



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS**

**CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA EN SISTEMAS ELÉCTRICOS DE  
POTENCIA**

**PROPUESTA TECNOLÓGICA**

**“AUTOMATIZACIÓN DEL PROCESO DE CONTROL PARA  
UNA MÁQUINA SELLADORA DE FUNDAS PLÁSTICAS  
MEDIANTE EL USO DE UN CONTROLADOR LÓGICO  
PROGRAMABLE EN LAS INSTALACIONES DE LA INDUSTRIA  
INPLASTICO.”**

Propuesta tecnológica presentada previo a la obtención del Título de Ingenieros Eléctricos en  
Sistemas Eléctricos de Potencia.

**AUTORES:**

Quinatoa Lema Silvio David

Guano Calala Brayan Smith

**TUTOR:**

M.Sc. José Efrén Barbosa Galarza

LATACUNGA - ECUADOR

Marzo - 2021



Ingeniería  
Eléctrica

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Nosotros **QUINATOA LEMA SILVIO DAVID Y GUANO CALALA BRAYAN SMITH** declaramos ser autores de la presente Propuesta Tecnológica “**AUTOMATIZACIÓN DEL PROCESO DE CONTROL PARA UNA MÁQUINA SELLADORA DE FUNDAS PLÁSTICAS MEDIANTE EL USO DE UN CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE EN LAS INSTALACIONES DE LA INDUSTRIA INPLASTICO.**” siendo el **M.Sc. JOSÉ EFRÉN BARBOSA GALARZA** tutor del presente trabajo y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en la presente propuesta tecnológica, son de nuestra exclusiva responsabilidad.

Quinatoa Lema Silvio David

C.I.: 0504429507

Guano Calala Brayán Smith

C.I.: 0504305863



Ingeniería  
Eléctrica

## AVAL DE TUTOR DE PROYECTO DE TITULACIÓN

En calidad de Tutor del Trabajo de Investigación sobre el título:

**“AUTOMATIZACIÓN DEL PROCESO DE CONTROL PARA UNA MÁQUINA SELLADORA DE FUNDAS PLÁSTICAS MEDIANTE EL USO DE UN CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE EN LAS INSTALACIONES DE LA INDUSTRIA INPLASTICO.”** de **QUINATOA LEMA SILVIO DAVID Y GUANO CALALA BRAYAN SMITH**, de la carrera **INGENIERÍA ELÉCTRICA**, considero que dicho Informe investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, febrero 2021

El Tutor

M.Sc. José Efrén Barbosa Galarza

C.I.: 0501420723



Ingeniería  
Eléctrica

### APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas; por cuanto, los postulantes: **QUINATO LEMA SILVIO DAVID** y **GUANO CALALA BRAYAN SMITH** con el título de Proyecto de titulación **“AUTOMATIZACIÓN DEL PROCESO DE CONTROL PARA UNA MÁQUINA SELLADORA DE FUNDAS PLÁSTICAS MEDIANTE EL USO DE UN CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE EN LAS INSTALACIONES DE LA INDUSTRIA INPLASTICO.”** han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Sustentación de Proyecto.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, 05 de marzo del 2021.

Para constancia firman:

Lector 1 (Presidente)

M.Sc. Franklin Hernán Vázquez Teneda

C.I.: 1710434497

Lector 2

M.Sc. Marco Aníbal León Segovia

C.I.: 0502305402

Lector 3

M.Sc. Manuel Ángel León Segovia

C.I.: 0502041353



## AVAL DE IMPLEMENTACIÓN

Latacunga 03, marzo del 2021

Presente

En calidad de gerente general de la industria **INPLASTICO**, Yo **ING, FREDDY NARANJO** certifico que mediante la propuesta tecnológica "AUTOMATIZACIÓN DEL PROCESO DE CONTROL PARA UNA MÁQUINA SELLADORA DE FUNDAS PLÁSTICAS MEDIANTE EL USO DE UN CONTROLADOR LOGICO PROGRAMABLE EN LAS INSTALACIONES DE LA INDUSTRIA INPLASTICO." los señores **QUINATO LEMA SILVIO DAVID** con número de cédula **0504429507** y **GUANO CALALA BRAYAN SMITH** con número de cédula **0504305863**, realizan la entrega del proyecto de titulación en la industria ubicada en la Ciudad de Latacunga Sector Tiobamba, el día 03 del mes de marzo del 2021 en pleno funcionamiento.

Atentamente;

**INPLASTICO**  
INDUSTRIA PLÁSTICA COTOPAXI  
Freddy Naranjo U.  
GERENTE GENERAL

Ing. Freddy Naranjo

Gerente General de Inplastico

C.I.: 0502593973

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar, agradezco a Dios por estar siempre a mi lado, brindando fortaleza para lograr cumplir mis metas y aspiraciones,

A mis padres, por darme la bendición de la vida y por ser el principal apoyo durante todo el proceso académico, por todas las veces que me supieron comprender y brindar su apoyo para no rendirme a pesar de los momentos complicados.

A mi hermano Ing. Julio Quinatoa por la guía y el apoyo constante durante toda mi carrera universitaria, por motivarme a ser mejor persona profesionalmente demostrando que el esfuerzo es necesario para alcanzar los objetivos planteados, y a todos mis hermanos por el apoyo incondicional ante toda dificultad y complicación, ya que han sido fundamentales para conseguir este sueño. Por todo eso y más les estoy completamente agradecido a todos.

**DAVID**

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar, agradezco a la virgencita del cisne ya que con su manto me cubrió de sabiduría para lograr alcanzar mis metas y sueños.

En segundo lugar agradezco a mi padre Lorenzo Guano por concederme la vida, por ser la persona que ha estado presente en mi formación académica, por las desveladas de cada noche al esperarme fuera de la universidad, además de luchar cada día por el bienestar de la familia y enseñarme que cuando se quiere se puede, a mi hermana Sonia Guano por cuidarme cuando fui pequeño, por apoyarme desde el inicio hasta el final de mi carrera formarme como una persona de bien, y a toda mi familia por apoyarme de una u otra manera por sus consejos, sé que sin ustedes no lo habría logrado por eso mil gracias.

**BRAYAN**

## **DEDICATORIA**

El presente proyecto de tesis va dedicado especialmente a mis padres los cuales han sido la motivación principal durante su elaboración, por ser quienes han depositado su confianza en todo el esfuerzo realizado.

Para mi hermano Ing. Julio Quinatoa por el apoyo en el apartado de implementación y ser parte de todo el proceso realizado para culminar este proyecto.

Para todos mis hermanos quienes han sido aquellos que siempre confiaron en mí y siempre supieron encontrar la manera de ayudar y motivar la correcta elaboración del presente proyecto.

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo va dedicado para mi padre Lorenzo Guano por ser la persona que me apoyado incondicionalmente en mi formación académica por brindarme buenos principios y formarme como una persona de bien.

Para mi hermana Sonia Guano por apoyarme sin importar la situación en la que nos encontremos, por sus palabras de aliento y motivación.

Para mis hermanos que son mi fortaleza principal para continuar estudiando.

## ÍNDICE DE GENERAL

1. INFORMACIÓN GENERAL.....	1
2. DISEÑO INVESTIGATIVO DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA .....	3
2.1. Título de la propuesta tecnológica.....	3
2.2. Tipo de alcance.....	3
2.3. Área del conocimiento.....	4
2.4. Sinopsis de la propuesta tecnológica.....	4
2.5. Objeto de estudio y campo de acción .....	4
2.5.1. Objeto de estudio.....	4
2.5.2. Campo de aplicación .....	4
2.6. Situación problemática y problema.....	4
2.6.1. Situación problemática .....	4
2.6.2. Problema.....	5
2.7. Hipótesis.....	5
2.8. Objetivos.....	5
2.8.1. Objetivo General.....	5
2.8.2. Objetivos Específicos .....	6
2.9. Descripción de las actividades y tareas propuestas con los objetivos establecidos....	6
3. MARCO TEÓRICO.....	7
3.1. Antecedentes de la investigación.....	7
3.2. Marco Referencial .....	9
3.2.1. Plásticos.....	9
3.2.2. Tipo de plásticos.....	9
3.2.3. Termoplásticos .....	9
3.2.4. Termoestables.....	10
3.2.5. Técnicas para el sellado de plástico.....	10
3.2.6. Sellado térmico .....	10

3.2.7.	Sellado de barra caliente.....	11
3.2.8.	Sellado por inducción .....	11
3.2.9.	Máquinas selladoras de fundas plásticas .....	12
3.2.10.	Máquina de sellado vertical .....	12
3.2.11.	Máquina de sellado horizontal.....	12
3.2.12.	Partes de una máquina de corte y sellado de fundas plásticas .....	12
3.2.13.	Alineación y doblado de plástico.....	13
3.2.14.	Tensado de rollo.....	13
3.2.15.	Arrastre de la película Plástica al Cabezal de Sellado .....	13
3.2.16.	Sellado .....	14
3.2.17.	Transporte Final del Producto.....	14
3.2.18.	Automatización.....	15
3.2.19.	Jerarquía de Automatización. ....	15
3.2.20.	Nivel de campo .....	16
3.2.21.	Nivel de control .....	16
3.2.22.	La automatización fija .....	16
3.2.23.	La automatización programable.....	17
3.2.24.	La automatización flexible.....	17
3.2.25.	Ventajas .....	18
3.2.26.	Modelo estructural de automatización.....	19
3.2.27.	Componentes del sistema de automatización .....	20
3.2.28.	Breaker o interruptor automático.....	20
3.2.29.	Contactador.....	20
3.2.30.	Contactos principales .....	22
3.2.31.	Contactos Auxiliares.....	22
3.2.32.	Pulsador de paro de emergencia .....	23
3.2.33.	Relés de interface.....	23

3.2.34.	Sensor de contraste .....	24
3.2.35.	Sensor inductivo o de ranura .....	24
3.2.36.	Controlador lógico programable (PLC).....	25
3.2.37.	Controlador lógico programable (PLC) S7 200.....	25
3.2.38.	Comunicación PROFIBUS .....	26
3.2.39.	Software de programación STEP7 Micro WIN .....	26
3.2.40.	Lenguaje de programación KOP.....	26
3.2.41.	Lenguaje de programación FUP .....	27
3.2.42.	Motores eléctricos.....	27
3.2.43.	Partes de un motor eléctrico.....	27
4.	METODOLOGIA .....	29
4.1.	Enfoque de la investigación.....	29
4.2.	Marco metodológico.....	29
4.3.	Tipos de investigación .....	30
4.3.1.	Investigación exploratoria .....	30
4.3.2.	Investigación de campo .....	30
4.3.3.	Investigación descriptiva .....	30
4.4.	Métodos .....	30
4.4.1.	Método Deductivo .....	30
4.4.2.	Método Inductivo .....	30
4.5.	Técnica e instrumentos.....	31
4.5.1.	Tratamiento de la información.....	31
4.6.	Software STEP 7 Microwin.....	31
4.7.	Instrumentos de medición.....	31
5.	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	32
5.1.	Ubicación del proyecto implementado .....	32
5.2.	Limpieza y mantenimiento de máquina .....	32

5.3.	Descripción de sistemas implementados en el tablero de control .....	33
5.3.1.	Sistema de control de temperatura.....	33
5.3.2.	Sistema de contador de unidades.....	33
5.3.3.	Sistema de accionamiento de motor principal y cabezal.....	34
5.3.4.	Sistema de activación de bandas transportadoras.....	36
5.3.5.	Sistema de selección de trabajo con sensor de ranura o contraste.....	38
5.3.6.	Sistema de duplicado de medida. ....	38
5.4.	Diseño general del Tablero de control.....	39
5.4.1.	Diagrama de conexiones.....	39
5.4.2.	Adecuación del tablero de control .....	40
5.4.3.	Ubicación he instalación de soportes para los componentes eléctricos .....	40
5.4.4.	Diseño y Ubicación de componentes eléctricos .....	41
5.4.5.	Cableado del sistema .....	41
5.4.6.	Conexión de componentes eléctricos .....	42
5.5.	Programación del sistema.....	42
5.5.1.	Detalle del programa. ....	45
5.5.1.1.	Encendido de motor principal .....	45
5.5.1.2.	Encendido de bandas.....	46
5.5.1.3.	Calentamiento de cabezal.....	46
5.5.1.4.	Sistema de selección con sensor de ranura y fotoeléctrico .....	47
5.5.1.5.	Sistema duplicado de medida.....	48
5.5.1.6.	Sistema de contador .....	48
5.6.	Conexión de freno y embrague.....	49
5.7.	Conexión del contador.....	49
5.8.	Conexión del módulo controlador de temperatura. ....	49
5.9.	Conexión de sistema de duplicado. ....	50
5.10.	Comprobación de corte y sellado de la máquina.....	50

