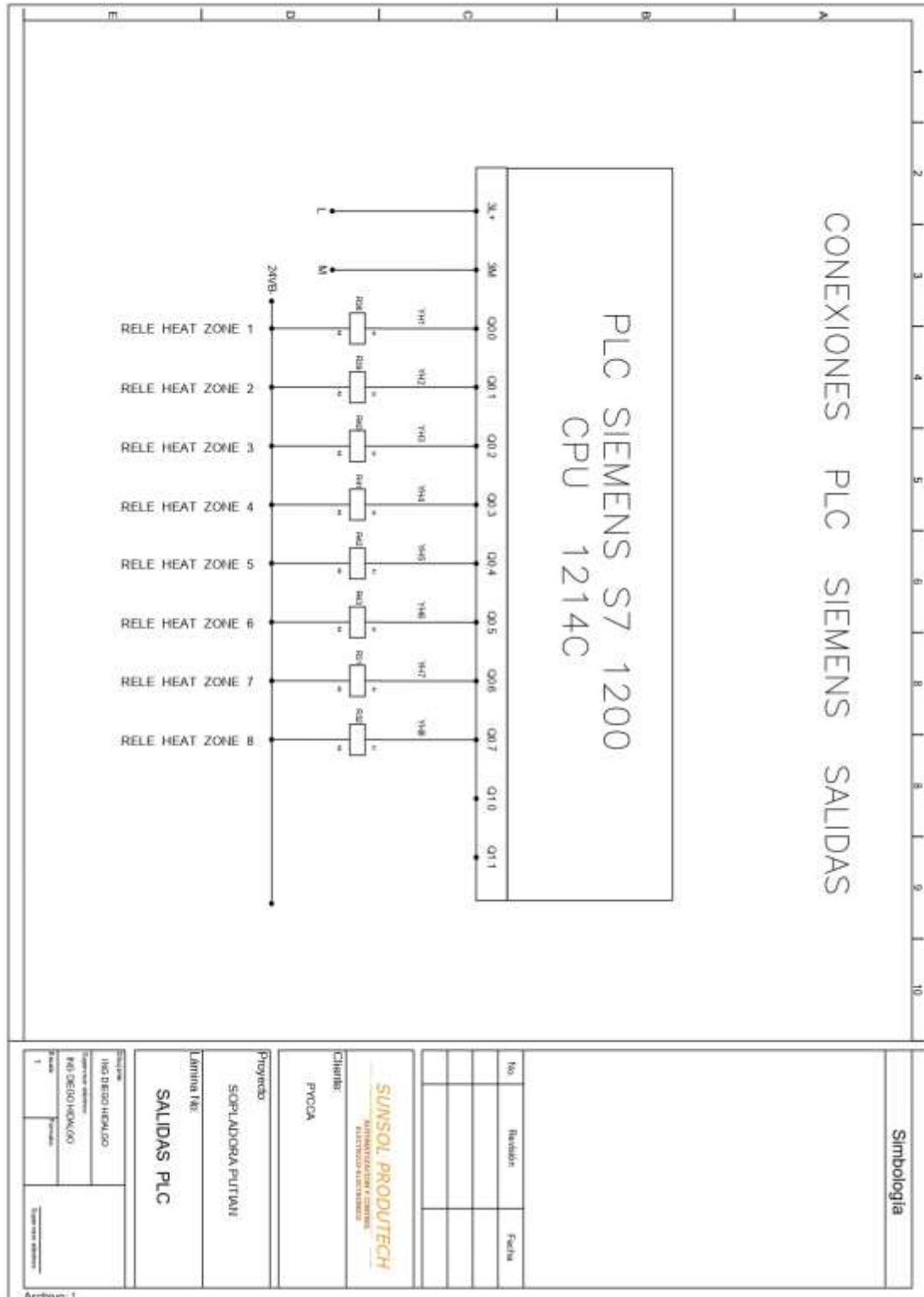
Las modificaciones en el sistema eléctrico que conforman la máquina sopladora Putián se dieron con el fin de repotenciar y optimizar las operaciones de producción, así lograr cumplir los requisitos mínimos que exige una empresa tan importante y exigente en cuanto a calidad.

Figura 3.13
 Diagrama PLC Siemens Entradas.



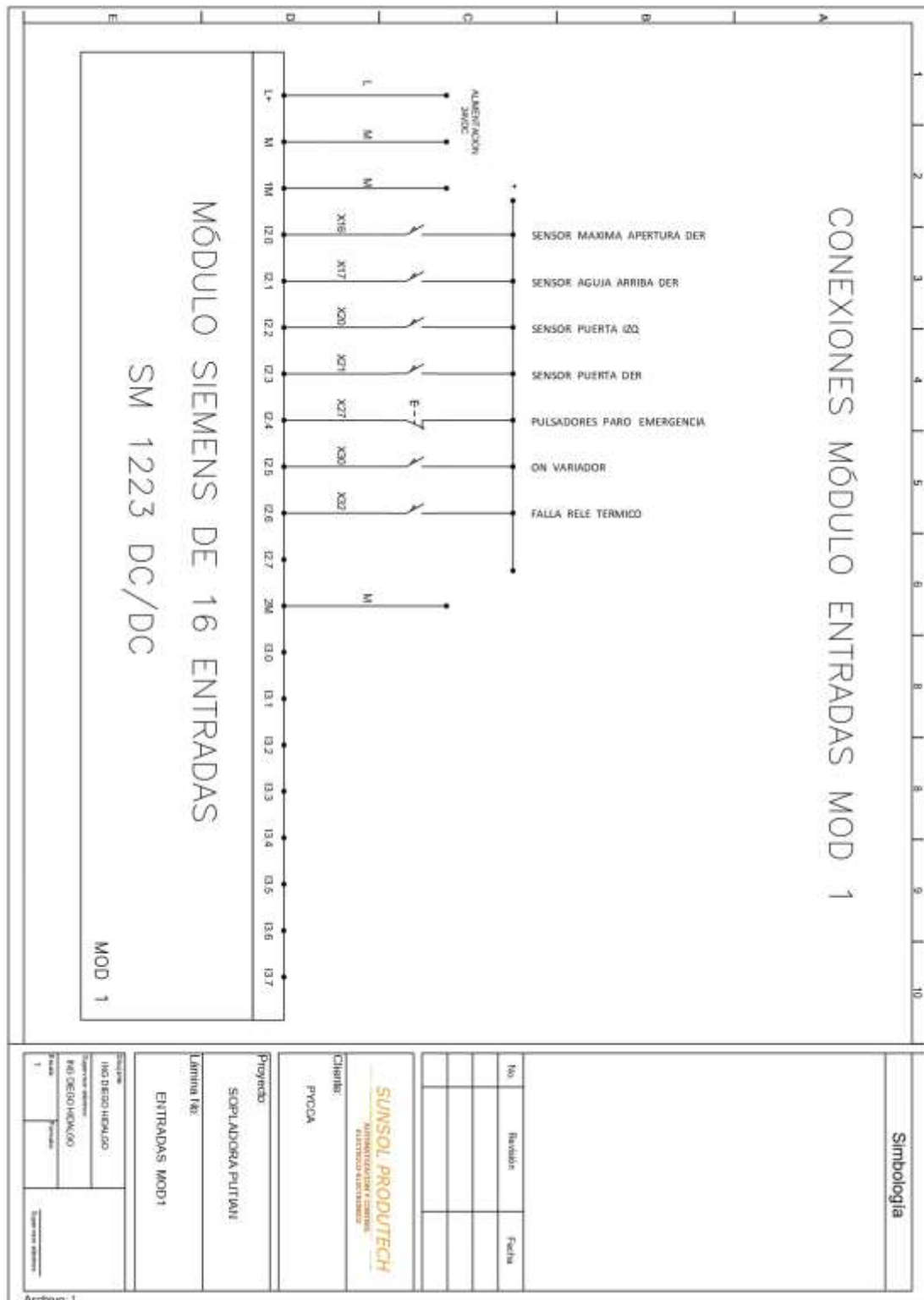
Fuente: El autor

Figura 3.14
 Diagrama PLC Siemens Salidas.



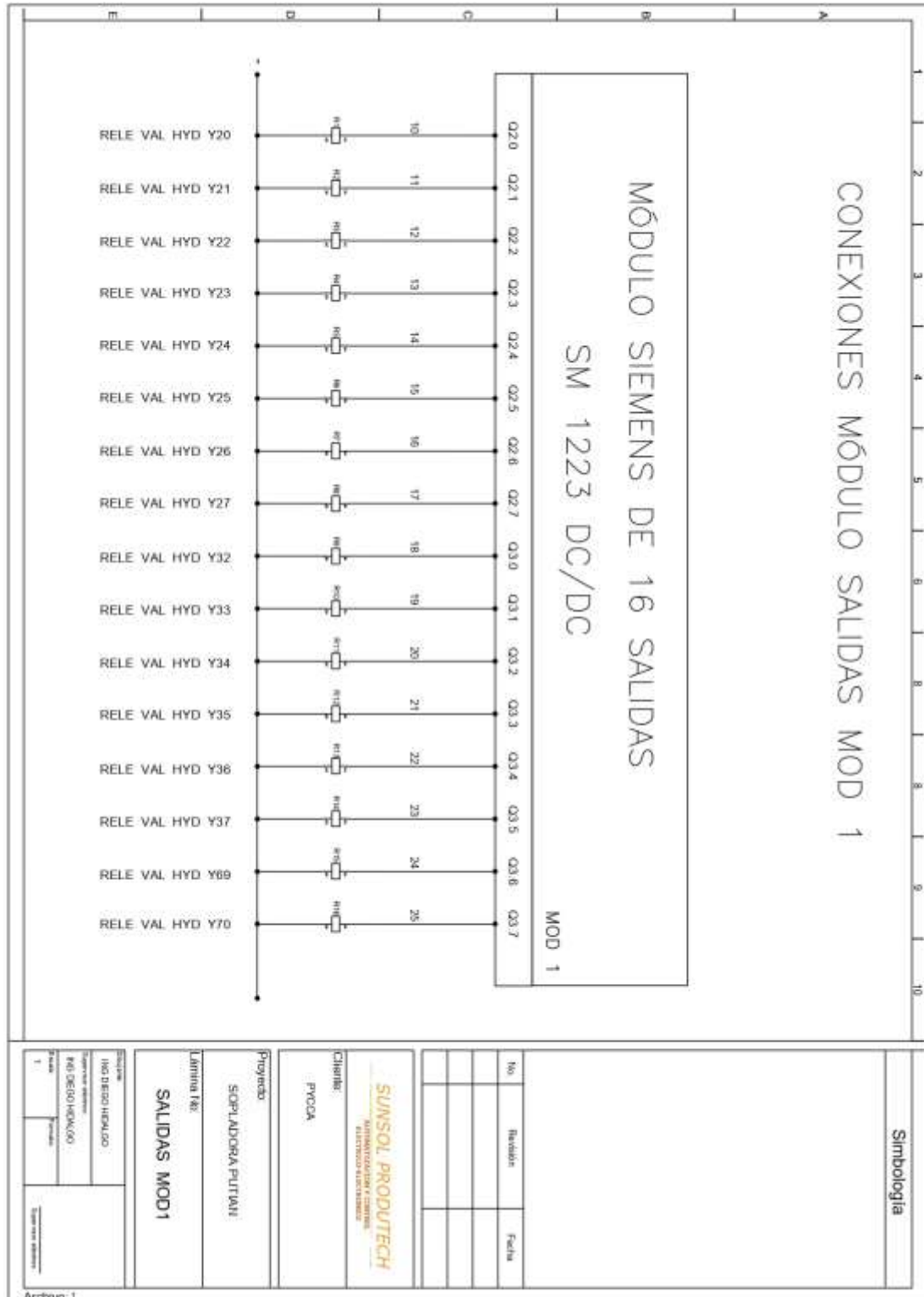
Fuente: El autor

Figura 3.15
 Diagrama módulo 1 Entradas.