6.	PRESUPUESTO Y ANÁLISIS DE IMPACTOS.....	52
6.1.	Presupuesto.....	52
6.1.1.	Rentabilidad de la propuesta tecnológica.....	53
6.1.2.	Valor Actual Neto.....	53
6.1.3.	Tasa Interna de Retorno.....	53
6.1.4.	Periodo de recuperación de inversión.....	54
6.1.5.	Ingresos.....	54
6.1.6.	Egresos.....	54
6.1.7.	Resultado.....	54
6.2.	Análisis de impactos.....	55
6.2.1.	Impactos prácticos.....	55
6.2.2.	Impacto tecnológico.....	55
7.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	56
7.1.	Conclusiones.....	56
7.2.	Recomendaciones.....	56
8.	REFERENCIAS.....	58
1.	Montaje del rollo.....	3
2.	Selección de sensor para realizar el sellado.....	3
3.	Calibración del contador.....	4
4.	Calibración de calentamiento.....	5
5.	Calibración del sensor de contraste.....	7
6.	Encendido de duplicado.....	8
7.	Encendido del motores (Principal y de bandas).....	8
8.	Averías en el tablero de control.....	8
9.	Error en la programación.....	9
10.	Conexión entre componentes.....	12

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 3. 1.</b> Plásticos termoplásticos. ....	9
<b>Figura 3. 2.</b> Plásticos Termoestables. ....	10
<b>Figura 3. 3.</b> Sellado térmico de fundas plásticas. ....	10
<b>Figura 3. 4.</b> Sellado por barras calientes.....	11
<b>Figura 3. 5.</b> Sellado por inducción.....	11
<b>Figura 3. 6.</b> Máquina selladora de fundas plásticas.....	12
<b>Figura 3. 7.</b> Rodillos y balancín de máquina. ....	13
<b>Figura 3. 8.</b> Sistema de arrastre de película plástica.....	13
<b>Figura 3. 9.</b> Cabezal de selladora de fundas. ....	14
<b>Figura 3. 10.</b> Banda transportadora de fundas plásticas. ....	14
<b>Figura 3. 11.</b> Pirámide jerárquica de automatización. ....	15
<b>Figura 3. 12.</b> Automatización fija en una máquina selladora de fundas plásticas.....	16
<b>Figura 3. 13.</b> Automatización programable de paneles solares. ....	17
<b>Figura 3. 14.</b> Automatización flexible en brazos mecánicos.....	17
<b>Figura 3. 15.</b> Modelo estructural de un sistema Automatizado.....	20
<b>Figura 3. 16.</b> Contactores eléctricos. ....	23
<b>Figura 3. 17.</b> Pulsador paro de emergencia. ....	23
<b>Figura 3. 18.</b> Relés de interface implementado en el tablero de control. ....	24
<b>Figura 3. 19.</b> Sensor de ranura.....	24
<b>Figura 3. 20.</b> PLC S7 200.....	25
<b>Figura 3. 21.</b> Pantalla principal de software STEP 7 Micro WIN.....	26
<b>Figura 3. 22.</b> Lenguaje de programación KOP.....	27
<b>Figura 3. 23.</b> Lenguaje de programación FUP. ....	27
<b>Figura 3. 24.</b> Motor eléctrico trifásico.....	28
<b>Figura 5. 1.</b> Ubicación de la industria Inplastico.....	32
<b>Figura 5. 2.</b> Mantenimiento de máquina de corte y sellado de fundas plásticas. ....	32

<b>Figura 5. 3.</b> Controlador de temperatura. ....	33
<b>Figura 5. 4.</b> Contador NJJ3.....	34
<b>Figura 5. 5.</b> Placa de motor de cabezal.....	35
<b>Figura 5. 6.</b> Tablero de control principal.....	36
<b>Figura 5. 7.</b> Placa del motor de bandas.....	37
<b>Figura 5. 8.</b> Electroválvula para activar el pistón del funcionamiento duplicado.....	39
<b>Figura 5. 9.</b> Limpieza y Adecuación del gabinete.....	40
<b>Figura 5. 10.</b> Instalación de canaletas y riel din en el gabinete.....	41
<b>Figura 5. 11.</b> Instalación de los componentes eléctricos.....	41
<b>Figura 5. 12.</b> Cableado y conexión de componentes eléctricos.....	42
<b>Figura 5. 13.</b> Programación del sistema de control.....	43
<b>Figura 5. 14.</b> Segmentos 1, 2 y 3 de programación para el encendido y apagado del motor del cabezal.....	45
<b>Figura 5. 15.</b> Segmentos 4, 5, 6, encendido y apagado de motor de bandas.....	46
<b>Figura 5. 16.</b> Segmentos de programación 7, 8 y 9 encargados de encender y apagar el calentamiento del cabezal.....	47
<b>Figura 5. 17.</b> Segmento de programación para la selección de sensor.....	47
<b>Figura 5. 18.</b> Segmento 12 para la activación del sistema duplicado de medida.....	48
<b>Figura 5. 19.</b> Segmentos de programación 13, 14 y 15 para el encendido y apagado del contador con el mismo botón pulsador.....	48
<b>Figura 5. 20.</b> Conexión del módulo contador.....	49
<b>Figura 5. 21.</b> Conexión del módulo controlador de temperatura.....	50
<b>Figura 5. 22.</b> Trazado del plástico previa a su corte.....	51
<b>Figura 5. 23.</b> Resultado de sellado y corte de fundas plásticas.....	51

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 2. 1.</b> Descripción de las actividades propuestas.....	6
<b>Tabla 3. 1.</b> Ventajas de la automatización. ....	18
<b>Tabla 3. 2.</b> Clase de contactor y aplicación para corriente alterna. ....	21
<b>Tabla 3. 3.</b> Clase de contactor y aplicación para corriente continua. ....	21
<b>Tabla 5. 1.</b> Tabla de asignación del PLC. ....	43
<b>Tabla 6. 1.</b> Gastos directos de materiales. ....	52
<b>Tabla 6. 2.</b> Gastos indirectos de materiales. ....	53
<b>Tabla 6. 3.</b> Presupuesto.....	53
<b>Tabla 6. 4.</b> Cálculo del TIR VAN Y PR. ....	54
<b>Tabla 6. 5.</b> Comparación de producción entre maquinas STIEGLER.....	55

## **UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**

### **FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA Y APLICADAS**

**TITULO:** “AUTOMATIZACIÓN DEL PROCESO DE CONTROL PARA UNA MÁQUINA SELLADORA DE FUNDAS PLÁSTICAS MEDIANTE EL USO DE UN CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE EN LAS INSTALACIONES DE LA INDUSTRIA INPLASTICO.”

#### **Autores:**

Quinatoa Lema Silvio David

Guano Calala Brayan Smith

#### **RESUMEN**

El presente proyecto de investigación fue implementado en la industria Inplastico con el objetivo de diseñar e implementar un tablero de control automático el cual nos permite optimizar el proceso de cortado y sellado de fundas plásticas.

El tablero de control sustituye componentes obsoletos y consta de equipos eléctricos como: contactores de potencia y de control que son los encargados de accionar el movimiento de los motores que controlan el cabezal y cinta transportadora accionados por un pulsador independiente, cada motor cuenta con interruptores automáticos trifásicos conectados a una red de 380 Voltios, el módulo de control principal del tablero eléctrico es un controlador lógico programable PLC S7 200 el cual a través de la programación desarrollada en el software MicroWIN STEP 7 ejecuta señales de salida hacia relés de interfaz dependiendo de la señales de entrada las cuales se encuentran condicionadas por el funcionamiento de la máquina, para obtener un control en la producción de fundas plásticas se implementó un contador que varía con el accionar del cabezal al momento de cortar y sellar cada funda plástica, además al momento de contar una cantidad específica de fundas acciona una sirena conjuntamente con una luz piloto , también cuenta con un módulo controlador de temperatura que permite al operador monitorear la temperatura de sellado del cabezal.

Se obtiene resultados de eficiencia en el proceso de corte y sellado por la facilidad de control además de mejorar la calidad de producción, disminución del tiempo de trabajo e intervención del operador.

**Palabras claves:** temperatura, automatización, sensores, relés, producción, control.

**TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI**

**FACULTY OF ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES**

**TITLE:** "AUTOMATION OF THE CONTROL PROCESS FOR A PLASTIC SLEEVE SEALING MACHINE THROUGH THE USE OF A PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER IN THE PLASTIC INDUSTRY FACILITIES".

**Authors:**

Quinatoa Lema Silvio David

Guano Calala Brayán Smith

**SUMMARY**

The present research project was implemented in the plastic industry with the objective of designing and implementing an automatic control panel which allows us to maneuver the process of cutting and sealing plastic covers.

The control board consists of electrical equipment such as: power and control contactors that are in charge of driving the movement of the motors that control the head and conveyor belt, driven by an independent button, each motor has three-phase automatic switches connected to a 380 Volt network. The main control module of the electrical board is a programmable logic controller PLC S7 200 which through the programming developed in the software MICRO Win STEP 7 executes output signals to interface relays depending on the input signals which are conditioned by the operation of the machine, To obtain a control in the production of plastic bags, a counter was implemented that varies with the operation of the head at the time of cutting and sealing each plastic bag, in addition, when counting a specific number of bags, it activates a siren in conjunction with a pilot light, it also has a temperature controller module that allows the operator to monitor the temperature of the head sealing.

Efficiency results are obtained in the cutting and sealing process due to the ease of control, in addition to improving production quality, decreasing work time and operator intervention.

**Keywords:** temperature, automation, sensors, relays, production, control.



Universidad  
Técnica de  
Cotopaxi

CENTRO DE IDIOMAS

## *AVAL DE TRADUCCIÓN*

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que: La traducción del resumen del proyecto de investigación al Idioma Inglés presentado por el Sr. Egresado de la Carrera de **INGENIERÍA ELÉCTRICA** de la **FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS: QUINATOA LEMA SILVIO DAVID y GUANO CALALA BRAYAN SMITH** cuyo título versa “**AUTOMATIZACIÓN DEL PROCESO DE CONTROL PARA UNA MAQUINA SELLADORA DE FUNDAS PLÁSTICAS MEDIANTE EL USO DE UN CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE EN LAS INSTALACIONES DE LA INDUSTRIA INPLASTICO**”. Lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructuragramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo a los peticionarios hacer uso del presente certificado de la manera ética que estimaren conveniente.

Latacunga, 02 de febrero del 2021

Atentamente,

.....  
Lic. Marcelo Pacheco  
Pruna Mg. **DOCENTE**  
**CENTRO DE IDIOMAS**  
**C.C.0502617350**

18030279 Firmado

35 VICTOR HUGO ROMERO GARCIA  
digitalmente por  
1803027935  
CENTRO DE IDIOMAS  
VICTOR HUGO ROMERO GARCIA  
Fecha: 2021.02.02

## **1. INFORMACIÓN GENERAL**

### **PROPUESTO POR:**

Quinatoa Lema Silvio David

Guano Calala Brayan Smith

### **TEMA APROBADO:**

Automatización del proceso de control para una máquina selladora de fundas plásticas mediante el uso de un controlador lógico programable en las instalaciones de la industria Inplastico.

### **CARRERA:**

Ingeniería Eléctrica mención Sistemas Eléctricos de Potencia.

### **DIRECTOR DEL PROYECTO DE TITULACIÓN:**

Ing. José Efrén Barbosa Galarza

### **EQUIPO DE TRABAJO:**

#### **Tutor:**

Nombres: José Efrén

Apellidos: Barbosa Galarza

Nacionalidad: Ecuatoriana

Estado Civil: Casado

Número de cédula: 0501420723

Dirección: Av. Miguel Iturralde y Alberto Coloma

Email: jose.barbosa@utc.edu.ec

Celular: 0983000577

#### **Estudiante 1:**

Nombres: Silvio David

Apellidos: Quinatoa Lema

Nacionalidad: Ecuatoriana  
Fecha de nacimiento: 21 de marzo de 1998  
Estado Civil: Soltero  
Número de cédula: 0504429507  
Dirección: Latacunga, Parroquia Tanicuchi, calle 10 de agosto  
Email: silvio.quinatoa9507@utc.edu.ec  
Celular: 0958769081  
Estudios realizados  
Primaria: Escuela “Batalla de Panupali”  
Secundaria: Colegio técnico general “Marco Aurelio Zubia Martínez”

**Estudiante 2:**

Nombres: Brayan Smith  
Apellidos: Guano Calala  
Nacionalidad: Ecuatoriana  
Fecha de nacimiento: 23 de julio de 1997  
Estado Civil: Soltero  
Número de cédula: 0504305863  
Dirección: Latacunga, Parroquia Alaquez, Barrio Colaya pamba  
Email: brayan.guano5863@utc.edu.ec  
Celular: 0962988369  
Estudios realizados  
Primaria: Escuela “Abdón Calderón”  
Secundaria: Colegio “Manuel Gonzalo Albán Rumazo”

**LUGAR DE EJECUCIÓN:**

Región sierra, Provincia de Cotopaxi, Cantón Latacunga, Sector el Niagara, Parroquia Ignacio Flores.

**TIEMPO DE DURACIÓN DEL PROYECTO:**

Octubre 2020 – Marzo 2021

**FECHA DE ENTREGA:**

Febrero 2021

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Energías alternativas y renovables, eficiencia energética y protección ambiental.