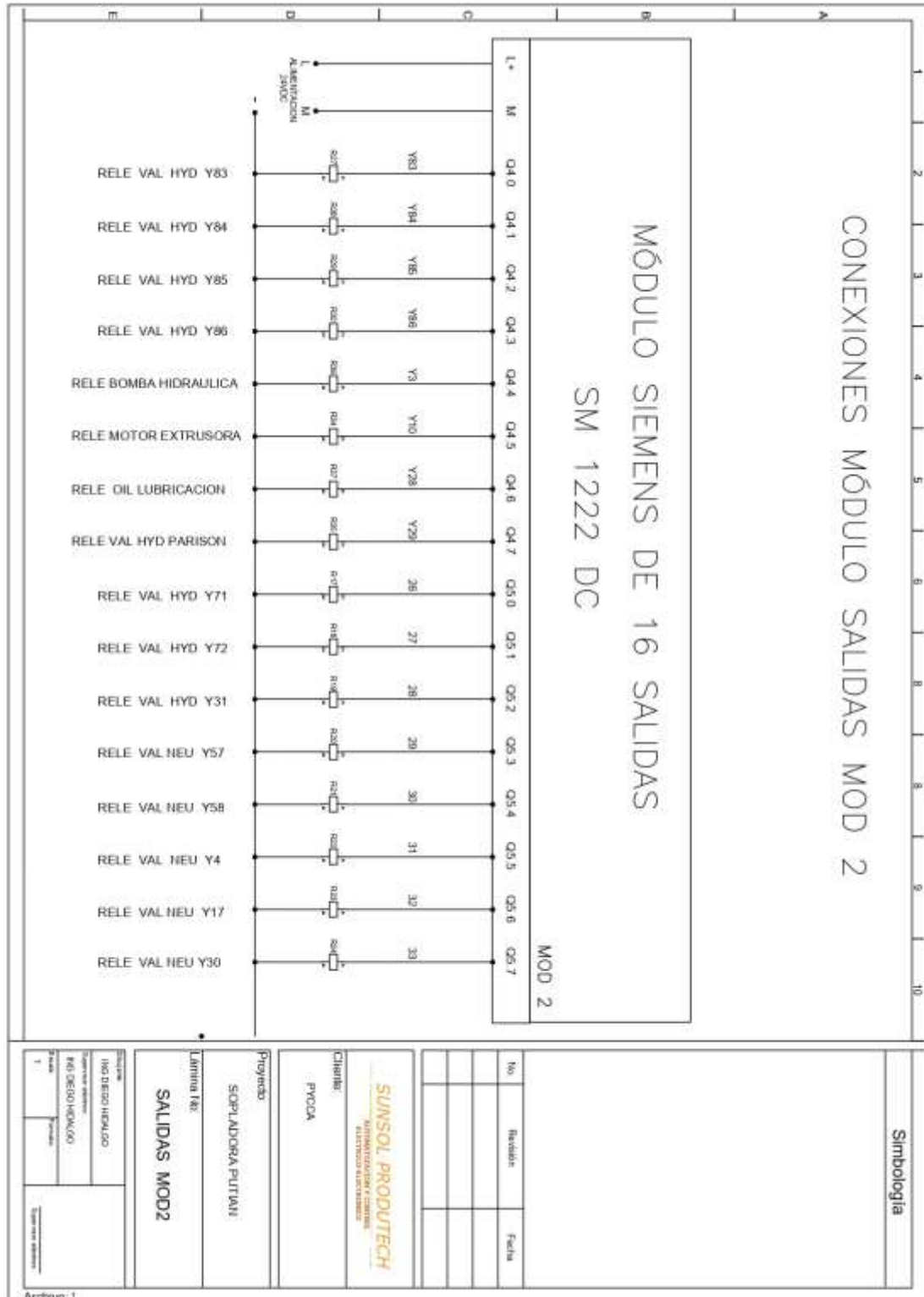
Fuente: El autor

Figura 3.16
 Diagrama módulo 1 Salidas.



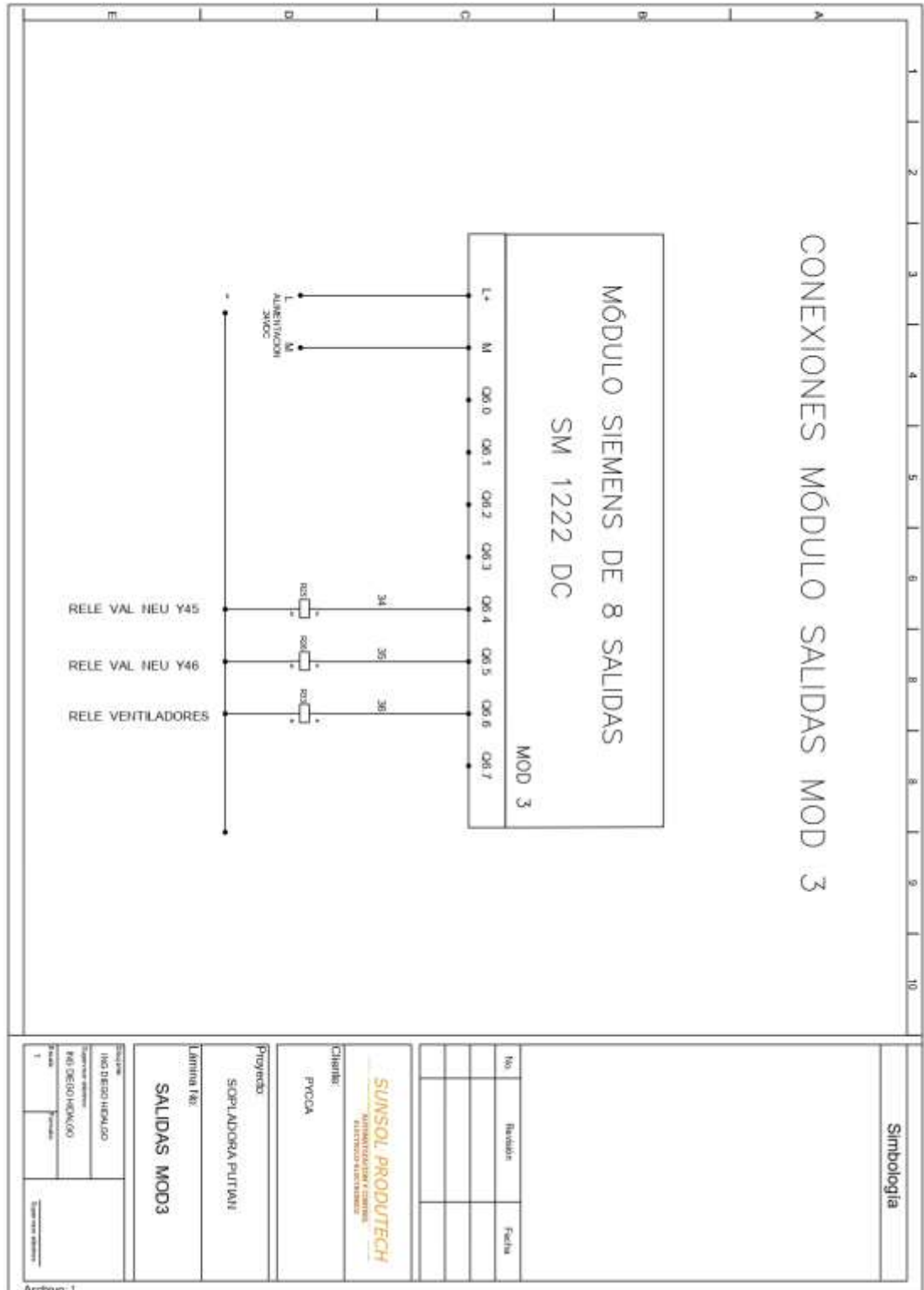
Fuente: El autor

Figura 3.17
Diagrama módulo 2 Salidas



Fuente: El autor

Figura 3.18
 Diagrama módulo 3 Salidas.



Fuente: El autor

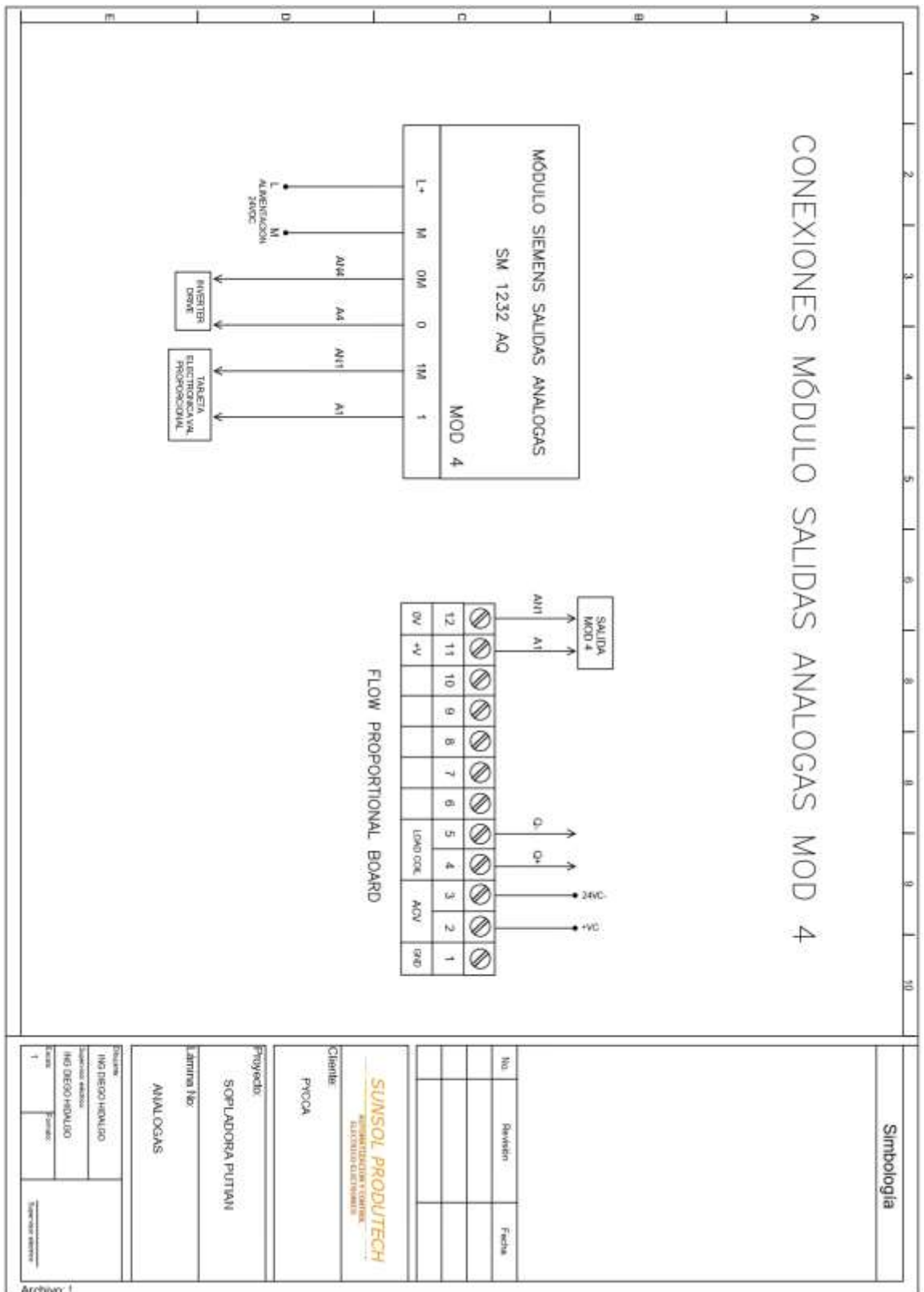
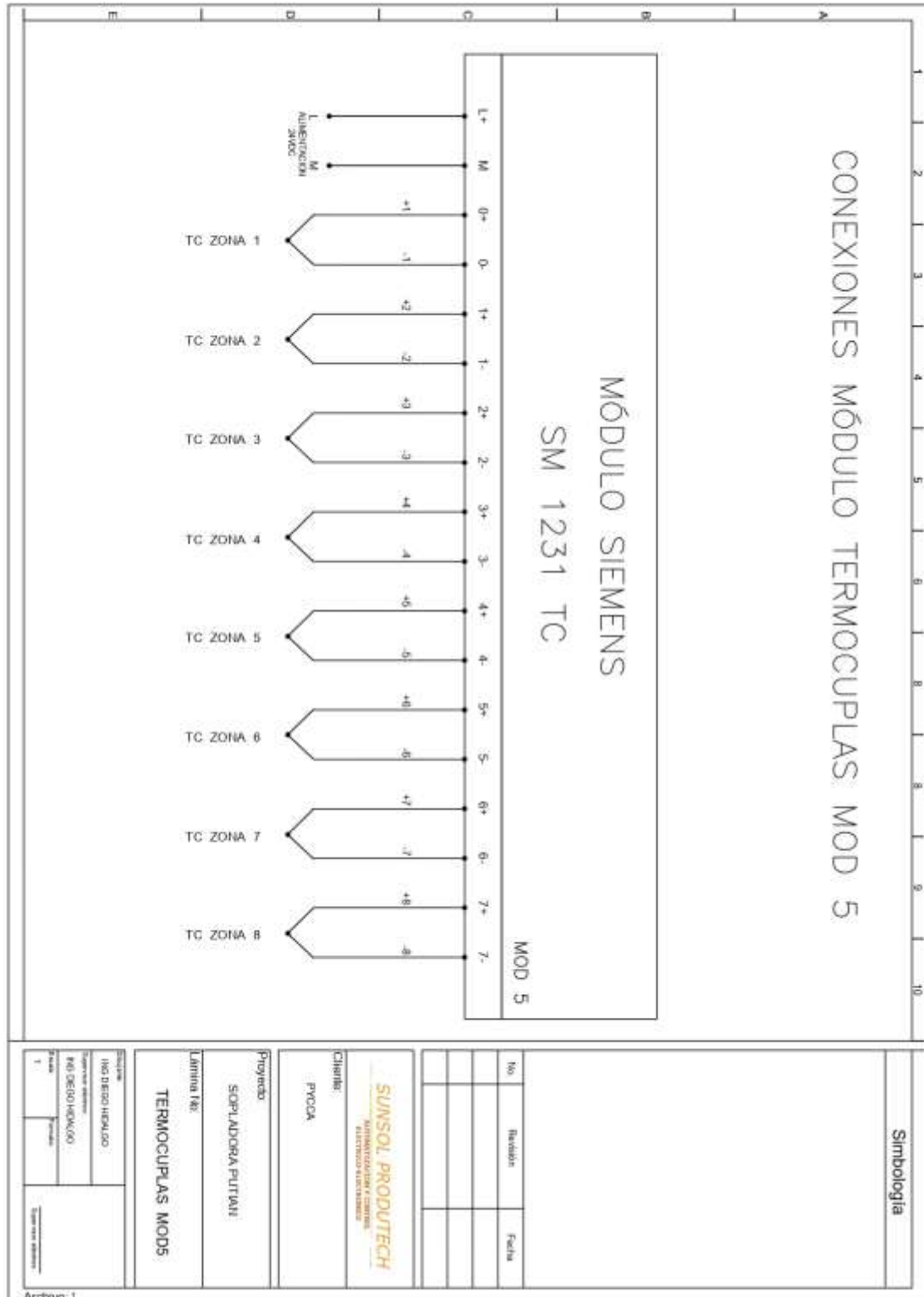


Figura 3.19 Diagrama módulo 4 Salidas Analógicas

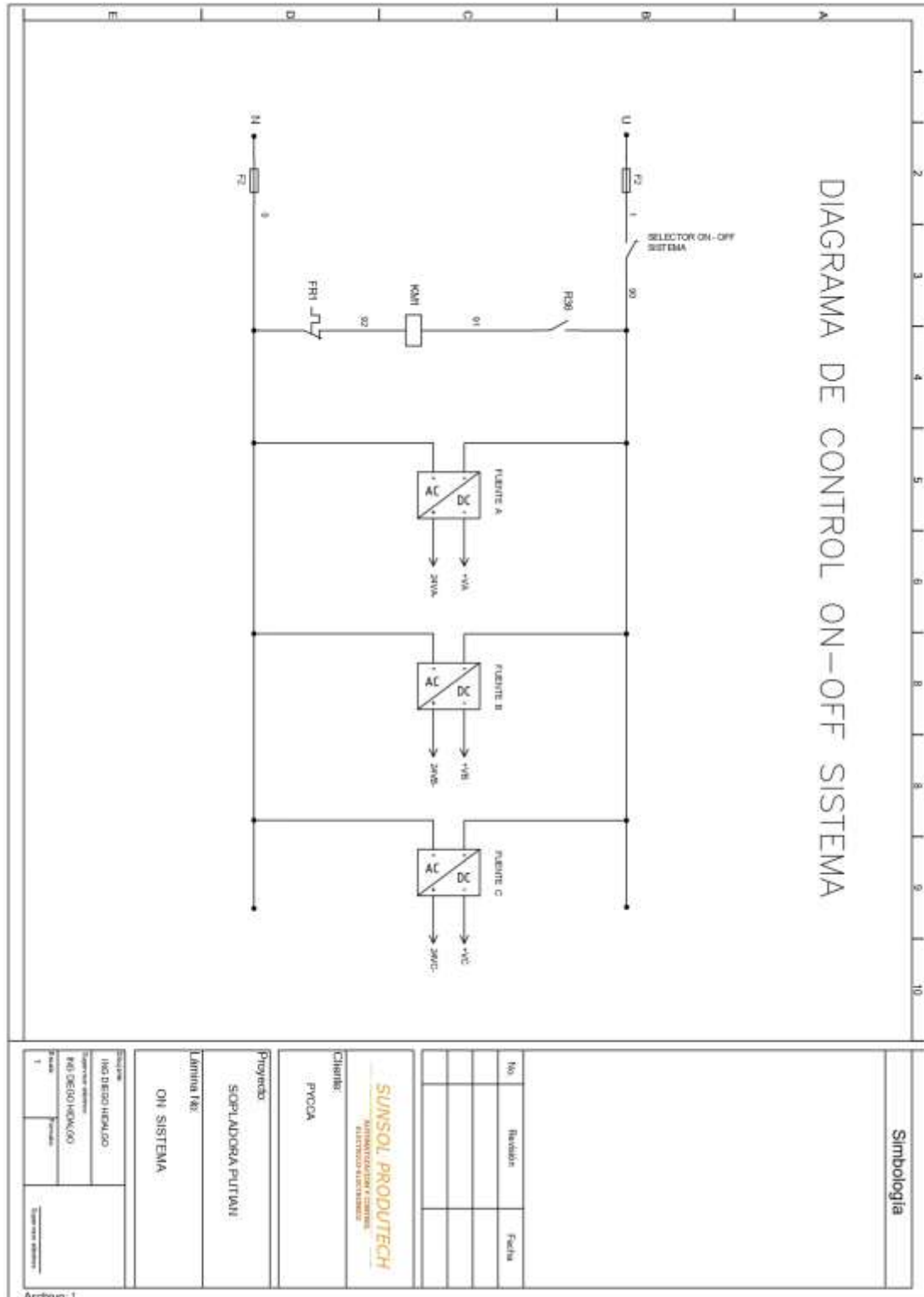
Fuente: El autor

Figura 3.20
 Diagrama módulo 5 Termocuplas



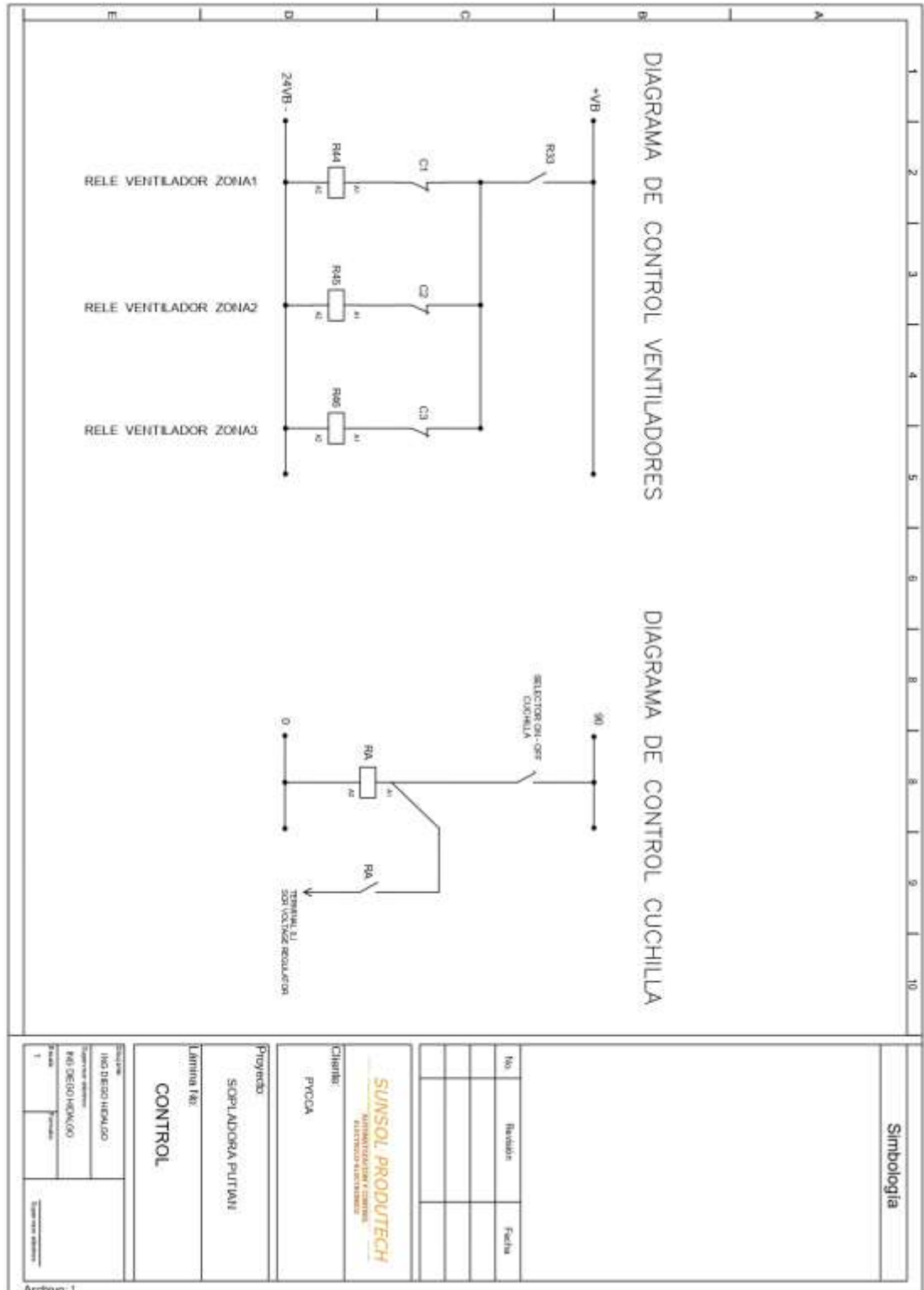
Fuente: El autor

Figura 3.21
Diagrama de control on-off



Fuente: El autor

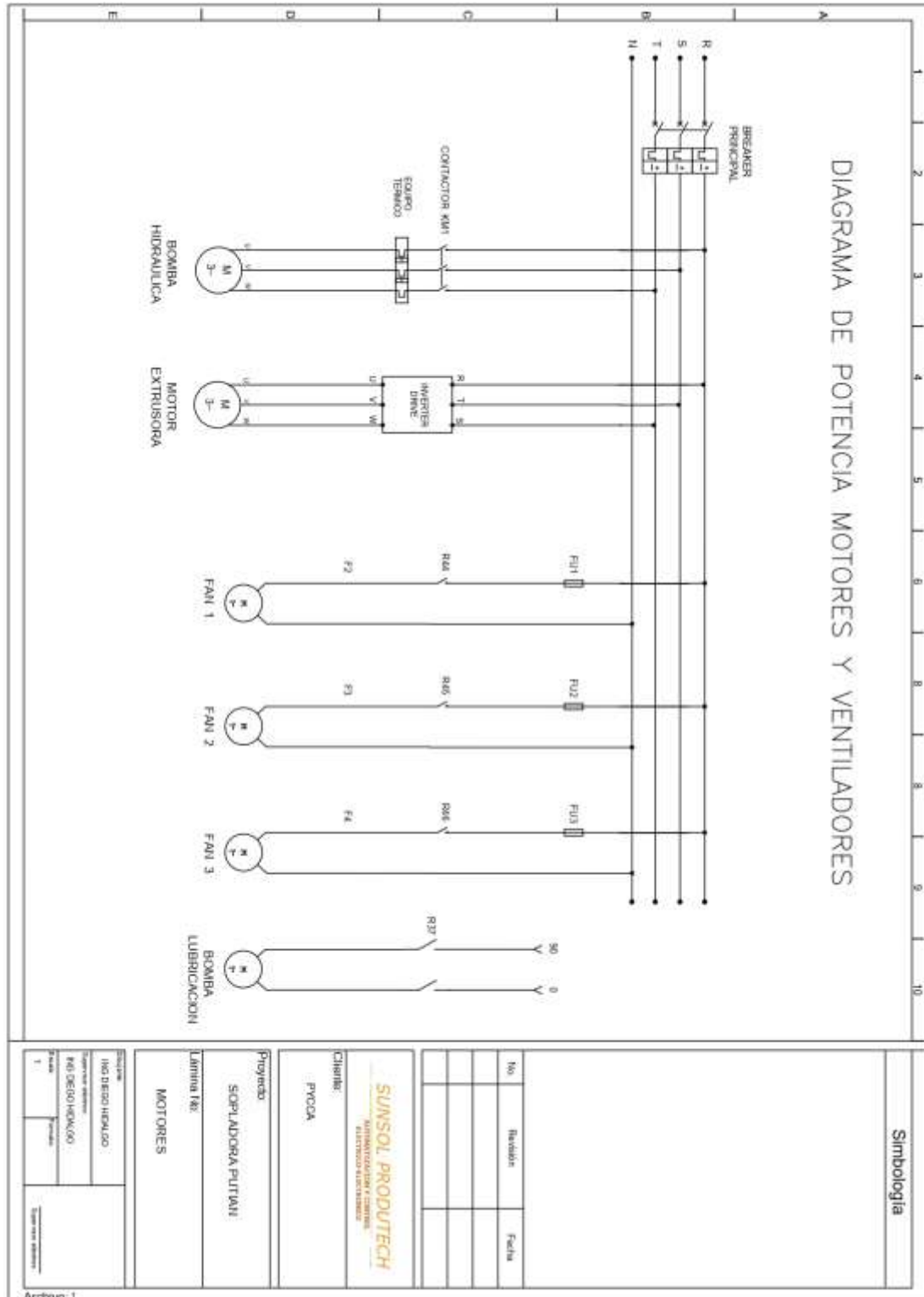
Figura 3.22
Diagrama de control Ventiladores y Cuchillas



Simbología	
No.	Fecha