**SUB LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN:**

Conversión y uso racional de la energía eléctrica

**TIPO DE PROPUESTA TECNOLÓGICA**

En el presente proyecto de propuesta tecnológica se automatiza el proceso de control para una máquina de corte y sellado de fundas plásticas a través de un tablero de control con el uso de un controlador lógico programable.

**2. DISEÑO INVESTIGATIVO DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA****2.1. Título de la propuesta tecnológica**

Automatización del proceso de control para una máquina selladora de fundas plásticas mediante el uso de un controlador lógico programable en las instalaciones de la industria Inplastico.

**2.2. Tipo de alcance**

- a) Multipropósito:
- b) Interdisciplinar:
- c) Emprendimiento:
- d) Productivo:
- e) Desarrollo: **X**
- f) Integrador:

### **2.3. Área del conocimiento**

07 Ingeniería, Industria y Construcción

071 Ingeniería y Profesiones Afines

713 Electricidad y Energía

714 Electrónica y Automatización

### **2.4. Sinopsis de la propuesta tecnológica**

La propuesta tecnológica se encuentra enfocada a la necesidad que presenta la industria Inplastico, de mejorar el proceso de producción de corte y sellado de fundas plásticas a través de un sistema eléctrico automático que permita controlar este proceso.

Por lo tanto se implementa un tablero de control mediante el uso de lógica programable y cableada vinculando componentes como: contactores, relés, sensores, actuadores a un controlador lógico programable con el uso del software STEP 7 MicroWIN que permitirá optimizar el proceso de corte y sellado, con la finalidad de mejorar su producción, facilitando el control de la máquina por el operador.

Este proyecto tiene como finalidad beneficiar a la industria Inplastico, permitiendo optimizar el proceso de producción y el uso de materia prima.

### **2.5. Objeto de estudio y campo de acción**

#### **2.5.1. Objeto de estudio**

Automatización de una máquina industrial selladora de fundas plásticas con el uso de un controlador lógico programable.

#### **2.5.2. Campo de aplicación**

Automatización, control y monitoreo.

### **2.6. Situación problemática y problema**

#### **2.6.1. Situación problemática**

La siguiente propuesta tecnológica se presenta ante la inexistencia de un tablero eléctrico automatizado que permita controlar el sellado de fundas plásticas siendo así un inconveniente para la empresa el tener maquinaria detenida a causa de factores técnicos que impiden su

control, de esta manera se propone diseñar e implementar un sistema de control automático eficaz y preciso que permita mejorar el proceso de producción en la industria Inplastico.

Además de ello máquinas dedicadas a diferentes procesos dentro de la industria debido a su alto componente de tareas manuales han puesto en evidencia que al momento de realizar su trabajo se ven expuestas a diferentes maniobras por parte de los operadores que causan inconvenientes en los productos que esta industria elabora.

Esto se ha convertido en un problema para esta empresa, ya que provoca pérdidas económicas debido a los gastos que infiere en su mantenimiento preventivo y correctivo, además de presentar un riesgo para el operador que la manipula a causa de su compleja calibración.

Por eso es necesario que la selladora de fundas cuente con características de fácil control para evitar operaciones innecesarias al momento de realizar maniobras en la máquina desde el tablero de control.

### **2.6.2. Problema**

La falta de un sistema de control automático para una máquina selladora de fundas plásticas en la industria Inplastico es necesaria para mejorar el proceso de producción y disminuir las pérdidas económicas que generan los gastos de mantenimiento, calibración y tiempos de paro.

La industria Inplastico se dedica a la producción de artículos plásticos como fundas, este proceso de producción está sometido a series repetitivas por tanto es necesario contar con maquinaria que disponga de un control óptimo y eficaz viendo así necesario el diseño y la implementación del sistema eléctrico de control que permita mejorar la producción dentro de la empresa.

### **2.7. Hipótesis**

¿De qué manera la automatización mediante un controlador Lógico programable para una máquina selladora de fundas plásticas dentro de las instalaciones de la industria Inplastico puede ayudar a mejorar el proceso de producción y evitar errores de operación?

### **2.8. Objetivos**

#### **2.8.1. Objetivo General**

Construir un tablero de control automático mediante el uso componentes eléctricos vinculados a un controlador lógico programable para aumentar la eficiencia de producción y comandar el proceso de sellado de fundas plásticas en la industria Inplastico.

### 2.8.2. Objetivos Específicos

- Realizar una búsqueda de información bibliográfica referente a temas relacionados con el proyecto de propuesta tecnológica.
- Determinar los sistemas mecánicos y eléctricos que intervienen en el proceso de sellado de fundas plásticas.
- Diseñar e implementar un sistema de control para un PLC S7 200.
- Realizar pruebas para verificar el correcto funcionamiento del sistema eléctrico de la selladora.

### 2.9. Descripción de las actividades y tareas propuestas con los objetivos establecidos

**Tabla 2. 1.** Descripción de las actividades propuestas.

<b>Objetivos específicos</b>	<b>Actividad</b>	<b>Resultados de la actividad</b>	<b>Verificación</b>
Realizar una búsqueda de información bibliográfica referente a temas relacionados con el proyecto de propuesta tecnológica.	Investigar en diversas fuentes bibliográficas información sobre proyectos de automatización, además de recopilar datos importantes.	Redacción de los fundamentos teóricos en el marco teórico.	Información y conocimientos adquiridos.
Diseñar el tablero de control.	Diseñar el sistema de control en base a un PLC S7200, programar el sistema de control en el software MicroWIN STEP 7 SP1.	Creación del programa encargado del control de sellado de fundas plásticas.	Control de la selladora de fundas plásticas.
Construcción del tablero de control.	Instalación de contactores, relés, PLC, sensores.	Comunicación entre componentes eléctricos y electrónicos.	Funcionamiento del tablero de control.

	<p>Cablear y conectar los componentes dentro del tablero de control.</p> <p>Configurar la conexión de la computadora al PLC.</p>		
<p>Realizar pruebas para verificar el correcto funcionamiento del sistema eléctrico de la selladora.</p>	<p>Calibrar los sensores y actuadores para el funcionamiento de la selladora.</p> <p>Toma de tiempos para calibración de alavés de la máquina.</p>	<p>Alado y cortado de fundas plásticas de manera correcta.</p>	<p>Implementación del tablero de control en el corte de fundas plásticas.</p>

### 3. MARCO TEÓRICO

#### 3.1. Antecedentes de la investigación

La automatización en las industrias se evidencia en la etapa de laminación de planchas de fibrocemento en Eternit S.A. cuyo diseño está compuesto por un interruptor automático con relé electrónico de protección, un variador de velocidad que trabaja con la tecnología de control directo de torque DTC, un motor trifásico de inducción y una caja reductora de relación fija que eleva el torque y reduce la velocidad. Utiliza una tarjeta de control que forma parte del variador de velocidad, cuya programación es similar a la de un controlador lógico programable PLC. El autor presenta como resultado una interfaz hombre máquina amigable y de fácil uso, que permite al operador de la máquina roladora visualizar las variables como corriente, velocidad, torque, etc. [1].

En el documento de tesis presentado en el año 2009 con título “Automatización de una máquina industria de sellado de tapas” se detalla los diferentes tipos de automatización que pueden ser empleados en los procesos. Siendo así la automatización flexible la utilizada para realizar este proceso ya que es una de las más completas y eficiente pues permiten un mejor control a lo

largo del proceso, este tipo de automatización flexible hace el uso imprescindible de controladores lógicos programables los cuales ayudan a reducir de muchas maneras la lógica cableada empleada años atrás he incluso en la actualidad, de manera similar que en el proceso de laminado el autor presenta como resultado una interfaz hombre máquina la cual es muy eficiente y sencilla de manejar permitiendo a los operadores tener mayor seguridad y eficiencia en su labor, [2].

El trabajo de propuesta tecnológica desarrollado en el 2015 en la empresa Eduplastic los autores presentan que la automatización de la una máquina selladora de fundas plásticas, en donde se ha conseguido incrementar la velocidad de producción de dicho proceso, el análisis económico presentado estima recuperar la inversión en solo siete meses debido a la rapidez de sellado y el aumento en la cantidad de fundas por minuto selladas a partir de la optimización de la velocidad de producción acorde a las necesidades de la empresa siendo muy satisfactoria, todo esto presente gracias a la automatización de esta máquina, [3].

En el año 2016 se presenta un proyecto de titulación que consiste en la implementación de un sistema automático para la máquina de inyección de plástico para la empresa Matricera y producción EDBOR, la máquina está construida cuenta con los siguientes elementos: dos cilindros neumáticos normalizados, bandas de resistencia calorífica, regulador de temperatura, moldes, PLC, electroválvulas, filtro regulador lubricador. Utiliza el software SOLIDWORK para verificar que la estructura mecánica no necesita ninguna, además del uso de un PLC para su control, los resultados que presenta el autor que al automatizar la máquina inyectora de plástico, tiene la capacidad de inyectar polímero de polipropileno PP con un volumen máximo de inyección de 35 cm<sup>3</sup>, [4].

En el proyecto de titulación con tema “DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UN HORNO CALENTADO POR RESITENCIAS ELECTRICAS QUE TRABAJEN EN UN RANGO DE TEMPERATURA DE 1000 A 1350 GRADOS CENTIGRADOS Y CONTROLADO POR UN SISTEMA COMPUTARIZADO” el autor detalla el diseño, programación, implementación y validación de dos post-procesadores: uno para el controlador GSK980TD del torno GSK GT40A y otro post-procesador para el controlador CENTROID M400 AC del centro de mecanizado VIWA VCM3M400 para el laboratorio de Máquinas y Herramientas, [5].

En el año 2017 en el trabajo de titulación con nombre “Automatización de estación para remachado de componentes”. El autor detalla el concepto y la finalidad que tiene los procesos de automatización, comprendiendo así que la automatización se relaciona con la eliminación o

disminución de la participación humana en los diferentes procesos productivos. Además, se debe tener en cuenta y comprender que el realizar este tipo de procesos involucra varios parámetros eléctricos que van de la mano con la necesidad de la empresa y la complejidad del sistema, así pues, se analiza la correcta incorporación de controladores lógicos programables PLC que permitirán llevar a cabo la función principal de controlar la máquina, [6].

### **3.2. Marco Referencial**

#### **3.2.1. Plásticos**

Son un tipo de material sintético que puede obtenerse de materia prima cuando es sometida a una temperatura superior a los 100 grados centígrados. Esta materia está compuesta por polímeros sintéticos que pueden ser moldeables, además son flexibles, resistentes y elásticos, [7].

Actualmente es uno de los principales productos industriales más productivos por su gran variedad y modelos que la industria Inplastico produce.

#### **3.2.2. Tipo de plásticos**

Existe una diversa clasificación de plásticos los cuales se pueden dividir en dos grupos que son los más representativos en las industrias:

#### **3.2.3. Termoplásticos**

Son polímeros formados por cadenas lineales con ramificaciones, esta propiedad les otorga la característica de ser reciclables, además se puede combinar con pigmentos para formar productos duraderos, la mayoría de plásticos se encuentran en este grupo, cabe mencionar que el teflón es un termoplástico pero que tiene la propiedad de soportar temperaturas superiores a los 150 grados.



**Figura 3. 1.** Plásticos termoplásticos.

**Fuente:** [7].

### 3.2.4. Termoestables

Por lo contrario estos plásticos son materiales cuya estructura molecular forma una red que no puede desligarse por medio de temperatura, característica que es posible con los termoplásticos y que después de ser formados no pueden modificarse ni reciclarse, [8].



**Figura 3. 2.** Plásticos Termoestables.

**Fuente:** [8].

### 3.2.5. Técnicas para el sellado de plástico

En la actualidad existen diferentes alternativas para sellar las fundas plásticas que se utilizan en la industria, entre las técnicas de sellado podemos encontrar los siguientes:

### 3.2.6. Sellado térmico

Consiste en sellar dos partes superpuestas de plástico mediante el uso de calor generado por niquelinas sobre barras calientes que unen el material, esta técnica requiere el uso permanente de alta cantidad de energía para mantener calientes las barras de sellado mediante las niquelinas.



**Figura 3. 3.** Sellado térmico de fundas plásticas.

**Fuente:** [5].

### 3.2.7. Sellado de barra caliente

El sellado por barra caliente cuenta con una herramienta que se calienta previamente y mantiene una temperatura constante a lo largo del proceso de sellado, las herramientas utilizadas para realizar el sello son barras, planchas o troqueles, este tipo de proceso también es conocido como sellado térmico por contacto directo, [3].

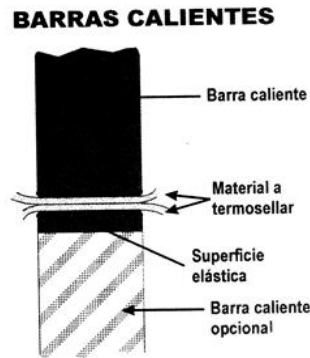


Figura 3. 4. Sellado por barras calientes.

Fuente: [5].

### 3.2.8. Sellado por inducción

El sellado de tapas por inducción es un proceso sin contacto a diferencia del anterior, por el cual un disco de aluminio o sello es adherido a un envase.

El proceso básicamente consiste en pasar el objeto a sellar junto con un cierre de plástico que contendrá un revestimiento de aluminio por debajo de una máquina selladora que actúa por inducción, en donde la energía electromagnética se transmite desde el cabezal de sellado y provoca que se caliente el revestimiento de aluminio con el objetivo de que se suelde al cuello del envase para obtener un sello hermético e inviolable, [9].

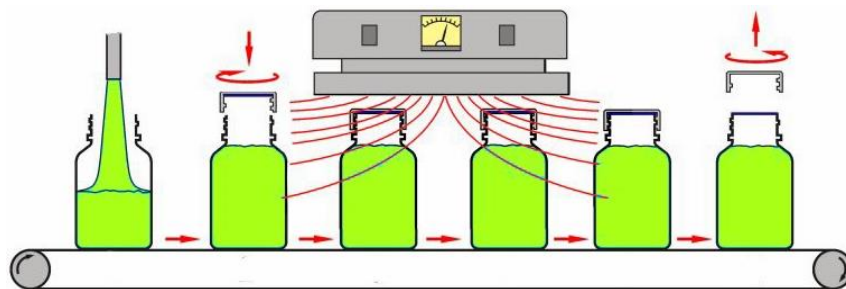


Figura 3. 5. Sellado por inducción.

Fuente: [9].

### 3.2.9. Máquinas selladoras de fundas plásticas

Una máquina selladora de fundas plásticas es la que cumple con la función de corte y cierre de fundas plásticas de un determinado porte provenientes de un rollo plástico.



**Figura 3. 6.** Máquina selladora de fundas plásticas.

**Fuente:** Autores.

Existen varios tipos de sellado, por lo tanto también se encuentra varias máquinas de sellado como:

#### 3.2.10. Máquina de sellado vertical

Para el proceso de corte y sellado esta máquina cuenta con dos cilindros neumáticos de doble efecto que impulsa la barra selladora caliente en forma vertical, los cilindros de esta máquina están controlados mediante electroválvulas que se encuentran comandadas por un PLC conjuntamente con el sistema de control, además de un sensor de posición envía la señal para activar la barra.

#### 3.2.11. Máquina de sellado horizontal

Corresponde al sello inferior de las fundas hecho sobre el dobléz inicial de la lámina de plástico, y es el penúltimo paso del proceso antes del corte de la funda.

Al igual que la máquina de sellado vertical esta cuenta con cilindros neumáticos que la impulsan hacia abajo dando fuerza al proceso de cortado y sellado, [7].

#### 3.2.12. Partes de una máquina de corte y sellado de fundas plásticas

El proceso de corte y sello de fundas plásticas tiene diferentes etapas los cuales se detallan desde que el plástico ingresa en la máquina, hasta que es extraído el producto final.

### **3.2.13. Alineación y doblado de plástico**

El primer paso que se realiza antes de que el material ingrese en la máquina de sellado, el cual empieza cuando el rollo plástico, se coloca en el eje del sistema de alineación y es transportada hacia un triángulo en donde se realiza el doblado del rollo, haciendo que este tome forma de una funda.

### **3.2.14. Tensado de rollo**

El siguiente pasó que se realiza en el proceso de corte y sello de fundas es necesario, para que la funda de plástico no se doble ni se arrugue, por eso es necesario que la cinta plástica proveniente del rollo pase por una serie de rodillos primarios, secundarios y posteriormente a un balancín.



**Figura 3. 7.** Rodillos y balancín de máquina.

**Fuente:** Autores.

### **3.2.15. Arrastre de la película Plástica al Cabezal de Sellado**

El siguiente paso del proceso en mención, es el alado de la cinta plástica es el arrastre por los rodillos principales, hasta un rodillo secundario el cual está cubierto de caucho, es en él en donde se produce el sellado de la funda plástica. Es importante mencionar, que el alado de materia es controlado por un servomotor o variador de frecuencia, encargado de controlar la velocidad y posición de la funda, ubicado en el balancín, durante este proceso.



**Figura 3. 8.** Sistema de arrastre de película plástica.

**Fuente:** Autores.

### 3.2.16. Sellado

Este es el proceso en donde se lleva a cabo el corte y sello de la funda al producirse contacto entre el rodillo secundario de caucho con la cuchilla, la misma que tiene en su interior una niquelina que se calienta hasta una determinada temperatura, que es la adecuada para que se produzca el corte y sellado de la funda.



**Figura 3. 9.** Cabezal de selladora de fundas.

**Fuente:** Autores.

### 3.2.17. Transporte Final del Producto

Finalmente después de todos los procesos mencionados con anterioridad, las fundas son transportadas por medio de un sistema de bandas, que se acciona por un motor secundario y produciendo el movimiento por medio de poleas, [10].



**Figura 3. 10.** Banda trasportadora de fundas plásticas.

**Fuente:** Autores.

### 3.2.18. Automatización

Se define la automatización como el conjunto de métodos y procedimientos para la sustitución del operario en tareas físicas y mentales que son previamente programadas. De esta definición original se desprende el esclarecimiento de la automatización como la aplicación al control de procesos industriales, [3].

Además es un medio por el cual los procesos de producción utilizan la tecnología a su favor para el control de variables de entrada, de proceso y de salida que gobiernan un determinado proceso de producción, entonces esto implica que estas variables son controladas mediante un programa.

También un término que se aplica a la automatización de los procesos industriales es que se la denomina una tecnología basada en la aplicación de complejos sistemas mecánicos, electrónicos, eléctricos a la operación y control de la producción, [11].

### 3.2.19. Jerarquía de Automatización.

Los sistemas de automación industrial pueden ser muy complejos por naturaleza, teniendo un gran número de dispositivos trabajando en sincronización con las tecnologías de automatización, la disposición jerárquica consta de diferentes niveles, [12].

Como se presenta en la siguiente pirámide.



**Figura 3. 11.** Pirámide jerárquica de automatización.

**Fuente:** [12].

La jerarquía de la automatización también puede clasificarse dependiendo del nivel al cual es aplicada, siendo así los siguientes:

### **3.2.20. Nivel de campo**

Es el nivel más bajo incluye los dispositivos de campo como sensores, actuadores y controladores, la principal tarea de estos dispositivos de campo es transferir los datos de procesos y máquinas al siguiente nivel superior para monitoreo y análisis además de incluye el control de parámetros de proceso a través de actuadores. Como ejemplo, podríamos describir este nivel como los ojos y los brazos de un proceso particular, [12].

### **3.2.21. Nivel de control**

Este nivel se compone de varios dispositivos de automatización como máquinas CNC, PLC, etc., que adquieren los parámetros de proceso de varios sensores. Los controladores automáticos accionan los actuadores basándose en las señales procesadas provenientes de los sensores y en la técnica de programación o control, [12].

### **3.2.22. La automatización fija**

Se utiliza cuando el volumen de producción es muy alto, y por tanto es adecuada para diseñar equipos especializados para procesar el producto o un componente de producto con alto rendimiento y con elevadas tasas de producción.

Sus desventajas son que su costo de inversión inicial es elevado, y que una vez que se acaba el ciclo de vida del producto es probable que el equipo quede obsoleto, [12].



**Figura 3. 12.** Automatización fija en una máquina selladora de fundas plásticas.

**Fuente:** [12].

### 3.2.23. La automatización programable

Se emplea cuando el volumen de producción es relativamente bajo y hay una diversidad de producción a obtener. Los equipos de producción se diseñan para ser adaptable a las variaciones de configuración de los productos en lotes.

Cuando se completa un lote de productos se programan los equipos para procesar el siguiente lote.



**Figura 3. 13.** Automatización programable de paneles solares.

**Fuente:** [13]

### 3.2.24. La automatización flexible

Es un concepto que se desarrolló en los últimos 15 o 20 años. Posee algunas características de la automatización fija y automatización programable. Estos sistemas suelen estar constituidos por una serie de estaciones de trabajo interconectadas por un sistema de almacenamiento y manipulación de materiales. Con la automatización flexible se puede obtener al mismo tiempo y en un mismo sistema de fabricación, diversos productos.



**Figura 3. 14.** Automatización flexible en brazos mecánicos.

**Fuente:** [14]

### 3.2.25. Ventajas

La principal ventaja de la automatización frente a un proceso de producción manual es asegurar una mejor calidad del proceso de producción el cual dependerá directamente de la eficiencia del sistema de control implementado, [15].

También presenta otras ventajas como:

**Tabla 3. 1.** Ventajas de la automatización.

<b>Ventajas</b>	<b>Descripción</b>
Costo óptimo de operación	La integración de diversos procesos en la industria con maquinarias automatizadas, minimiza los tiempos de ciclo y esfuerzo, y por lo tanto la necesidad de trabajo humano se reduce. Esto resulta en una menor inversión en personal y empleados.
Alta productividad	La automatización de fábricas y procesos industriales mejoran las tasas de producción a través de un mejor control de la misma ayuda a lograr la producción en masa, reduciendo drásticamente el tiempo de montaje por producto con una mayor calidad. Por otro lado, permite a las industrias operar las 24 horas del día.
Producto de alta calidad	Dado que la automatización reduce la participación humana, la posibilidad de errores humanos también se elimina. Permite mantener un nivel de calidad homogénea de productos, mediante el control y monitoreo adaptativos de los procesos industriales en todas las etapas, desde producto final el inicio hasta el producto final.

Alta flexibilidad	El agregado de una nueva tarea en la línea de montaje implica el entrenamiento necesario a todos los operadores manuales involucrados. En cambio, los robots y máquinas pueden ser programados para realizar todo tipo de tareas, lo que permite una mayor flexibilidad en el proceso productivo
-------------------	--

### 3.2.26. Modelo estructural de automatización

La estructura de un sistema automático se puede dividir en dos partes evidentes: la primera corresponde a la parte operativa del sistema formada por un conjunto de dispositivos, máquinas, diseñados para la realizar determinadas funciones de fabricación; de forma específica pueden tratarse de máquinas herramienta para realizar operaciones de mecanizado.

Por otro lado tenemos la parte de control o mando, que independientemente de su implementación tecnológica electrónica, neumática, hidráulica, eléctrica, es el dispositivo encargado de realizar la coordinación de las operaciones encaminadas a mantener a la parte operativa bajo control. El sometimiento de la parte operativa se logra mediante el mantenimiento continuo de un intercambio de información entre la primera parte y la parte de control o mando. Dicho intercambio se establece a través de los captadores binarios, transductores analógicos, digitales y los dispositivos de pre accionamiento.

A partir de los dos primeros se recoge información de los valores de las magnitudes físicas a controlar, así como de sus cambios de estado, enviando dicha información a la parte de control para su tratamiento. Tras el tratamiento de la información se envían acciones de mando a través de los preaccionadores. Los preaccionadores son dispositivos que permiten el control de grandes potencias mediante las señales de pequeña potencia que son emitidas por la parte de control, [16].



**Figura 3. 15.** Modelo estructural de un sistema Automatizado.

**Fuente:** [16].

### **3.2.27. Componentes del sistema de automatización**

Son los sensores, actuadores, empleados en el tablero de control que realizan las funciones de censar, actuar y controlar el proceso de producción de un determinado producto, estos son del tipo: contactos auxiliares, contactores, relés térmicos, temporizadores, relés de impulso, contadores unidos eléctricamente con elementos distintos elementos.

### **3.2.28. Breaker o interruptor automático**

Es un dispositivo encargado de proteger el cableado del sistema de control y al motor contra sobrecargas y cortocircuitos además que tiene la capacidad de actuar cuando se detecta una falla sin dañarse lo cual permite inmediatamente su restablecimiento, [17].

### **3.2.29. Contactor**

El contactor es un interruptor accionado por un electroimán, el cual tiene la facilidad de recibir un mandado a distancia, su función principal es de abrir y cerrar circuitos permitiendo el paso de corriente a través de sus placas para alimentar una carga, esto ocurre cuando la bobina del contactor recibe corriente eléctrica, comportándose como electroimán y atrayendo dichos contactos permitiendo el paso de corriente además que vuelve a la posición de reposo cuando la fuerza de accionamiento deja de actuar sobre él.

Para cada aplicación se requiere de un contactor diferente que optimice el funcionamiento del proceso al cual este sometido.

La corriente nominal térmica (ITH), es la corriente que pueden soportar los contactos principales durante 8 horas en ausencia de arcos de ruptura y permaneciendo dentro de los

límites de calentamiento fijados por el fabricante El poder de ruptura del contactor está relacionado directamente con la categoría de servicio, [18] que se clasifica para corriente alterna y continúa en las siguientes tablas:

**Tabla 3. 2.** Clase de contactor y aplicación para corriente alterna.

<b>Categoría</b>	<b>Aplicación practica</b>
AC-1	Cargas puramente resistivas o ligeramente inductivas, para calefacción eléctrica, o iluminación incandescente.
AC-2	Motores asíncronos de rotor bobinado, para mezcladoras, centrífugas.
AC-3	Motores asíncronos de rotor en cortocircuito, para aparatos de aire acondicionado, compresores, ventiladores.
AC-4	Motores asíncronos para trabajos pesados (intermitente, frenado de contracorriente) grúas, ascensores.