SUNSQL PRODUCECH <small>INTEGRACIONES Y CONTROL ELECTRONICO AUTOMATIZADO</small>	
Cliente: PICOA	
Proyecto: SOPLADORA PLUMARI	
Lámina No: CONTROL	
Diseñador: ING DIEGO HERNANDEZ	Supervisor: ING DIEGO HERNANDEZ
Proyecto: 1	Fecha: 2023-08-20

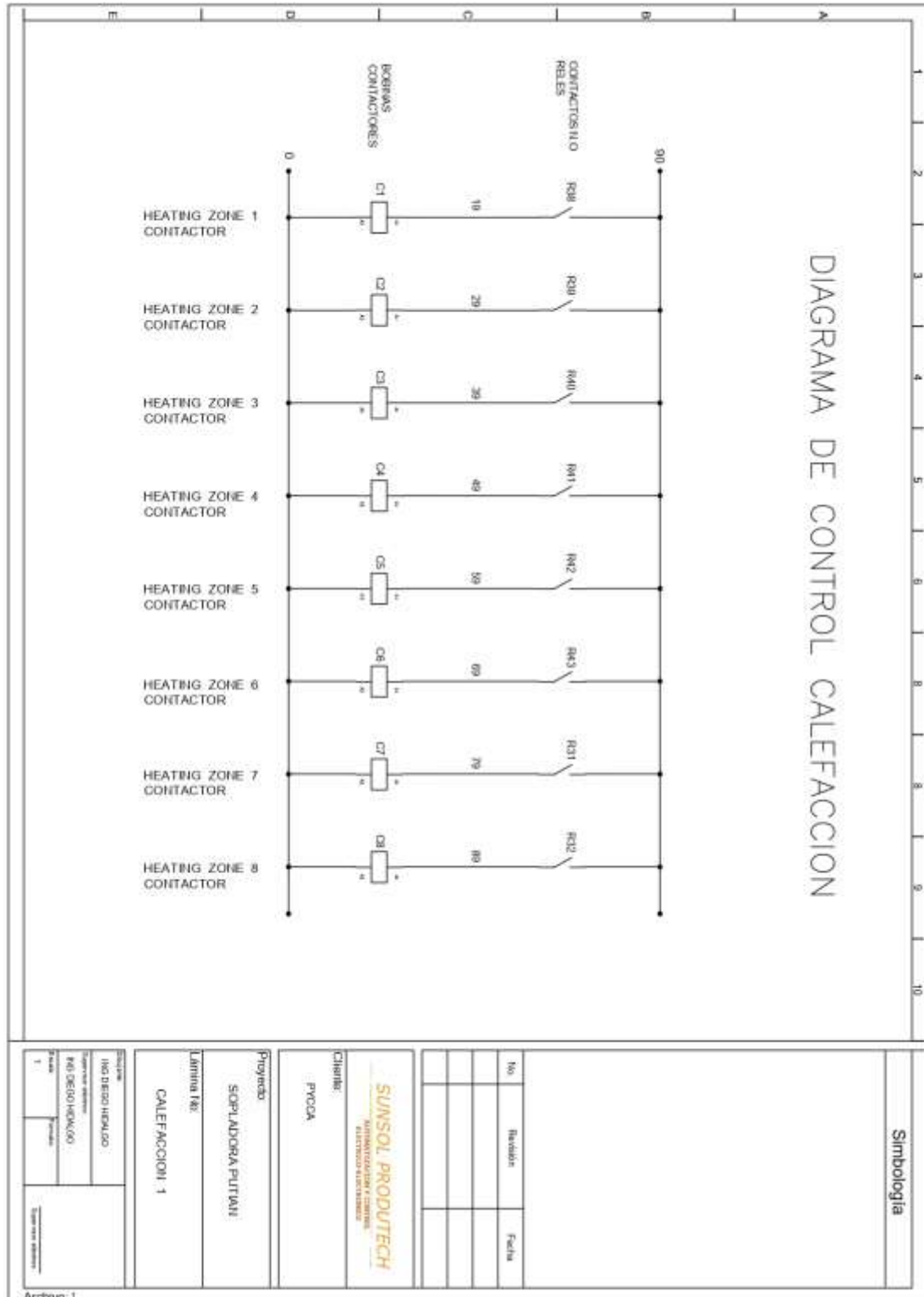
Archivo: 1
 Fuente: El autor

Figura 3.23
Diagrama de Potencia Motores y Ventiladores.



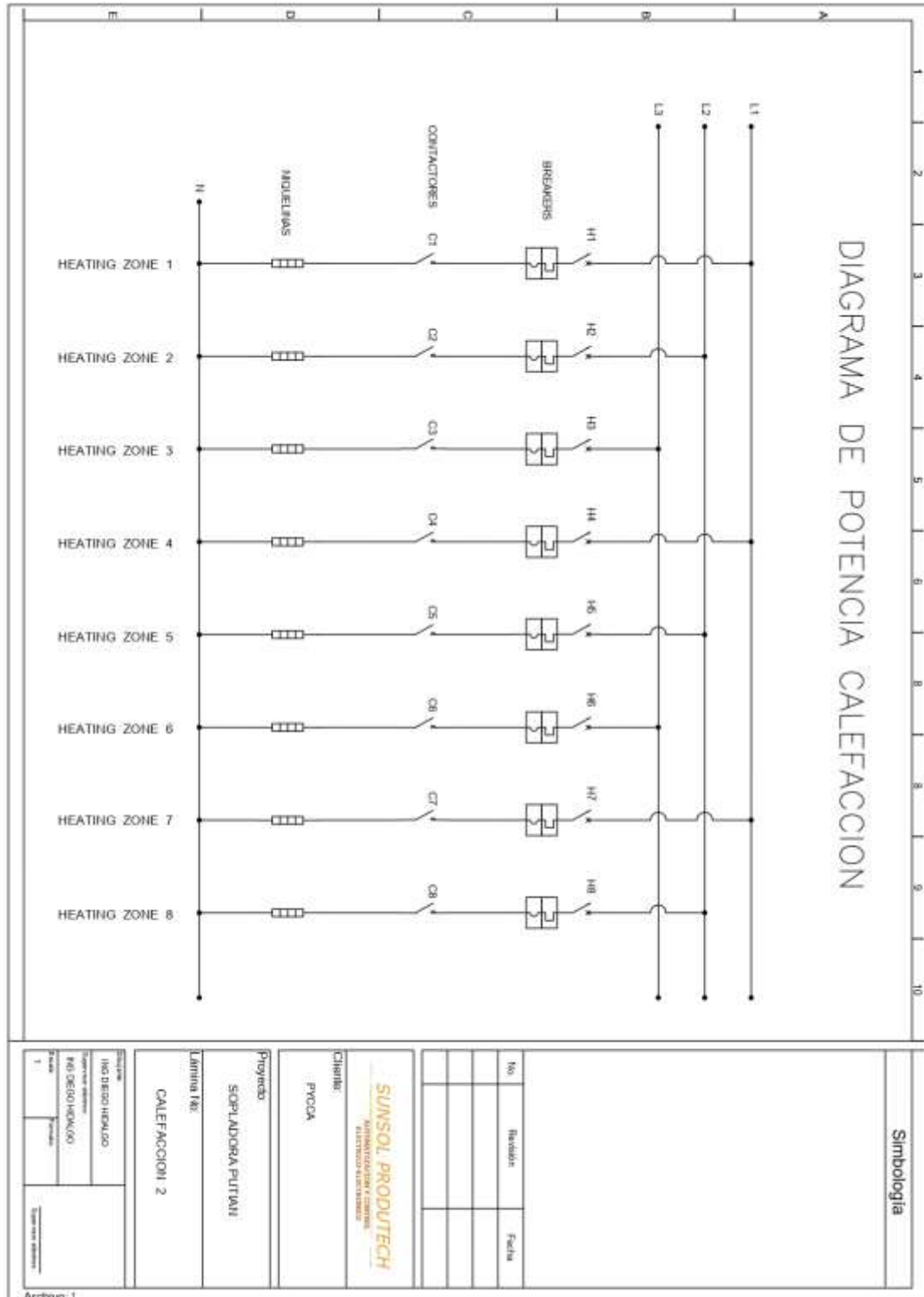
Fuente: El autor

Figura 3.24
Diagrama de Control Calefacción.