**Tabla 3. 3.** Clase de contactor y aplicación para corriente continua.

<b>Categoría</b>	<b>Aplicación practica</b>
DC-1	Cargas puramente resistivas o débilmente inductivas, para calefacción eléctrica.
DC-2	Motores derivación, con desconexión a motor en rotación, nunca a motor frenado.
DC-3	Motores en derivación, con desconexión a motor frenado, inversores del sentido de giro.
DC-4	Motores serie, con desconexión a motor en rotación, nunca a motor frenado.
DC-5	Motores serie, con desconexión a motor frenado, inversiones del sentido de giro.

### **3.2.30. Contactos principales**

Son llamados también contactos de potencia a través de los cuales se alimenta el circuito de fuerza se los instala en las ranuras principales del rioldin para la conducción de la corriente de servicio, destinados a abrir y cerrar dicho circuito. Generalmente tienen dos puntos de interrupción y están abiertos o en reposo.

Según el número de vías de paso de corriente el contactor será bipolar, tripolar, tetrapolar, etc. Suelen sufrir desgaste con el tiempo, y por ello deben reunir las siguientes cualidades, para ser utilizados en el área industrial:

- Alta conductividad eléctrica y térmica
- Pequeña resistencia al contacto
- Débil tendencia a soldarse
- Buena resistencia a la erosión producida por el arco
- Dureza elevada

Además suelen deben estar compuesto de las siguientes aleaciones:

- Plata-Cadmio
- Plata-Níquel
- Platino-Iridio.

### **3.2.31. Contactos Auxiliares**

Son contactos que se utilizan para el circuito de mando están acoplados mecánicamente a los contactos principales, encargados de abrir y cerrar los circuitos auxiliares, asegurando los enclavamientos y conectando las señalizaciones. Pueden ser del tipo normalmente abiertos o normalmente cerrado.

Una característica principal que poseen es que son de dimensiones reducidas pues actúan sobre corrientes relativamente pequeñas, además que posee un sistema de roce o deslizamiento forzado, con el fin de limpiarlo, se conoce como dispositivo auto limpiante, [18].



**Figura 3. 16.** Contactores eléctricos.

**Fuente:** Autores.

### **3.2.32. Pulsador de paro de emergencia**

Son dispositivos que tienen como función esencial de interrumpir en caso de que exista peligro el funcionamiento de la máquina lo más rápido posible, es instalado en las máquinas previéndose para este fin dos posibilidades:

- Un interruptor accionado manual o eléctricamente, situado en la línea de alimentación de la máquina.
- Un auxiliar de mando dispuesto en el circuito auxiliar de modo que, al ser accionado, todos los circuitos que pueden originar peligro queden desconectados.

El paro de emergencia debe cumplir las siguientes características:

- Ser capaz de cortar la corriente máxima del motor de mayor potencia
- Podrá ser accionado manualmente y será enclavable en la posición de abierto, [19].



**Figura 3. 17.** Pulsador paro de emergencia.

**Fuente:** [19].

### **3.2.33. Relés de interface**

Son dispositivos diseñados para operaciones de comando y maniobra con una gran cantidad de aplicaciones en la industria. Poseen un sistema mediante el cual las conexiones eléctricas son

realizadas rápidamente, sin necesidad de tornillos, agilizando en gran medida el proceso de instalación, además los relés internos también pueden ser reemplazados con facilidad y de manera segura, [20].



**Figura 3. 18.** Relés de interface implementado en el tablero de control.

**Fuente:** Autores.

### **3.2.34. Sensor de contraste**

El sensor de contraste está relacionado directamente distinguir señales de colores el mismo que de acuerdo a su calibración es capaz de censar ciertos colores para activar sus salidas permitiendo tener un control sobre un proceso determinado.

### **3.2.35. Sensor inductivo o de ranura**

Este sensor se caracteriza por detectar objetos de tipo metálico que incorporan en su interior una bobina eléctrica encargada de generar un campo magnético que permite detectar metales conductores además siendo así una solución muy efectiva al momento de obtener puntos de referencia y señales de entrada la para la programación realizada.



**Figura 3. 19.** Sensor de ranura.

**Fuente:** Autores.

### 3.2.36. Controlador lógico programable (PLC)

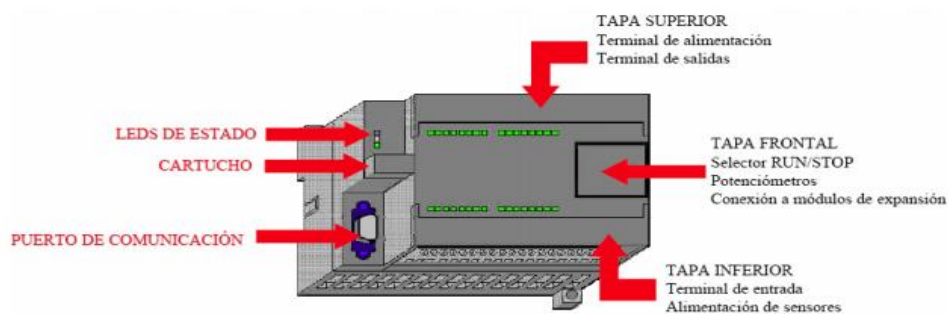
Se denomina PLC por sus siglas en inglés (Programmable Logic Controller) al instrumento electrónico encargado de utilizar una memoria programable en la que se puede guardar instrucciones sobre el desarrollo de determinadas funciones, como operaciones lógicas, secuencias de acciones, especificaciones temporales, contadores y cálculos para el control mediante módulos analógicos o digitales sobre diferentes tipos de máquinas y de procesos en industrias, [21].

### 3.2.37. Controlador lógico programable (PLC) S7 200

Hace su aparición en 1994 con la generación de controladores lógicos programables pertenecientes a la serie SYMATIC S7 entre los que se encuentra el S7-200, S7-300 y S7-400 junto con los buses de campo Profibus e industrial Ethernet, el CPU S7-200 está formada por un CPU, una fuente de alimentación además de entradas y salidas digitales, todo eso contenido en un módulo compacto. [22].

Entre las principales características se puede mencionar:

- Utilidad del puerto estándar RS-485.
- Cuenta con diferentes protocolos de comunicación el más utilizado el PPI.
- Rápido en la comunicación PROFIBUS, operando como esclavo.
- Potente comunicación entre el bus AS- Interfaz.



**Figura 3. 20.** PLC S7 200.

**Fuente:** [22].

Además, el PLC en mención cuenta con diferentes modelos de CPU que se muestran en la Figura II. 14

### 3.2.38. Comunicación PROFIBUS

Profibus es una red para los niveles de campo, utilizado para transmitir cantidades de desde pequeñas hasta medianas, todas las CPU a partir de CPU 222 pueden operar como esclavo normalizado de PROFIBUS DP con velocidad de transferencia de hasta 12 Mbits/s. Esta conectividad del S7-200 a los niveles de control PROFIBUS DP garantiza la conexión de máquinas aisladas en líneas de fabricación, [23].

### 3.2.39. Software de programación STEP7 Micro WIN

STEP7 ofrece un programa confortable que permite desarrollar, editar y observar la lógica del programa necesaria para controlar un proceso, incluyendo herramientas para gestionar y configurar todos los dispositivos del proyecto, tales como contactores, sensores.

Para poder encontrar la información necesaria, STEP 7 ofrece un completo sistema de ayuda en pantalla, [24].

A demás este software de programación ofrece potentes herramientas que permiten ahorrar mucho tiempo debido a su interfaz amigable, el software de programación se maneja de forma análoga a las aplicaciones estándar de Windows 7. Para ello, cuenta con un repertorio de instrucciones de gran rendimiento como la programación conforme a la norma IEC 1131, [23].

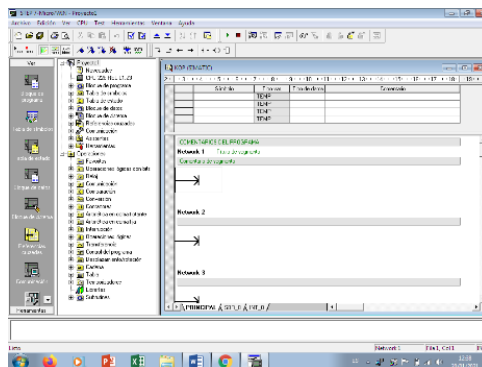
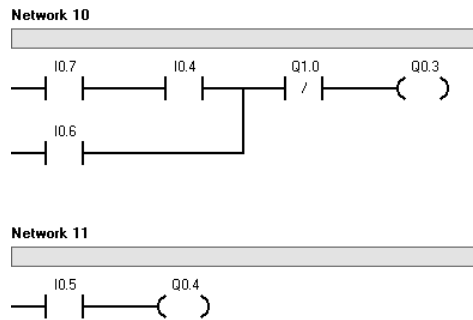


Figura 3. 21. Pantalla principal de software STEP 7 Micro WIN.

Fuente: Autores.

### 3.2.40. Lenguaje de programación KOP

También conocido como lenguaje Ladder o de escalera consiste básicamente en un diagrama en secuencia de contactos, es un lenguaje de programación gráfico y su representación es similar a los esquemas de los circuitos.

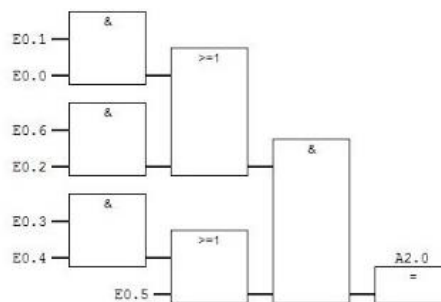


**Figura 3. 22.** Lenguaje de programación KOP.

**Fuente:** Autores.

### 3.2.41. Lenguaje de programación FUP

Es el lenguaje grafico de programación STEP 7 se basa en los símbolos lógicos empleados en el álgebra booleana, además tiene la ventaja de ver agrupada por bloques las diferentes lógicas, cuando hay mucha lógica booleana en serie suele ser más compacto y fácil de entender, [25].



**Figura 3. 23.** Lenguaje de programación FUP.

**Fuente:** [25].

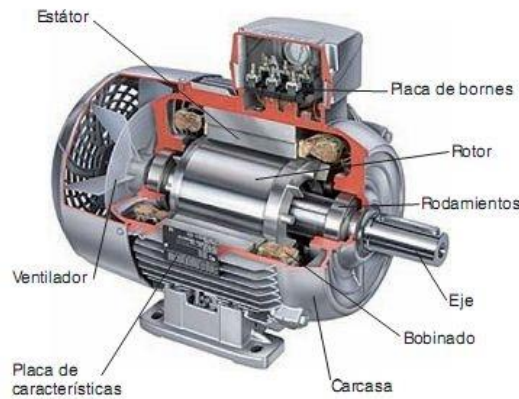
### 3.2.42. Motores eléctricos.

Son máquinas rotativas encargadas de transformar la energía eléctrica en energía mecánica gracias a las interacciones electromagnéticas producidas por la circulación de la corriente eléctrica en sus bobinados y demás componentes, la mayoría de motores eléctricos son reversibles, es decir, pueden transformar energía mecánica en energía eléctrica, los motores industriales se caracterizan por ser totalmente blindados, con protección IP 54 e IP 55, para servicio continuo de uso industrial, [26].

### 3.2.43. Partes de un motor eléctrico.

Está constituido por 2 partes fundamentales:

- Rotor: Es el componente que rota en una máquina eléctrica, sea esta un motor o un generador eléctrico, además está formado por un eje que soporta un juego de bobinas arrolladas sobre un núcleo magnético que puede girar dentro de un campo magnético creado bien por un imán o por el paso por otro juego de bobinas.
- Estator: Es una parte fija de una máquina rotativa, la cual alberga a el rotor, en los motores eléctricos el estator está compuesto por un imán natural (en pequeños motores de corriente continua) o por una o varias bobinas montadas sobre un núcleo metálico que generan un campo magnético en motores más potentes y de corriente alterna, también se les llama inductoras, [27].



**Figura 3. 24.** Motor eléctrico trifásico.

**Fuente:** [26].

Los motores trifásicos son motores en los que el bobinado inductor colocado en el estator, está formado por tres bobinados independientes desplazados  $120^\circ$  eléctricos entre sí y alimentados por un sistema trifásico de corriente alterna por lo tanto se puede conectar bien en estrella o bien en triángulo.

## **4. METODOLOGIA**

### **4.1. Enfoque de la investigación.**

Dentro de los sistemas de automatización existen parámetros importantes a ser evaluados y controlados siendo así variables principales la cantidad de producción como el tiempo estimado del proceso, por ende, incluir métodos cuantitativos en el sistema permite comprender los beneficios múltiples que existen dentro de la automatización.