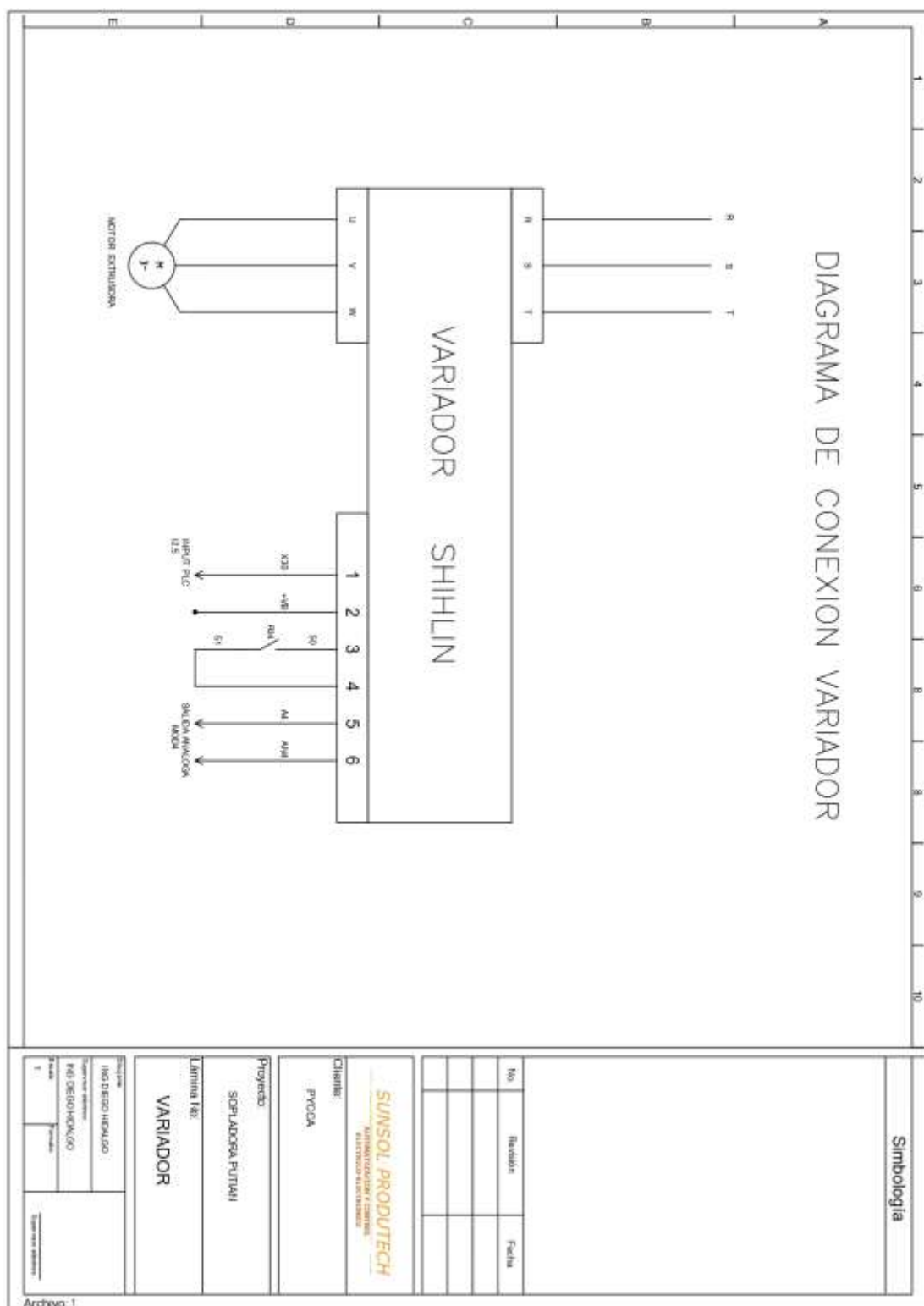
Fuente: El autor

Figura 3.25
Diagrama de Potencia Calefacción.



Fuente: El autor

Figura 3.26
Diagrama de Conexión del Variador.



Archivo: 1

Fuente: El autor

Tabla 3.8*Entradas PLC*

ENTRADA PLC	NOMBRE	DESCRIPCIÓN
I0.0	X0	SENSOR CARRO ARRIBA LOW IZQ
I0.1	X1	SENSOR CARRO ARRIBA FINAL IZQ
I0.2	X2	SENSOR CIERRE FRENO IZQ
I0.3	X3	SENSOR CIERRE FINAL IZQ
I0.4	X4	SENSOR CARRO ABAJO LOW IZQ
I0.5	X5	SENSOR CARRO ABAJO FINAL IZQ
I0.6	X6	SENSOR MAXIMA APERTURA IZQ
I0.7	X7	SENSOR AGUJA ARRIBA IZQ
I1.0	X10	SENSOR CARRO ARRIBA LOW DER
I1.1	X11	SENSOR CARRO ARRIBA FINAL DER
I1.2	X12	SENSOR CIERRE FRENO DER
I1.3	X13	SENSOR CIERRE FINAL DER
I1.4	X14	SENSOR CARRO ABAJO LOW DER
I1.5	X15	SENSOR CARRO ABAJO FINAL DER
I2.0	X16	SENSOR MAXIMA APERTURA DER
I2.1	X17	SENSOR AGUJA ARRIBA DER
I2.2	X20	SENSOR PUERTA IZQ
I2.3	X21	SENSOR PUERTA DER
I2.4	X27	PULSADORES PARO EMERGENCIA
I2.5	X30	ON VARIADOR
I2.6	X32	FALLA RELE TERMICO
I2.7		LIBRE
I3.0		LIBRE
I3.1		LIBRE
I3.2		LIBRE
I3.3		LIBRE

I3.4		LIBRE
I3.5		LIBRE
I3.6		LIBRE

Fuente: El autor

Tabla 3.9

Salidas PLC

SALIDAS PLC	NOMBRE	RELÉ	DESCRIPCIÓN
Q0.0	YH1	R38	RELE HEAT ZONE 1
Q0.1	YH2	R39	RELE HEAT ZONE 2
Q0.2	YH3	R40	RELE HEAT ZONE 3
Q0.3	YH4	R41	RELE HEAT ZONE 4
Q0.4	YH5	R42	RELE HEAT ZONE 5
Q0.5	YH6	R43	RELE HEAT ZONE 6
Q0.6	YH7	R31	RELE HEAT ZONE 7
Q0.7	YH8	R32	RELE HEAT ZONE 8
Q1.0			LIBRE
Q1.1			LIBRE
Q2.0	#10	R1	RELE VAL HYD Y20
Q2.1	#11	R2	RELE VAL HYD Y21
Q2.2	#12	R3	RELE VAL HYD Y22
Q2.3	#13	R4	RELE VAL HYD Y23
Q2.4	#14	R5	RELE VAL HYD Y24
Q2.5	#15	R6	RELE VAL HYD Y25
Q2.6	#16	R7	RELE VAL HYD Y26
Q2.7	#17	R8	RELE VAL HYD Y27
Q3.0	#18	R9	RELE VAL HYD Y32
Q3.1	#19	R10	RELE VAL HYD Y33
Q3.2	#20	R11	RELE VAL HYD Y34
Q3.3	#21	R12	RELE VAL HYD Y35

Q3.4	#22	R13	RELE VAL HYD Y36
Q3.5	#23	R14	RELE VAL HYD Y37
Q3.6	#24	R15	RELE VAL HYD Y69
Q3.7	#25	R16	RELE VAL HYD Y70
Q4.0	Y83	R27	RELE VAL HYD Y83
Q4.1	Y84	R28	RELE VAL HYD Y84
Q4.2	Y85	R29	RELE VAL HYD Y85
Q4.3	Y86	R30	RELE VAL HYD Y86
Q4.4	Y3	R36	RELE BOMBA HIDRAULICA
Q4.5	Y10	R34	RELE MOTOR EXTRUSORA
Q4.6	Y28	R37	RELE OIL LUBRICACION
Q4.7	Y29	R35	RELE VAL HYD PARISON
Q5.0	#26	R17	RELE VAL HYD Y71
Q5.1	#27	R18	RELE VAL HYD Y72
Q5.2	#28	R19	RELE VAL HYD Y31
Q5.3	#29	R20	RELE VAL NEU Y57
Q5.4	#30	R21	RELE VAL NEU Y58
Q5.5	#31	R22	RELE VAL NEU Y4
Q5.6	#32	R23	RELE VAL NEU Y17
Q5.7	#33	R24	RELE VAL NEU Y30
Q6.0			LIBRE
Q6.1			LIBRE
Q6.2			LIBRE
Q6.3			LIBRE
Q6.4	#34	R25	RELE VAL NEU Y45
Q6.5	#35	R26	RELE VAL NEU Y46
Q6.6	#36	R33	RELE VENTILADORES
Q6.7			LIBRE

Fuente: El autor

Tabla 3.10*Válvulas Hidráulicas*

VALVULAS HYD	DESCRIPCION
Y20	VALVULA CIERRE IZQ
Y21	VALVULA DIFF PRES IZQ
Y22	VALVULA APERTURA IZQ
Y23	VALVULA CARRO UP IZQ
Y24	VALVULA CARRO DOWN IZQ
Y25	VALVULA PIN UP IZQ
Y26	VALVULA PIN DOWN IZQ
Y27	VALVULA CABEZAL
Y32	VALVULA DIFF PRES DER
Y33	VALVULA APERTURA DER
Y34	VALVULA CARRO UP DER
Y35	VALVULA CARRO DOWN DER
Y36	VALVULA PIN UP DER
Y37	VALVULA PIN DOWN DER
Y69	VAL LOCK MOLD IZQ
Y70	VAL DECREASE P IZQ
Y71	VAL LOCK MOLD DER
Y72	VAL DECREASE P DER
Y31	VALVULA PIN UP IZQ
Q+ - Q-	VAL PROPORCIONAL

Fuente: El autor

Tabla 3.11*Válvulas Neumáticas*

VALVULAS NEU	DESCRIPCION
Y57	VAL AIRE DESBARBADOR IZQ
Y58	VAL AIRE DESBARBADOR DER
Y4	VAL AIRE CUCHILLA
Y17	VAL AIRE SOPLADO IZQ
Y30	VAL AIRE SOPLADO DER
Y45	VAL AIRE EXTRUDER
Y46	VAL AIRE EXTRUDER 2

Fuente: El autor

Tabla 3.12*Contactores*

CONTACTOR ES	DESCRIPCION
C1	HEATING ZONE 1
C2	HEATING ZONE 2
C3	HEATING ZONE 3
C4	HEATING ZONE 4
C5	HEATING ZONE 5
C6	HEATING ZONE 6
C7	HEATING ZONE 7
C8	HEATING ZONE 8
KM1	BOMBA HIDRAULICA

Fuente: El autor

Tabla 3.13

Breakers

BREAKERS	DESCRIPCION
H1	ZONA 1
H2	ZONA 2
H3	ZONA 3
H4	ZONA 4
H5	ZONA 5
H6	ZONA 6
H7	ZONA 7
H8	ZONA 8

Fuente: El autor

3.3.1 Descripción general de los planos de la maquina sopladora Putián.

Los planos eléctricos mostrados anteriormente muestran los diagramas necesarios para poder dar lectura y reparar en caso de algún fallo o buscar rápidamente algún componente defectuoso. Se presentan diagramas de fuerza y control y conexiones del tablero eléctrico que han sido modificados para su repotenciación y automatización, ya que estos controlan el proceso de manera automática en la fabricación de artículos de plásticos soplados. En las figuras 3.13 y 3.14 se muestran las conexiones de entrada y salida al PLC, como sensores y relé, los cuales son alimentados con 24vDC.

La figura 3.15 muestra las entradas del módulo 1 del PLC en la que constan sensores y pulsadores, por su parte en la figura 3.16 se muestran salidas del módulo 1 del PLC. Los diagramas de los módulos 2, 3 y 4 están detallados en las figuras 3.17, 3.18 y 3.19 respectivamente. En el diagrama 3.20 se muestra las conexiones al módulo 5 que es donde están conectadas

las termocuplas, una herramienta de medición de temperatura. El sistema on-off como se detalla en la figura 3.21 que muestra las fuentes conectadas y un selector general. Las figuras 3.22 y 3.24 muestran el diagrama de control, por su parte las figuras 3.23 y 3.25 muestra los diagramas de potencia del tablero eléctrico de automatización.

Las tablas 3.8 a la 3.13 muestran la distribución y conexión de los movimientos y acciones que serán automatizados por el PLC debidamente identificados en su programación.

3.4 Implementación de una interfaz gráfica para operar la pantalla HMI

Como fue mencionado en el cuarto objetivo del trabajo de investigación, se diseña una interfaz gráfica para la operación de la pantalla HMI, se ha dado prioridad a la simplicidad de navegación por la interfaz, por lo que debe ser intuitiva y sencilla para los reguladores de la fábrica a la hora de programar, cabe recalcar que el diseño es exclusivo para el sistema de control y potencia creado para la maquina sopladora Putián, como se muestra en la figura 3.27.