Si bien se tiene claro que el proceso de automatización es importante dentro de las industrias para mantener su carácter competitivo, se debe conocer también los riesgos y problemas que se pueden generar tales como la complejidad de uso y los costos relacionados con el sistema, aun así este tipo de tecnologías han demostrado ser muy útiles dentro de los proceso por el mismo hecho de incremento de producción.

Los aspectos abordar en la presente propuesta tecnológica están relacionados directamente con el operador y el empresario es ahí donde el uso de métodos cualitativos como la investigación de campo permitirá conocer de cierta manera datos reales que permitan optimizar no únicamente centrados en la maquinaria sino también en la capacitación al personal que de una u otra manera debe adaptarse al cambio, es por esta razón que durante el proceso autómatas se busca obtener una operación lo más simple y eficaz que se pueda.

En todo proceso se debe identificar factores que contribuyen a los errores y déficit de producción y si bien se pueden analizar a través de factores cuantitativos se puede comprender fácilmente que el déficit existente actualmente está relacionado a las condiciones de trabajo del operador en donde las variables tienden a ser cuantitativas, se comprende entonces por qué el uso de la automatización en los últimos años ha ido incrementándose.

El problema entonces se ve centrado a mejorar tanto el sitio de trabajo como la maquinaria o proceso analizado, tratando de optimizar recursos existentes para el proceso así como disminuir las afectaciones o errores por el control del operador, por esta razón mientras más complejo sea el sistema muchos de los operadores no se ven en la capacidad de operar los sistemas convirtiéndose así en costos adicionales por la capacitación y contratación de personal.

### **4.2. Marco metodológico**

El estudio referente a la automatización en el proceso de sellado de fundas plásticas tiene la intención de generar información útil que permita realizar una gestión completa sobre su

producción y proceso para esto se presenta a continuación la metodología de trabajo con la cual se pretende alcanzar los objetivos propuestos.

### **4.3. Tipos de investigación**

#### **4.3.1. Investigación exploratoria**

Se utiliza este tipo de investigación con la finalidad de obtener información histórica para poder continuar con la investigación, es decir para realizar el proyecto es necesario determinar las condiciones actuales de la máquina, así como también el galpón para la ejecución donde se pretende establecer la elaboración del proyecto, donde se conocerá los parámetros del sistema eléctrico, electrónico y los sistemas de control.

#### **4.3.2. Investigación de campo**

Se aplica este tipo de investigación para la recopilación de información del lugar donde se encuentra presente el problema.

#### **4.3.3. Investigación descriptiva**

Consiste en describir lo que se realizó con el tema, se establecerán los sistemas a controlar, componentes eléctricos y electrónicos utilizados en la construcción del tablero, todo esto enfocado en la creación de un manual de usuario, que sirva de apoyo para el operador.

### **4.4. Métodos**

Los métodos aplicados dentro del proyecto con el fin de obtener resultados y conclusiones útiles dentro de la investigación fueron escogidos de tal manera que permita obtener información de manera rápida y concisa a través de la aplicación correcta de estos métodos, los datos recolectados permitirán modelar un mejor sistema automatizado para la empresa.

#### **4.4.1. Método Deductivo**

Los métodos planteados dentro del proyecto se ven enfocados al carácter deductivo al tener que observar el problema actual de la maquinaria para generar las propuestas de automatización lo cual lleva a un análisis completo y sustancial acerca del problema planteado.

#### **4.4.2. Método Inductivo**

De esta misma manera el análisis inductivo se ve inmiscuido en el problema dentro de la parte del proceso e cual será modificado y brindará una mayor eficiencia en el incremento de la

producción teniendo que realizar enfoques inductivos alrededor del producto final y los tiempos estimados de la maquinaria.

#### **4.5.Técnica e instrumentos.**

##### **4.5.1. Tratamiento de la información.**

Este proceso, en donde se tabulan los datos obtenidos de la planificación a realizarse determinara las principales razones por que las que es necesario la automatización de la selladora y ayudaran a determinar la viabilidad del proyecto.

##### **4.6.Software STEP 7 Microwin**

Es el software en el que se realizara la programación respectiva para el proceso de automatización he implementación del proyecto en el cual se maneja lenguaje ladder para una mejor comprensión y entendimiento en las posibles fallas o errores dentro del sistema.

##### **4.7.Instrumentos de medición**

Dentro de lo que son los instrumentos de medición se hace uso de múltiples instrumentos que permitan conocer datos como el voltaje, Amperaje, resistencia, etc. Por lo cual si bien el multímetro cubre algunos de estos datos es necesario el uso de un amperímetro para conocer de manera acertada los datos reales de medición.

## 5. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Para el desarrollo del proyecto se realizaron varias actividades referentes a la aplicación de conocimientos eléctricos con la finalidad de automatizar el proceso de corte y sellado de fundas plásticas para la industria Inplastico.

### 5.1.Ubicación del proyecto implementado

El proyecto se encuentra en el galpón de la industria inplastico ubicado en la provincia de Cotopaxi, cantón Latacunga en el sector del Niágara, lugar donde se dedican a la fabricación de fundas plásticas termoplásticas, botellas termoestables, etc.



**Figura 5. 1.** Ubicación de la industria Inplastico.

### 5.2.Limpieza y mantenimiento de máquina

La máquina selladora de fundas plásticas STIEGLER Modelo S 1050-80 con número de serie 642.00.01-30 fue encontrada en condiciones precarias, por lo tanto antes de iniciar con el proceso de automatización tuvo que ser sometida a un proceso de mantenimiento, ver ANEXO I.



**Figura 5. 2.** Mantenimiento de máquina de corte y sellado de fundas plásticas.

### 5.3.Descripción de sistemas implementados en el tablero de control

#### 5.3.1. Sistema de control de temperatura

La temperatura ideal a la que se consigue un sellado de fundas pasticas es que no exceda los 120 ° C, esta temperatura se mantiene en el cabezal de la máquina por ello el sistema realizado para su control se basó en la programación de un valor máximo y mínimo en un módulo controlador, el cual se encarga de tomar la medida de temperatura a través de una Termocupla tipo J de una combinación de hierro y constatan con una capacidad sensitiva de 5,6 MV a 100 ° C, se utilizó esta Termocupla porque permite trabajar en rangos de temperatura desde -40 a 750 ° C, la misma está ubicada en la resistencia del cabezal, y se alimentó la resistencia a una tensión de 220 V a través del módulo controlador de temperatura Marca SASSIN modelo 3S-C900 , además se utilizó varios componentes eléctricos como:

- Contactores de mando: encargados de enviar la señal de activación proveniente del accionar del selector de posiciones.
- Termocupla: encargada de tomar el valor de temperatura.



Figura 5. 3. Controlador de temperatura.

#### 5.3.2. Sistema de contador de unidades

Para este sistema se utilizó un contador digital CHNT modelo NJJ3 el mismo que permite configurar la cantidad de fundas plásticas que se desea sellar, el encendido del sistema se realiza desde un pulsador normalmente abierto.

Además, cuenta con la opción de escoger el tipo de conteo ya sea simple o duplicado, esto se consigue mediante el uso de un selector de dos posiciones el cual permite el ingreso de señales ante un corte simple o un corte con duplicado de tamaño el cual se detalla en la sección 5.3.6.

Al finalizar el conteo el contacto de salida del contador es utilizado para detener el paso del material durante tres ciclos a la vez que se resetea el conteo encendiendo una luz piloto y una sirena como señal de alerta, Esto con la finalidad de permitir que el operador empaque las fundas ya selladas.



**Figura 5. 4.** Contador NJJ3.

### 5.3.3. Sistema de accionamiento de motor principal y cabezal

El sistema de accionamiento para el motor principal y cabezal está conformado por un arranque directo comandado desde el tablero de control y a través del PLC el mismo que debe encenderse solo bajo ciertas condiciones para evitar errores y posibles accidentes, para este sistema se hace uso de:

- Contactores de potencia
- Pulsador normalmente abierto
- Motor de 3 KW
- Relé de interface

Para calcular el calibre de conductor utilizado nos basamos en los datos de potencia que vienen dados en la placa por el fabricante y aplicamos la siguiente ecuación de corriente:

$$I_{nominal} = \frac{P}{\sqrt{3} * V * \cos(\phi)}$$

(5. 1)

Donde:

P: potencia activa de la placa del contador.

V: voltaje de alimentación.

$\cos(\emptyset)$  : Factor de potencia.

Estos datos son obtenidos de la placa del motor.



**Figura 5. 5.** Placa de motor de cabezal.

$$I_{nominal} = \frac{3000}{\sqrt{3} * 380 * \cos(0,81)}$$

$$I_{nominal} = 4,55 A$$

Se debe tener en cuenta que la corriente de nominal se multiplica por un factor 1,25 para determinar la corriente de diseño.

$$I_{diseño} = I_{nominal} * 1,25$$

(5. 2)

Donde:

$I_{nominal}$ : Corriente calculada a través de los datos de placa del motor.

1,25: Valor de factor de corrección.

$$I_{diseño} = 4,55 A * 1,25$$

$$I_{diseño} = 5,68 A$$

Una vez realizados los cálculos correspondientes se seleccionó el calibre número 14 AWG para la alimentación del motor, este calibre de conductor posee una capacidad de conducir corriente hasta de 22 amperios, ver la Figura II. 1.

Para dimensionar la protección se tomó en cuenta la corriente de arranque que tiene el motor al momento de su puesta en marcha que varía de 3 a 5 veces su corriente nominal, para eso se utilizó la siguiente ecuación:

$$I_{arranque} = 5 * I_{nominal} \quad (5.3)$$

Donde:

$I_{arranque}$ : Corriente máxima que consume el motor a los 5 segundos de su accionamiento.

$$I_{arranque} = 5 * 4,55 A$$

$$I_{arranque} = 22,75 A$$

Con los resultados obtenidos del cálculo se utilizó un breaker trifásico de 32 Amperios para la protección del motor de cabezal.

La conexión del motor se puede visualizar en el ANEXO II en la Figura II. 6.



**Figura 5. 6.** Tablero de control principal.

#### 5.3.4. Sistema de activación de bandas transportadoras

El sistema de activación de bandas transportadoras activa un motor Lenz trifásico de 0,75 KW alimentado a 380 V de manera inmediata al accionar un pulsador, el arranque del motor es directo comandado desde el tablero de control a través del PLC.

Para calcular el calibre de conductor utilizado se utilizó los datos de placa definidos por el fabricante y aplicamos la siguiente ecuación de corriente:

$$I_{nominal} = \frac{P}{\sqrt{3} * V * \cos(\phi)}$$

Donde:

P: potencia activa de la placa del contador.

V: voltaje de alimentación.

cos(φ) : Factor de potencia.



**Figura 5. 7.** Placa del motor de bandas.

$$I_{nominal} = \frac{750}{\sqrt{3} * 380 * \cos(0.8)}$$

$$I_{nominal} = 1,14 A$$

Aplicando el factor de corrección

$$I_{diseño} = 1,14 A * 1,25$$

$$I_{diseño} = 1,5 A$$

La selección del conductor se realizó de manera similar al apartado anterior, obteniendo un calibre de conductor número 14 AWG.

Para determinar la protección del motor se aplicó la ecuación del apartado anterior

$$I_{arranque} = 5 * 1,5 A$$

$$I_{arranque} = 7,5 A$$

Con los resultados obtenidos del cálculo se utilizó un breaker trifásico de 10 Amperios para la protección del motor de bandas.

La conexión del motor se puede visualizar en el ANEXO II, Figura II. 6.

### **5.3.5. Sistema de selección de trabajo con sensor de ranura o contraste**

Este sistema permite seleccionar si el proceso de sellado se desea realizarlo utilizando el sensor de ranura marca NOVOTRON modelo A30 o el sensor de contraste marca SICK modelo KT5W-2N1116, se elige mediante un selector de tres posiciones, estas tres posiciones son:

- Posición central: El sistema se encuentra apagado.
- Posición derecha: Al accionar el selector a esta posición permite la activación del sensor de ranura.
- Posición izquierda: Al accionar el selector a esta posición permite la activación del sensor fotoeléctrico.

Aunque su función es similar con ambos sensores la diferencia principal radica en que el sensor de contraste permite realizar el sellado mediante la lectura de una señal en las fundas llamada “taka” mientras que el sensor de ranura realiza el paso de material y sellado sin necesidad de señales en las fundas es decir de maneja autónoma, el uso de estos dos sensores se realiza ante el tipo de fundas que se deseen sellar ya sean con impresión de logo sensor de contraste, ver en el ANEXO II la Figura II. 10, o sin impresión sensor de ranura, ver Figura II. 12.

### **5.3.6. Sistema de duplicado de medida.**

El sistema de duplicado se activa mediante un selector de dos posiciones con la finalidad de incrementar el tamaño de las fundas selladas, su sistema principal tiene la función de realizar el sellado después de dos ciclos es decir que el cabezal permitirá pasar dos veces el material antes de sellar, esto gracias a la ayuda de un pistón activado de manera hidráulica, mientras que al elegir un corte simple el material pasa una sola vez y es sellado automáticamente.

Para realizar este duplicado lo que se realiza es utilizar un contactor de control que energiza a una electroválvula la misma que permite accionar un pistón el cual bloquea el sellado del cabezal para que este se dé después de dos ciclos.



**Figura 5. 8.** Electroválvula para activar el pistón del funcionamiento duplicado.

#### **5.4.Diseño general del Tablero de control.**

El diseño general del tablero se realizó una vez analizados los sistemas que intervienen en el funcionamiento de la máquina para lo cual se procedió a seguir una serie de pasos en su desarrollo.

##### **5.4.1. Diagrama de conexiones.**

- **Circuito de fuerza**

El primer paso a seguir fue el diseño del circuito de fuerza en el software CADE SIMU que se implementó para el accionar de los motores, además se agregó la alimentación principal que permite brindar protección al circuito ante cualquier anomalía presente en el sistema eléctrico.

El circuito fue alimentado por tres Fases R, S y T que provienen del tablero general de la industria con un voltaje de 380 V entre fases y 220V con el neutro, cada línea se conectó a un interruptor termo magnético tripolar de 50 Amperios, con cable sucre número 8 hasta las borneras de conexión en el interior del tablero de control, ver el

ANEXO III.

- **Circuito de control**

El circuito de control por su parte está elaborado de acuerdo al plano eléctrico diseñado con la utilización de diversos componentes de control como pulsadores, selectores, contactores, etc. En su mayoría el conductor utilizado es el número 18 por su fácil maleabilidad, el circuito de control consta de tres voltajes.

El primero de 220 V AC utilizado en la energización del PLC y de las bobinas de los contactores.

El segundo de 24V DC con el cual se alimenta a las bobinas de los relés de interfaz, ver Figura III. 4 del

### ANEXO III.

El tercero de 8V DC el cual se encarga de alimentar al freno y embrague con un bajo voltaje, pero con una corriente de 6 Amperios.

El voltaje utilizado en cada parte del control así como la forma de conexión y la vinculación junto al controlador lógico programable se la puede apreciar en el diagrama general de control ubicado en el

### ANEXO III.

#### **5.4.2. Adecuación del tablero de control**

En este apartado se debe recalcar que se utilizó un tablero al que no se le daba uso dentro de la empresa por lo cual lo primero en realizarse fue un mantenimiento general del tablero tanto interna como externamente realizando una limpieza general y un nuevo pintado del tablero eléctrico, ver ANEXO IV.



**Figura 5. 9.** Limpieza y Adecuación del gabinete.

#### **5.4.3. Ubicación he instalación de soportes para los componentes eléctricos**

Luego de haber concluido con la limpieza del tablero eléctrico se procedió a instalar los soportes como: tornillos, borneras, riel din, remaches, canaletas, etc. Todos estos materiales se utilizan con la finalidad de asegurar los componentes eléctricos y obtener una mejor estética del tablero eléctrico.



**Figura 5. 10.** Instalación de canaletas y riel din en el gabinete.

#### **5.4.4. Diseño y Ubicación de componentes eléctricos**

Es una de las partes más importantes ya que se define la ubicación de todos los componentes eléctricos en base a criterios como seguridad, comodidad, estética y uso eficiente del espacio disponible esto con la finalidad de facilitar el cableado a realizarse, así como el entendimiento del sistema de control, además su ubicación se realizó en los soportes instalados anteriormente, ver Figura IV. 10.



**Figura 5. 11.** Instalación de los componentes eléctricos.

#### **5.4.5. Cableado del sistema**

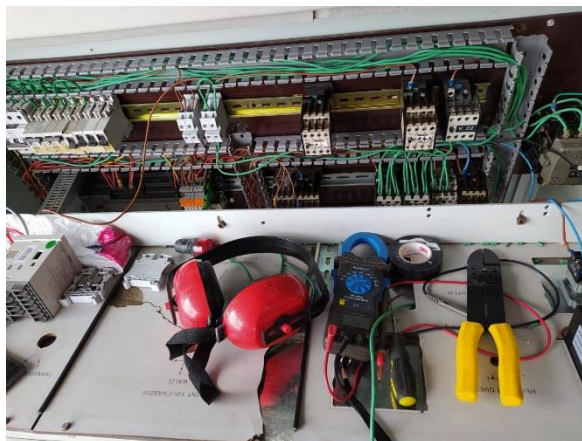
De acuerdo al cálculo realizado en la sección 5.5.3 y 5.5.4 al conocer el consumo de corriente se determinó que para la alimentación de los motores eléctricos el conductor de calibre número 14 AWG es apto para soportar las condiciones de trabajo dentro del sistema, permitiendo además tener una uniformidad en el cableado del sistema de potencia.

En el apartado del cableado dentro del sistema de mando y control al tener alimentación de relés, contactores y señales de entrada en formas de contactos eléctricos, Nos enfocamos en los componentes de mayor consumo para determinar el conductor a utilizar teniendo así que el

mayor consumo se presenta en la energización de contactores con una corriente máxima de 0,7 amperios por lo cual para mayor comodidad y facilidad de maniobrar el conductor en todo el sistema de mando o control se hizo uso de conductor número 18 AWG.

#### **5.4.6. Conexión de componentes eléctricos**

La conexión de los componentes en el sistema de mando se realizó diferenciando dos partes dentro del circuito, la primera considerada como la parte de mando o control y la segunda especificada como la parte de potencia esto con la finalidad de separar y proteger los elementos de control ante posibles fallas en el sistema de potencia y viceversa, para lo cual se procedió a energizar cada uno de los componentes para comprobar su correcto funcionamiento y posteriormente ir vinculando sus entradas y salidas hacia el PLC, realizando así una conexión conjunta de todos los componentes manteniendo una relación con el controlador lógico programable.



**Figura 5. 12.** Cableado y conexión de componentes eléctricos.

#### **5.5.Programación del sistema**

Una vez definidas las variables de entrada y las señales de salida dentro del sistema se debe conocer que para iniciar la fase de programación se debe instalar el software STEP 7 micro WIN SP1 de la marca siemens, es importante mencionar que STEP 7 es compatible con Windows 7 y softwares inferiores, para la programación se utilizó el lenguaje de programación KOP o ladder además de la normativa europea, esta normativa define como abreviaturas de entrada la letra I.0.0 mientras que las salidas de programación con la letra Q.0.0.



**Figura 5. 13.** Programación del sistema de control.

Para la conexión entre el PLC S7 200 y la computadora se utilizó mediante el protocolo PPI con el puerto COM 5 con una velocidad de transferencia 6, 9 kb/s, ver puede visualizar en el ANEXO V.

**Tabla 5. 1.** Tabla de asignación del PLC.

Nº	Nombre	Dirección	Tipo	Descripción
1	Motor principal	Q0.0	Salida	Motor principal para el funcionamiento de cabezal.
2	Pulsado S1	I0.0	Entrada	Señal de pulso para accionar el motor principal.
2	Motor Bandas	Q0.1	Salida	Motor de las bandas para el transporte de fundas ya cortadas.
3	Pulsado S2	I0.1	Entrada	Señal de pulso para accionar el motor de bandas.
4	Sensor de seguridad de cabezal	I0.2	Entrada	Señal que permite detener el sistema en caso de abertura de bandas del sistema.
5	Calentamiento de cabezal	Q0.2	Salida	Calentamiento para el cabezal.
6	Pulsador S3	I0.3	Entrada	Señal de pulso para encender el calentamiento.
7	Alado de material	Q0.3	Salida	Activa el alado de material.

8	Sensor de ranura	I0.4	Entrada	Señal de encendido proveniente del selector de dos posiciones.
9	Sensor fotoeléctrico	Q0.4	Salida	Enciende el sensor fotoeléctrico.
10	Sensor fotoeléctrico	I0.5	Entrada	Encendido de sensor fotoeléctrico.
11	Duplicado	Q0.5	Salida	Activa el duplicado.
12	Sensor fotoeléctrico.	I0.6	Entrada	Señal proveniente del sensor fotoeléctrico detectada cuando pasa el material.
13	Contador	Q0.6	Salida	Encendido del contador.
14	Sensor de ranura	I0.7	Entrada	Señal proveniente del sensor ranura detectada con el paso de material.
15	Pulso de contador	Q0.7	Salida	Señal de reseteo del contador
16	Duplicado	I1.0	Entrada	Señal de encendido proveniente del selector de dos posiciones para la activación del duplicado
17	Bocina y luz piloto	Q1.0	Salida	Activación de bocina y luz piloto
18	Duplicado	I1.1	Entrada	Señal de conteo de duplicado enviada por el sensor de ranura
19	Contador	I1.2	Entrada	Señal de activación de contador enviada por el pulsador
20	Contador	I1.3	Entrada	Señal de entrada para la activación del reseteo del contador

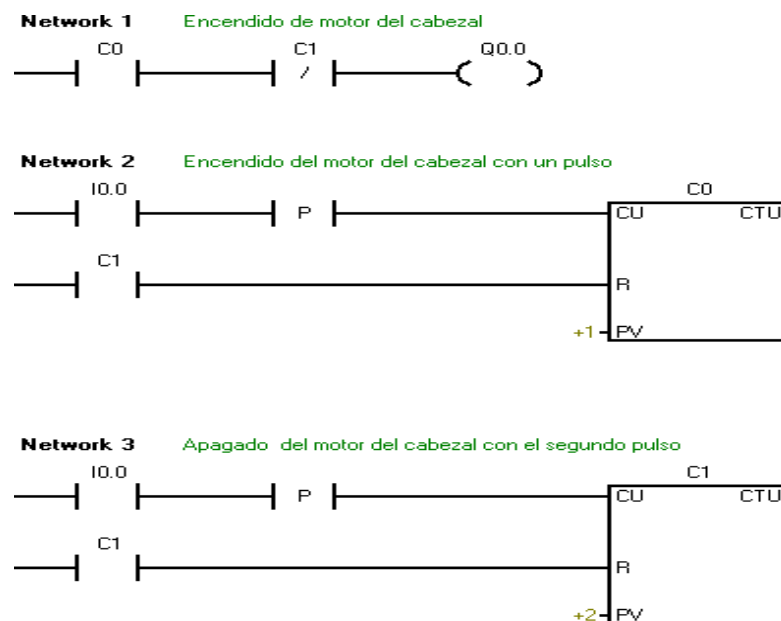
### 5.5.1. Detalle del programa.

En el proceso de programación se toma en cuenta todas las señales de entrada y los dispositivos o equipos que se desean controlar realizando así una serie de pasos para realizar el encendido y apagado de cada sistema con el fin de evitar errores y posibles inconvenientes de trabajo en la máquina.

Se debe tener en cuenta además la forma en la que se realiza el encendido y las restricciones que debe tener para proceder a su funcionamiento.

#### 5.5.1.1. Encendido de motor principal

Al requerir encender y apagar el sistema con un mismo pulsador se hace uso de contadores que permitan suplir la memoria de la bobina del contactor o salida Q0.0 teniendo como señal principal la entrada de I0.0 y como bloqueo la señal I0.3 la cual viene dada por un fin de carrera ubicado en la parte posterior de la máquina el cual indica que han sido abierta la tapa de las bandas indicando así que se debe detener el motor principal para seguridad del operador.



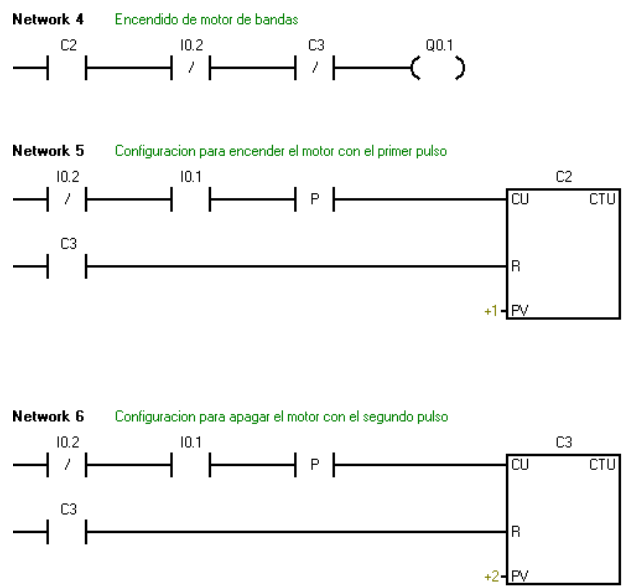
**Figura 5. 14.** Segmentos 1, 2 y 3 de programación para el encendido y apagado del motor del cabezal.

En el segmento 1 se muestra el encendido del motor principal el que se ejecuta cuando al ingreso de la señal de pulso I0.0 presente en el segmento 2 activa un contador denominado C0 el cual energiza el contactor normalmente abierto C0 permitiendo el paso de la corriente por el mismo y posterior por un contactor normalmente cerrado C1 activando el motor con salida Q0.0.