Figura 3.27

Interfaz de la Pantalla HMI



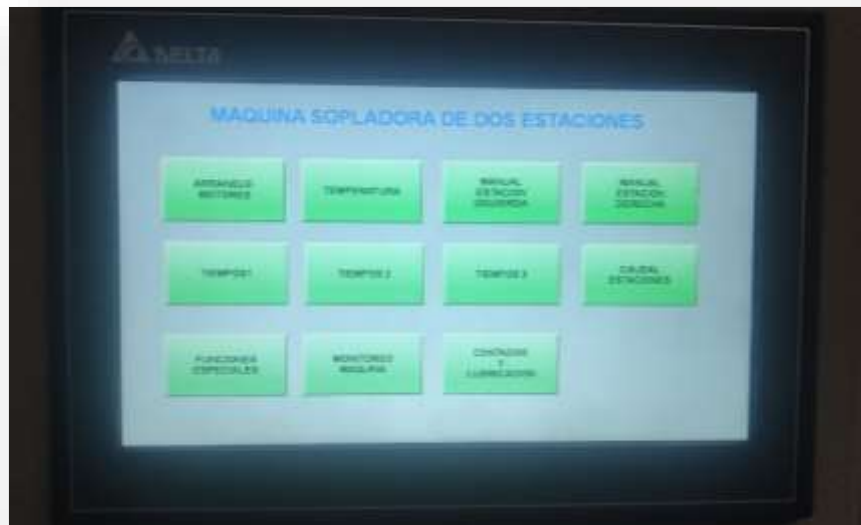
Fuente: El autor

3.4.1 Interfaz de página menú principal de la pantalla HMI Delta.

Es la página programada por defecto al encender la máquina, como se muestra en la figura 3.28 consta de 11 acceso a opciones principales que han sido consideradas importantes, es una página simple y bastante fácil de comprender, al ser una maquina sopladora de dos estaciones ha sido clasificada y separadas por estación, es por esta razón que podemos encontrar con el nombre de estación derecha y estación izquierda para su acceso.

Figura 3.28

Interfaz de página menú principal



Fuente: El autor

3.4.2 Interfaz de encendido de motores y selección de funcionamiento.

Esta página nos brinda accesos que permiten activar y desactivar funciones básicas pero importantes, como el encendido del motor principal, el encendido del tornillo, un apartado que se activa si se encuentra error en las temperaturas, entre otras funciones.

También nos muestra el tiempo del ciclo que dura en terminar un proceso en automático y en la parte inferior una lista de accesos rápidos que podrían ser de utilidad, todo lo mencionado se muestra en la figura 3.29 y en

Figura 3.29

Interfaz de encendido de motores y selección de funcionamiento



Fuente: El autor

Tabla 3.14

Descripción de página de motores

Nombre	Descripción
Motor Principal	Interruptor principal para encender el motor principal.
Tomillo on	Interruptor que enciende el giro del tornillo con la velocidad seteada.
Off calefacción	Interruptor general de encendido y apagado de calefacción
Error temperaturas	Se enciende al estar por encima o por debajo de la temperatura seteada.
Velocidad del tomillo	Configura con rango numérico la velocidad con la que giro el tornillo tras su activación.
Pulsante inicio ciclo	Interruptor que activa el inicio del modo automático tras programación.
Pulsante parada ciclo	Interruptor que activa el paro del modo automático.
Pulsante reset	Interruptor que activa el reseteo del ciclo.

ciclo	
Manual	Activa el modo manual de la maquina
Selección estación izquierda auto	Si esta activado, al iniciar el modo automático solo funcionará la estación izquierda.
Selección estación derecha auto	Si esta activado, al iniciar el modo automático solo funcionará la estación derecha.
Selección doble estación auto	Si esta activado, al iniciar el modo automático funcionarán ambas estaciones.
Tiempo de ciclo	Muestra la información en segundos que dura el ciclo.

Fuente: El autor

3.4.3 Interfaz para el control del sistema de calefacción.

En esta página podemos controlar las temperaturas de cada zona por separado, la maquina sopladora Putian cuenta con 4 zonas en el barril, 1 zona en el cabezal y 1 en la boquilla de cada estación. Su temperatura puede ser seteada a conveniencia, a su vez que nos muestra información detallada sobre la temperatura real gracias a las termocuplas que se encuentran en cada zona por separado, tal como se muestra en la figura 3.30 y en la tabla 3.15.

Figura 3.30

Interfaz del control del sistema de calefacción.



Fuente: El autor

Tabla 3.15

Interfaz del sistema de calefacción

Nombre	Descripción
Off calefacción	Interruptor general de encendido y apagado de calefacción
Estado	Información y nombre de cada una de las zonas por separado
Variable seteada	Nos permite setear el valor de temperatura en grados que necesitamos para el calentamiento.
Variable medida	Muestra información de temperatura actual y real de cada zona.
Selector	Interruptor de encendido y apagado de cada zona por separado.
Tolerancia	Nos permite setear un valor de tolerancia al valor considerado en el interruptor 'variable seteada'.

Fuente: El autor

3.4.4 Interfaz de funcionamiento en manual de la estación izquierda.

Esta página nos brinda accesos que permiten hacer movimientos de forma manual como se muestra en la figura 3.31, es decir el regulador podrá hacer movimientos al pulsar el interruptor deseado en la estación izquierda, se han agregado accesos de información de sensores que al hacer movimientos deberían activarse al final de cada recorrido, la descripción se muestra en la tabla 3.16.

Figura 3.31

Interfaz de funcionamiento en manual de la estación izquierda



Fuente: El autor

Tabla 3.16

Interfaz de funcionamiento en manual de la estación izquierda

Nombre	Descripción
Cierre molde	Realiza el movimiento de cierre de molde en la estación izquierda
Carro adentro	Realiza el movimiento del carro hacia adentro en la estación izquierda

Aguja abajo	Realiza el movimiento de la aguja hacia abajo en la estación izquierda
Soplado	Realiza la acción de soplado en la estación izquierda
Apertura molde	Realiza el movimiento de apertura de molde en la estación izquierda
Carro afuera	Realiza el movimiento del carro hacia afuera en la estación izquierda
Aguja arriba	Realiza el movimiento de la aguja hacia arriba en la estación izquierda
Cuchilla	Realiza el movimiento de la cuchilla de corte en la estación izquierda
Cabezal arriba	Realiza el movimiento del cabezal arriba en la estación izquierda

Fuente: El autor

3.4.5 Interfaz de funcionamiento en manual de la estación derecha.

Esta página nos brinda accesos que permiten hacer movimientos de forma manual como se muestra en la figura 3.22, es decir el regulador podrá hacer movimientos al pulsar el interruptor deseado en la estación derecha, se han agregado accesos de información de sensores que al hacer movimientos deberían activarse al final de cada recorrido, la descripción se encuentra en la tabla 3.17.

Figura 3.32

Interfaz de funcionamiento en manual de la estación derecha



Fuente: El autor

Tabla 3.17

Interfaz de funcionamiento en manual de la estación derecha

Nombre	Descripción
Cierre molde	Realiza el movimiento de cierre de molde en la estación derecha
Carro adentro	Realiza el movimiento del carro hacia adentro en la estación derecha
Aguja abajo	Realiza el movimiento de la aguja hacia abajo en la estación derecha
Soplado	Realiza la acción de soplado en la estación derecha
Apertura molde	Realiza el movimiento de apertura de molde en la estación derecha
Carro afuera	Realiza el movimiento del carro hacia afuera en la estación derecha
Aguja arriba	Realiza el movimiento de la aguja hacia arriba en la estación derecha
Cuchilla	Realiza el movimiento de la cuchilla de corte en la estación derecha
Cabezal arriba	Realiza el movimiento del cabezal arriba en la estación derecha

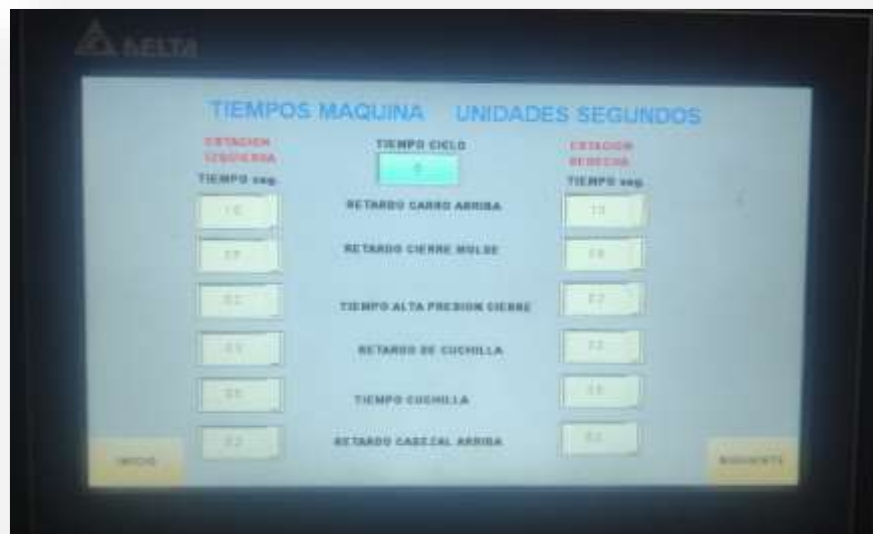
Fuente: El autor

3.4.6 Interfaz de tiempos de la máquina para el ciclo automático.

En esta página se configura los tiempos de la máquina para el ciclo en automático, de igual forma podemos configurar por separado las dos estaciones, son tiempos que se programan en segundos para hacer algún movimiento, de esto se encarga de configurar el regulador, como vemos en la figura 3.33, 3.34 y 3.35. Se ha adaptado una interfaz sencilla y nada compleja para optimizar el tiempo que se emplea en la programación y arranque de la maquina sopladora, la descripción de los tiempos se encuentra en la tabla 3.18.

Figura 3.33

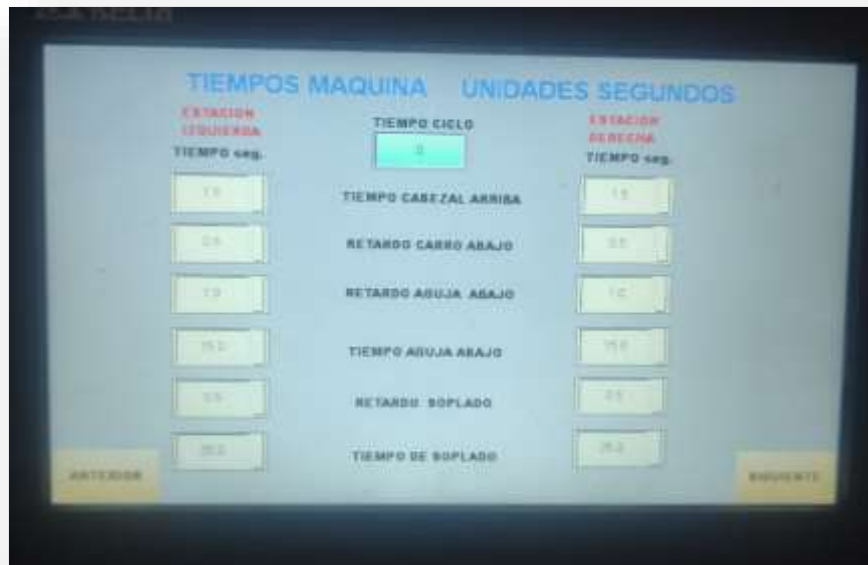
Interfaz de tiempos de la máquina para el ciclo automático página 1



Fuente: El autor

Figura 3.34

Interfaz de tiempos de la máquina para el ciclo automático página 2



Fuente: El autor

Figura 3.35

Interfaz de tiempos de la máquina para el ciclo automático página 3



Fuente: El autor

Tabla 3.18*Interfaz de tiempos de la máquina para el ciclo automático.*

Nombre	Descripción
Tiempo cabezal arriba	Tiempo para movimiento cabezal arriba
Retardo carro abajo	Tiempo de retardo para realizar el movimiento de carro abajo
Retardo aguja abajo	Tiempo de retardo para realizar el movimiento de aguja abajo
Tiempo aguja abajo	Tiempo para movimiento cabezal arriba
Retardo soplado	Tiempo de retardo para realizar el soplado
Tiempo soplado	Tiempo para el soplado
Retardo carro arriba	Tiempo de retardo para realizar el movimiento de carro arriba
Retardo cierre molde	Tiempo de retardo para realizar el movimiento de cierre de molde
Tiempo alta presión cierre	Tiempo para movimiento cierre alta presión
Retardo cuchilla	Tiempo de retardo para realizar el movimiento de cuchilla
Tiempo cuchilla	Tiempo para movimiento de cuchilla
Retardo cabezal arriba	Tiempo de retardo para realizar el movimiento de cabezal arriba
Retardo desbarbador	Tiempo de retardo para el desbarbador
Tiempo desbarbador	Tiempo para el desbarbador
Retardo apertura molde	Tiempo de retardo para realizar el movimiento de apertura molde

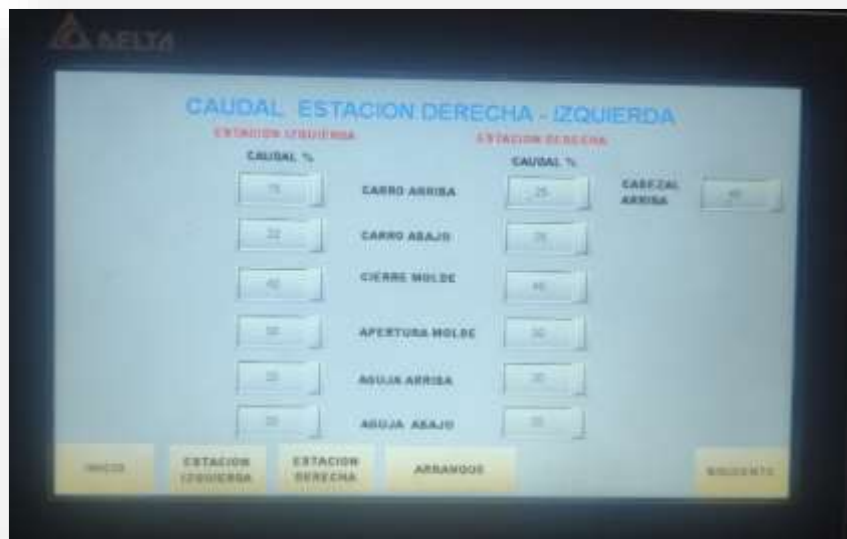
Fuente: El autor

3.4.7 Interfaz para el caudal de presión de la maquina sopladora.

En esta página podemos controlar el caudal de presión en cada una de las estaciones, lo manejamos en porcentaje y dependiendo el valor será la fuerza del movimiento como se muestra en la figura 3.36 y la descripción en la tabla 3.19.

Figura 3.36

Interfaz para el caudal de presión de la maquina sopladora



Fuente: El autor

Tabla 3.19

Caudal de la maquina sopladora

Nombre	Descripción
Carro arriba	Porcentaje de caudal para movimiento carro arriba
Carro abajo	Porcentaje de caudal para movimiento carro abajo
Cierre molde	Porcentaje de caudal para movimiento cierre molde
Apertura molde	Porcentaje de caudal para movimiento apertura molde

Aguja arriba	Porcentaje de caudal para movimiento aguja arriba
Aguja abajo	Porcentaje de caudal para movimiento aguja abajo

Fuente: El autor

3.4.8 Interfaz de entradas y salidas de la maquina sopladora.

En esta página encontramos información de las entradas y salidas del PLC, como los sensores de movimiento, seguros de puerta, micros de seguridad, válvulas y el variador.

Podemos visualizar de forma gráfica el estado de cada una de ellas, tal cual se muestra en la figura 3.37.

Figura 3.37

Entradas y Salidas



Fuente: El autor

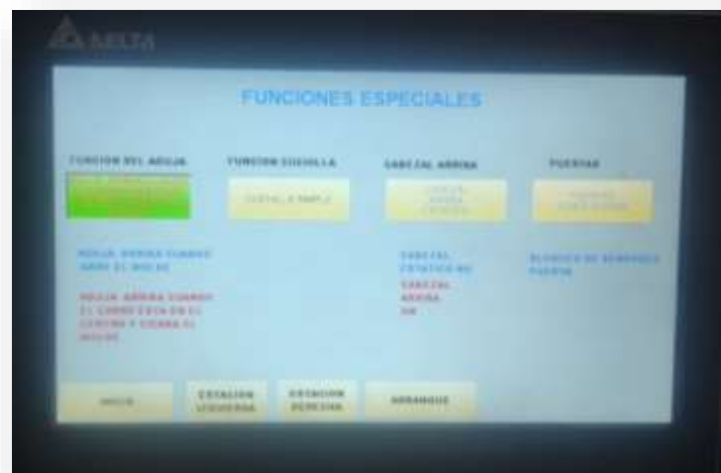
3.4.9 Interfaz de funciones especiales establecidas.

En esta página mostraremos algunas funciones especiales pedidas por los reguladores y supervisores de la planta, ya que en algunas ocasiones han sido de ayuda y son características heredadas del antiguo sistema HMI de la

maquina sopladora. En la figura 3.38 mostramos los interruptores de dichas opciones.

Figura 3.38

Interfaz de Funciones especiales



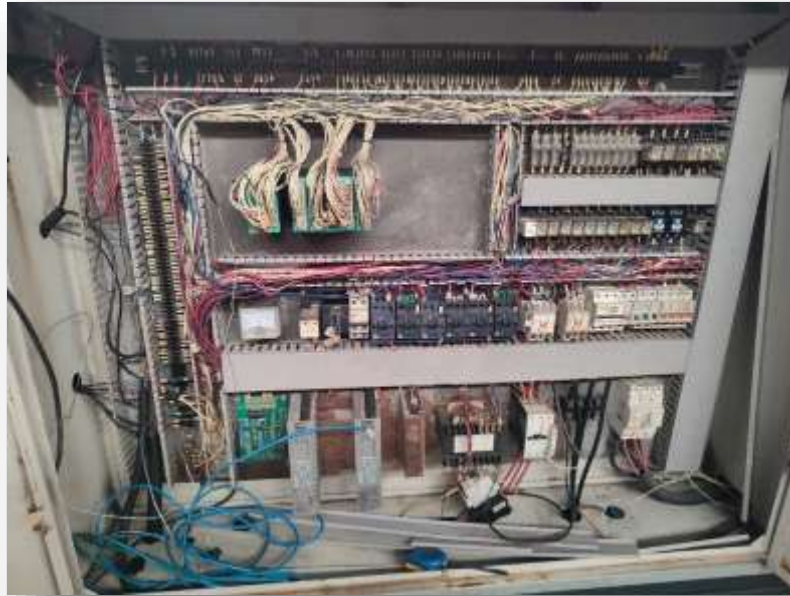
Fuente: El autor

3.4.10 Análisis de resultados después de la repotenciación y automatización de la máquina sopladora Putián.

Como parte de la repotenciación se reemplazaron componentes eléctricos defectuosos y en mal estado, 3 contactores Schneider Electric Lc1 D32, 2 breaker de 3 polos Schneider Electric clase 32 y como protección del PLC 25 relay encapsulados LIRRD de 8 pines colocados en el riel Din, estos componentes hacían que la maquina sopladora ocasione fallas en su funcionamiento prolongado, también se reemplazaron cables que ya estaban sulfatados y mediante normas se colocan cables del calibre que corresponden; cable #10, y cable #14 según fue necesario , se enumeran y etiquetan los cables según los planos eléctricos realizados. En la figura 3.39 se muestra el sistema eléctrico anterior, el cual podemos notar deterioro y todo muy confuso, hasta peligroso a la hora de arrancar la máquina.

Figura 3.39

Panel eléctrico antes de la repotenciación y automatización



Fuente: El autor

En la figura 3.40 se muestra el estado actual de la maquina sopladora, donde se encuentra la cabina ordenada y bien ubicado cada componente eléctrico, marcado para su fácil seguimiento.

Figura 3.40

Panel eléctrico después de la repotenciación y automatización



Fuente: El autor

3.4.11 Pruebas de producción en modo automático.

En el siguiente apartado describiremos una serie de pruebas de producción que fueron realizadas a la maquina sopladora después de ser repotenciada y automatizada, esta prueba se realizó con el articulo principal y con mas demanda que genera la máquina, la rueda super cabalino.

Una vez regulada la maquina con una temperatura de 180 grados, se realizan pruebas de soplado y se procede con la fabricación del artículo, se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 3.20

Resultados de muestras de producción.

Muestra	Turno	Tiempo (s)	Cumplimiento
1	1	50	100%
2	1	48	100%
3	1	48	100%
4	1	47	100%
5	1	48	100%
6	1	45	100%
7	1	45	100%
8	1	45	100%
9	1	46	100%
10	1	45	100%

Fuente: El autor

De los resultados que hemos obtenido se puede deducir que los 10 ciclos se llenaron al 100% y salieron completos los artículos, los tiempos se encuentran en un rango de 50 a 45 segundos, muy por debajo al ciclo con el que trabajaba la máquina antes de repotenciar y automatizar, ya que el tiempo según los reguladores era de 60 segundos, y así constaban en los registros, por lo tanto, existe una mejora notoria del 25% en los tiempos de ciclo.

También es importante recalcar que el regulador debe conocer el material y temperaturas de fusión, el material usado es polietileno pelletizado.

A l terminar el turno se fabricaron 1400 unidades completas y un total de 50 unidades defectuosas que por algún motivo de temperatura y material se dañaron en

el proceso, en los registros constan que por turno se generaban 1000 unidades con un total de 250 unidades defectuosas, por lo que claramente se ve un aumento de producción por turno alrededor del 40% y una reducción del 80% en artículo defectuosos.

Un tema muy importante para la empresa son los tiempos que permanece parada la maquina en cada turno, ya que la maquina sopladora tenía un estimado de 3 horas por turno que permanecía sin trabajar por problemas de funcionamiento y problema operacional, con la repotenciación se logró reducir más del 65% en que la maquina está parada, y en su totalidad por problemas operacionales, ya que no existe problemas reportados por falla en funcionamiento.

En cuanto a la complejidad del manejo por pantalla HMI se eligió una escala del 1 al 10, con el sistema anterior se dio una puntuación de 7 puntos en complejidad, y con la interfaz nueva bajó a 2 puntos en promedio, estos datos según reguladores que trabajan constantemente en la maquina sopladora.

De manera general se observa que la repotenciación y automatización de la maquina sopladora Putian se realizó exitosamente, ya que se consiguió mejorar tiempos de producción, se disminuyó tiempos de máquina parada por funcionamiento y recuperamos la funcionalidad que caracterizaba dicha máquina, pero esta vez mucho más sencillo a la hora de regular, este proceso se realizó con un margen para futuras mejoras.

CAPÍTULO 4: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

- Se logró alcanzar el primer objetivo, en el que se identifica la ubicación de la empresa donde está ubicada la maquina sopladora Putian de dos estaciones, la misma que tendrá las facilidades técnicas y eléctricas para su correcto funcionamiento.

- Se dio a conocer las especificaciones técnicas de los elementos para automatizar el sistema de control eléctrico como se planteó en el segundo objetivo, empezando por la descripción de la maquina sopladora e ir presentando características técnicas y características principales del sistema eléctrico, y en la cual a través de una encuesta mediante resultados se propone al jefe de mantenimiento repotenciar y automatizar con un nuevo sistema la maquina sopladora.

- Se plasmó en planos eléctricos y diagramas el tercer objetivo de la investigación, el cual incluye diseños de los diagramas eléctricos de fuerza y control y la implementación de algoritmos con tablas para el PLC que cubren con las necesidades en el proceso de soplado, realizados por el software de AutoCAD, ya que debido a la repotenciación de la maquina sopladora Putian, se crearon nuevos planos que quedaran en el área de mantenimiento de la empresa Pika Plásticos Industriales.

- Se realizaron pruebas de funcionamiento en cuanto a sensores, protecciones, componentes reemplazados y el sistema automático donde se comprobaron resultados de funcionamiento de la maquina sopladora.

- Se implemento una interfaz HMI sencilla para el manejo intuitivo de reguladores y operadores en el caso de ser necesario, esto permitió una configuración sencilla de tiempos para el proceso en automático de soplado, la programación se realizó con el software TIA PORTAL, allí se realizaron los diseños e interfaz para la pantalla HMI DELTA.

4.2 Recomendaciones

Se recomiendan charlas y capacitaciones para reguladores de la planta sobre el manejo y configuración de la pantalla HMI, adicionalmente charlas técnicas a los integrantes del área de mantenimiento de producción, donde los electricistas encargados obtengan conocimientos de los nuevos planos de control y fuerza, para poder identificar con facilidad daños y fallas en el sistema de control eléctrico.

Se recomienda un mantenimiento preventivo cada 3 meses a todo el sistema eléctrico y de emergencia, para evitar fallas a futuro, deterioro prematuro y accidentes que se puedan provocar al operador.

Se recomienda el uso de EPP (equipo de protección personal) necesario al manipular la maquina sopladora.

4.3 Bibliografía

- Aceitón, J. (2020). *El IOT-PLC: una nueva generación de controladores lógicos programables para la industria 4.0*.
- Amalfitano, J., & Solá, F. (2023). *Plan de upgrading tecnológico en el sistema de comercialización de la empresa LecerMob*.
- Andrango, J., & Changoluisa, J. (2023). *Diseño y construcción de un sistema automatizado de dosificación de elementos controlado por un PLC S7 1200*.
- Arevalo, V., Vicente-del-Rey, J., Garcia-Morales, I., & Rivas-Blanco, I. (2020). Minivideos tutoriales como apoyo al aprendizaje de conceptos básicos para un curso de Fundamentos de Control Automático. *Revista Iberoamericana de Automática e Informática Industrial*, 17(2), 107-115.
- Badenas, S. (2019). *Diseño e implementación de un plan de mantenimiento para una empresa productora de envases de plásticos*.
- Bonilla, M., Delgado, B., & Pozas, B. (2020). Propuesta de implementación de sistema de sensorización y monitorización para la mejora de edificios públicos= Implementing a monitoring system's proposal for the improvement of public buildings. *Anales de Edificación*, 6(3), 35-39.
- Capdevila, D., Spinelli, E., & Veiga, A. (2019). *Plataforma vestible para interfaces hombre-máquina. In V Jornadas de Investigación, Transferencia y Extensión de la Facultad de Ingeniería*.
- Chacón-Ramírez, E., Cardillo-Albarrán, J., & Uribe-Hernández, J. (2020). Industria 4.0 en América Latina: Una ruta para su implantación. *Revista Ingenio*, 17(1), 28-35.

- Chambi, P. (2021). *Diseño de válvula reguladora de caudal de aire para la optimización del sistema de soplado de botellas PET en máquinas sopladoras semiautomáticas de dos cavidades.*
- Cruz, D., Ferrin, J., Parrales, K., Parrales, A., Hernandez, M., Lino, E., & García, F. (2019). *Módulo con controladores lógicos programables para la enseñanza-aprendizaje de electrónica.* Vol. 50 3Ciencias.
- Dib, S. (2023). *Tareas ofimáticas repetitivas simuladas con modelador de eventos discretos, frente a automatización robótica de procesos: comparativa de resultados con cuadro de control de inteligencia de negocios.*
- Donati, J., Marañón, J., & Delnero, J. (2023). Caracterización de actuador piezoeléctrico para sistema de control de flujo activo. In VII Jornadas de Investigación, Transferencia y Extensión de la Facultad de Ingeniería. *In VII Jornadas de Investigación, Transferencia y Extensión de la Facultad de Ingeniería.*
- Escaño, J., Nuevo, A., & García, C. (2019). *Integración de sistemas de automatización industrial.* Ediciones Paraninfo, SA.
- González, D. (2021). *Estudio para reducción de porcentaje de desperdicio (merma) en el proceso de soplado de una manufacturera de envases plásticos aplicando Lean Six Sigma.*
- Hernández-López, Y., Rivas-Pérez, R., & Feliu-Batlle, V. (2020). Control automático de la distribución de agua en sistemas de riego: revisión y retos. *Ingeniería Electrónica, Automática y Comunicaciones*, 41(2), 80-97.
- Jaramillo, T. (2019). *Mejora de la productividad en la fabricación de envases plásticos para alimentos en la Empresa Plásticos ABC ubicada en la ciudad de Quito.*

- Jiménez, J. (2020). La implementación de un sistema automatizado reduce los tiempos de atención en los procesos aplicables a la ventanilla única de turismo en la Municipalidad Provincial del Callao. . *Industrial Data*, 23(2), 31-37.
- Leon, R., Moreno, L., M. S., Girón, N., Viteri, S., & Hernandez, J. (2020). Automatización y simulación de una estación de clasificación con pivots y sensores de visión. *INGnosis*, 6(2), 52-60.
- Loor Rodríguez, L. (2021). *Implementación de I/O analógicas y digitales en los módulos didácticos PLC's del LTI-ESFOT*.
- López, M. (2019). *Control automático de iluminación mediante PLC, HMI y bus de comunicación industrial*.
- Maquera, Y., & Juan, C. (2021). Automatización de máquinas industriales con la aplicación del plc simatic s7-200. *Revista científica "Electrónica ETN N° "*, 17(1/2021).
- Máquinas de soplado. (2021). *Máquinas de soplado a extrusión continua*. Obtenido de Máquinas de soplado: <https://maquinasdesoplado.com.mx/maquinas-de-soplado-extrusion-continua/>
- Mazur, P., Czerwinski, R., & Chmiel, M. (2020). PLC implementation in the form of a System-on-a-Chip. *Bulletin of the Polish Academy of Sciences: Technical Sciences*, 1263-1273.
- Medina, D. (2021). *Estandarización del proceso operativo del área de soplado (envases Pet) en la Empresa San Miguel Industrias Pet* .

- Medrano, M., Sideregts, C., & Vargas, L. (2023). Modulo didáctico para el aprendizaje del controlador lógico programable (PLC) SIMATIC S7-1200. *Boletín de Ingeniería*, 1-1.
- Morales, F., Haro, G., Escalona, M., & Toasa, R. (2020). Sistema de control y monitoreo bajo los protocolos Ethernet y Modbus RTU en el control de sistemas de cintas transportadoras para línea embotelladora de bebidas. *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologías de Informação*, E27, 636-649.
- Pin, D., & Pinela, C. (2023). *Repotenciación de las etapas eléctrica y de control de una máquina inyectora de plástico para la empresa Juan Moreira*.
- Quinaluisa, L., & Robalino, G. (2020). *Simulación de un sistema de control automático para las máquinas de procesamiento de residuos plásticos de la Fundación FUCAE*.
- Ramos, C. (2020). *Instalación y evaluación energética de un chiller para el enfriamiento de una máquina sopladora automática de botellas PET*.
- Rios, A. (2020). *Seguridad y biometría en cuestión: el sistema federal de identificación biométrica (SIBIOS) en Argentina*.
- Rodríguez-Méndez, F., Meneses-Guzmán, M., Chinè-Polito, B., & Pereira-Arroyo, R. (2019). Desarrollo de un sistema automatizado de escaneo por radiación gamma. *Revista Tecnología en Marcha*, 32(3), 87-98.
- Rogger, A. (2019). Módulo didáctico para controlar nivel y caudal de agua, mediante sistema SCADA, PLC y algoritmo PID. . *Revista de Investigaciones en Energía, Medio Ambiente y Tecnología: RIEMAT ISSN: 2588-0721*, 4(2), 50-62.

- Rojas, J., & Velásquez, J. (2023). *Reparación de los tableros de pruebas neumático y electroneumático e implementación de control automático del tablero electroneumático mediante PLC.*
- Roque, J., & Serna, P. (2022). *Sistema de control basado en PLC y HMI para la automatización de una máquina de moldes de plástico en una fábrica de Chiclayo.*
- Sandberg, J., Holmström, J., & Lyytinen, K. (2020). Digitization and phase transitions in platform organizing logics: Evidence from the process automation industry. *Management Information Systems Quarterly*, 44(1), 129-153.
- Santoyo, A., López, C., & Castillo, C. (2021). SecuenciaLab: laboratorio de simulación para entrenamiento en manejo de sistemas de control electromecánicos. *RIDE. Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 11(22).
- Torres, A., Gómez, J., & Escaño, J. (2022). Interconexión de gemelo digital de célula de fabricación flexible con PLC, para el aprendizaje automático de parámetros. *XLIII Jornadas de Automática Universidade da Coruña. Serviço de Publicações.*, (pp. 241-247).
- Zuluaga, I., Zapata, E., & Cruz, R. (2023). *Diseño de la red de aire comprimido para las máquinas inyectoras welltec y la sopladora safimo del proceso de inyección de plástico en la empresa industrias plásticas Moser SAS.*
- Zuluaga, J., Rey, J., Mantilla, M., Díaz, Ó., López, B., Ortiz, A., & Rubio, F. (2023). Sistema IoT para el monitoreo y control de una microrred eléctrica

experimental: diseño para la investigación y la enseñanza. *Encuentro Internacional de Educación en Ingeniería.*

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

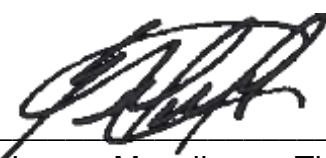
Yo, **Larrea Mogollones, Tito Steven** con C.C: # 0930171533 autor del Trabajo de Titulación: **Repotenciación y automatización del sistema de control eléctrico para una máquina sopladora de plástico marca Putián de dos estaciones en Pika (Plásticos Industriales)**, previo a la obtención del título de **INGENIERO ELÉCTRICO MECÁNICO** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, 19 de febrero del 2024

f. _____



Nombre: Larrea Mogollones, Tito Steven
C.C: 0930171533



Presidencia
de la República
del Ecuador



Plan Nacional
de Ciencia, Tecnología,
Innovación y Saberes



SENESCYT
Secretaría Nacional de Educación Superior,
Ciencia, Tecnología e Innovación

REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN

TÍTULO Y SUBTÍTULO:	Repotenciación y automatización del sistema de control eléctrico para una máquina sopladora de plástico marca Putián de dos estaciones en Pika (Plásticos Industriales).		
AUTOR(ES)	Larrea Mogollones, Tito Steven		
REVISOR(ES)/TUTOR(ES)	Ing. Romero Rosero, Carlos Bolívar		
INSTITUCIÓN:	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
FACULTAD:	Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo		
CARRERA:	Ingeniería en Eléctrico Mecánica		
TÍTULO OBTENIDO:	Ingeniero Eléctrico Mecánico		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	19 de febrero del 2024	No. DE PÁGINAS:	101
ÁREAS TEMÁTICAS:	Diseño Eléctrico, Repotenciación, Automatización.		
PALABRAS CLAVES:	PLC, Sopladora, HMI, Diseño, Autocad, Diagrama.		
RESUMEN:	<p>En el presente proyecto se realiza la repotenciación y automatización del sistema eléctrico de una maquina sopladora Putián para la empresa Pika plásticos industriales, la misma que se encuentra parada en su producción por daños en su parte eléctrica, sistema de automatización y pantalla HMI. En el proyecto de trabajo de titulación se investiga sobre el proceso de soplado de plástico y las máquinas que realizan este procedimiento, en especial la máquina sopladora de dos estaciones que se encuentra en la empresa Pika. Presentamos teoría, funcionamiento y características importantes que ayudaron a implementar el diseño para su automatización y repotenciación. Se especificó la ubicación de la máquina sopladora y se realizó una encuesta técnica que ayudó a reforzar la problemática. Con ayuda del software AutoCAD logramos diseñar los planos eléctricos de control y fuerza, se detallan resultados tras la repotenciación y optimización. La nueva interfaz de la pantalla HMI fue programada con el software Tía Portal, la cual nos ayudó a crear una interfaz práctica y sencilla dónde se visualizan las zonas de operación y movimientos. Finalmente, en el capítulo 4 tenemos conclusiones y recomendaciones.</p>		
ADJUNTO PDF:	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
CONTACTO CON AUTOR:	Teléfono: +593-968751959	E-mail: tito.larrea@cu.ucsg.edu.ec	
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN: COORDINADOR DEL PROCESO DE UTE	Nombre: Ubilla Gonzalez, Ricardo Xavier		
	Teléfono: +593-999528515		
	E-mail: ricardo.ubilla@cu.ucsg.edu.ec		
SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA			
Nº. DE REGISTRO (en base a datos):			
Nº. DE CLASIFICACIÓN:			
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):			