En el segmento 3 se presenta el apagado del motor a través del segundo pulso de I0.0 reseteando el contactor C1 y desactivándolo del segmento 1.

### 5.5.1.2. Encendido de bandas

En los segmentos 4, 5 y 6 se encuentra el código de programación para el encendido de bandas se realiza de manera similar al encendido del motor principal obteniendo el mismo contacto de bloqueo desde la señal de abertura de tapa, pero a diferencia del motor principal el encendido de bandas es independiente desde la señal I0.1



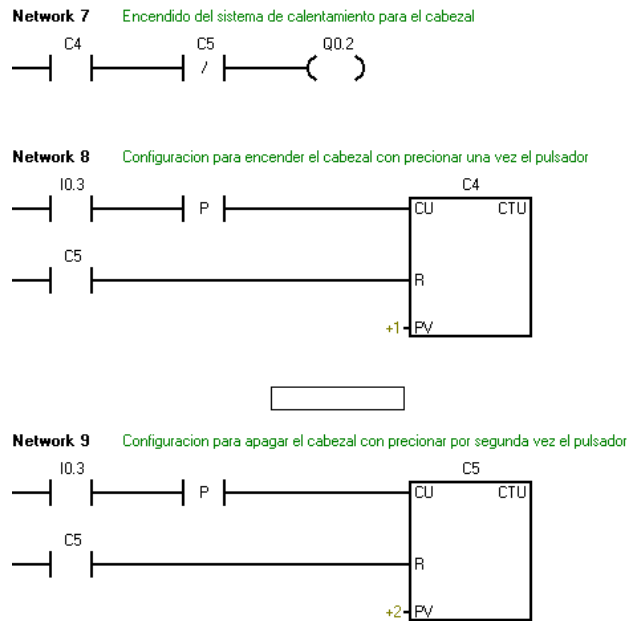
**Figura 5. 15.** Segmentos 4, 5, 6, encendido y apagado de motor de bandas.

En el segmento 4 se presenta la activación del motor de bandas con denominación Q0.1 que depende directamente del contactor normalmente abierto C2, su activación presentada en el segmento 5 mediante la activación de un contador que es accionado mediante el primer pulso de entrada I0.1, activando el motor en mención.

El segmento 6 da a conocer la desactivación del motor, que es comandado por el segundo pulso de entrada activando el contactor C3 y reseteándolo, activando el mismo contactor pero del segmento 4 abriendo el circuito.

### 5.5.1.3. Calentamiento de cabezal

En los segmentos 7, 8 y 9 se procedió a realizar la programación para la encendido y apagado del calentamiento de del cabezal encargado de corta y sellar las fundas, al igual que los apartados anteriores, este cuenta con la particularidad de permitir encender y apagar con un solo pulsador.



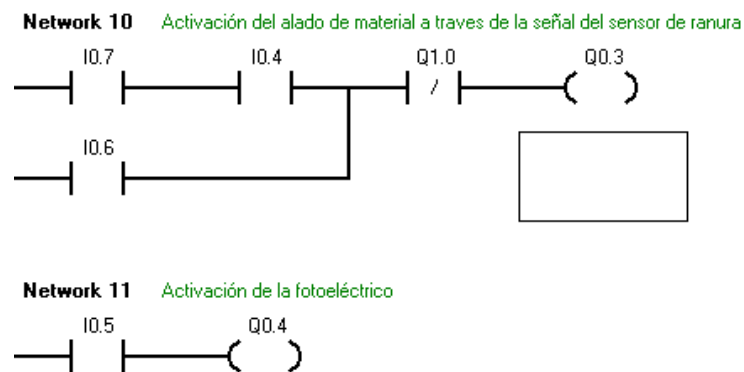
**Figura 5. 16.** Segmentos de programación 7, 8 y 9 encargados de encender y apagar el calentamiento del cabezal.

Al igual que en los segmentos anteriores la señal de entrada I.03 activa el contador con nombre C que a su vez activa el contactor normalmente abierto permitiendo activar el calentamiento del cabezal.

Y su desactivación con el reseteo de C5.

#### 5.5.1.4. Sistema de selección con sensor de ranura y fotoeléctrico

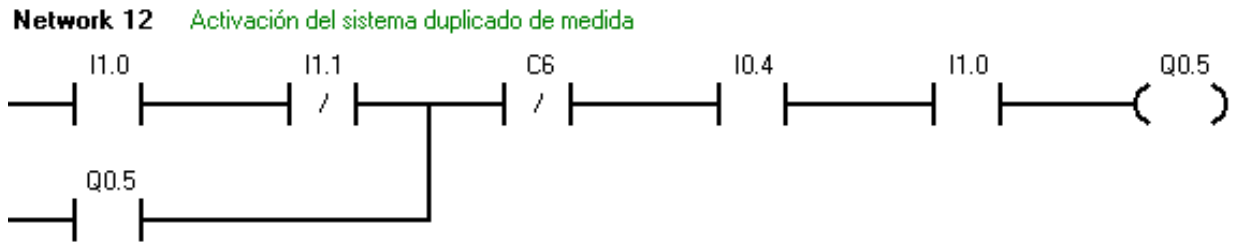
En los segmentos de programación 10 y 11 se presenta la posibilidad de seleccionar la activación para el alado de material de fundas plásticas con el sensor de ranura o el sensor fotoeléctrico esto depende básicamente del tipo de funda y proceso a realizar.



**Figura 5. 17.** Segmento de programación para la selección de sensor.

### 5.5.1.5. Sistema duplicado de medida

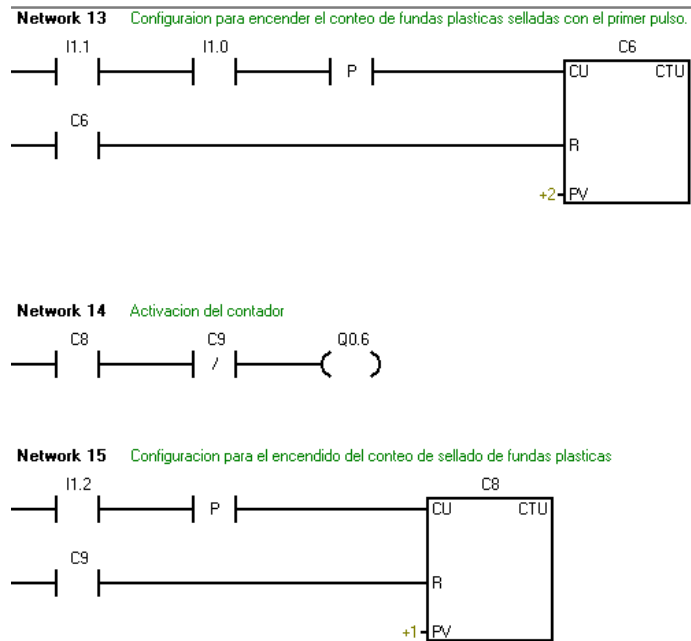
En el segmento 12 se presenta las condiciones o entradas que se deben cumplir para la activación del sistema duplicado y por ende el corte de las fundas plásticas teniendo además una serie de contactos de bloqueo que impedirán que el sistema de duplicado continúe activado permitiendo asegurar el corte y sellado de fundas con el doble de su longitud.



**Figura 5. 18.** Segmento 12 para la activación del sistema duplicado de medida.

### 5.5.1.6. Sistema de contador

Dentro del sistema de contador como se explicó anteriormente en la sección 5.4.2 existe la opción de seleccionar un contado simple y uno duplicado siendo esencial entonces la vinculación con el PLC y el uso de contadores para emparejarlo junto al contador físico. Para el encendido y apagado del contador se hace uso del mismo método que en los motores permitiendo tener un encendido y apagado mucho más preciso.



**Figura 5. 19.** Segmentos de programación 13, 14 y 15 para el encendido y apagado del contador con el mismo botón pulsador.

### **5.6. Conexión de freno y embrague**

La conexión y desconexión tanto del freno como del embrague es una de las series más repetitivas que tiene la máquina, así como de las más importantes por permitir el paso del material y su funcionamiento continuo, en este aspecto la función de este sistema consiste en permitir el halado del rollo de material de manera cíclica, es decir una vez halado una determinada medida de funda el freno detiene su avance desconectando la transmisión permitiendo así el corte del material para que posteriormente embrague se encargue de conectar la transmisión nuevamente permitiendo halar el rollo una vez más.

### **5.7. Conexión del contador.**

La conexión del contador se basa en el control y la contabilización de las unidades producidas ya sean simples o duplicadas como se explicó en la sección 5.3.6. La parte esencial del sistema consiste en suspender momentáneamente en este caso por tres ciclos el paso del material esto sucede con el propósito de permitir al operador empacar la cantidad seleccionada de fundas.

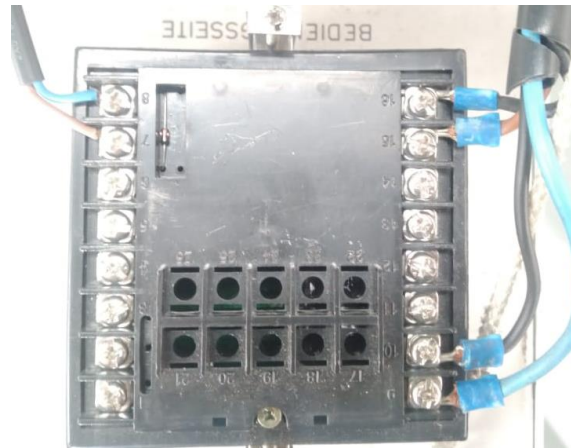
Al terminar este periodo de suspensión la máquina vuelve al estado de trabajo normal hasta volverse a repetir el proceso.



**Figura 5. 20.** Conexión del módulo contador.

### **5.8. Conexión del módulo controlador de temperatura.**

La conexión del controlador de temperatura se adaptó al tablero de control con los implementos descritos en la sección 5.3.1. Sistema de control de temperatura.



**Figura 5. 21.** Conexión del módulo controlador de temperatura.

### **5.9. Conexión de sistema de duplicado.**

La conexión del sistema de duplicado se realiza a través del sensor de ranura el cual emite la señal por cada dos pasos de material permitiendo que se active el corte del mismo, su conexión se realizó en una vinculación directa con el PLC lo que en consecuencia provoca que el contador este habilitado por el mismo controlador permitiendo tener un mejor control sobre este sistema.

### **5.10. Comprobación de corte y sellado de la máquina**

El sistema realizado fue comprobado mediante el uso de rollos de prueba comenzando por comprobar el correcto calentamiento del cabezal así como la coordinación del paso del material el cual como se explicó anteriormente depende de los sensores de ranura y fotoeléctrico.

El sellado se da gracias a la correcta calibración de temperatura y velocidad de la máquina ya que permite obtener un corte mucho más limpio y exacto, además existen sistemas adicionales que deben irse coordinando de acuerdo al trabajo o la necesidad presentada, como el sistema de duplicado necesita de mayores componentes se debe asegurar que el tablero de control permita utilizar completamente los distintos sistemas.

La comprobación correcta de funcionamiento se afirma una vez que podemos obtener el producto final (fundas plásticas) de manera constante y con una alta calidad evitando inconvenientes y reduciendo variaciones en la mayor cantidad posible.



**Figura 5. 22.** Trazado del plástico previa a su corte.



**Figura 5. 23.** Resultado de sellado y corte de fundas plásticas.

## 6. PRESUPUESTO Y ANÁLISIS DE IMPACTOS

### 6.1. Presupuesto

En las siguientes tablas Tabla 6. 1, Tabla 6. 2, Tabla 6. 3 se detalla los gastos que incurrieron en el desarrollo de la presente propuesta tecnológica, los cuales fueron divididos en dos tipos de gastos, los directos relacionados con los materiales utilizados para la construcción del tablero de control y los indirectos como el transporte y alimentación.

**Tabla 6. 1.** Gastos directos de materiales.

<b>Gastos Directos</b>				
<b>Descripcion</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio Unitario</b>	<b>Precio Total</b>
Breaker rieldin siemens 2 polos x 20 A	c/u	2	\$ 15,00	\$ 30,00
Breaker rieldin siemens 1 polo x 6 A	c/u	1	\$ 12,00	\$ 12,00
Breaker rieldin siemens 1 polo x 16 A	c/u	1	\$ 12,00	\$ 12,00
Breaker rieldin siemens 1 polo x 20 A	c/u	2	\$ 12,00	\$ 24,00
Breaker rieldin ABB 3 polos x 32 A	c/u	1	\$ 27,50	\$ 27,50
Borneras de conexion para riel din	c/u	40	\$ 1,20	\$ 48,00
Conductor #12 flexible AWG	m	50	\$ 0,27	\$ 13,50
Conductor #14 flexible AWG	m	40	\$ 0,40	\$ 16,00
Conductor sucre trifasico + tierra	m	20	\$ 1,00	\$ 20,00
Canaleta ranurada 40x40 mm gris	c/u	2	\$ 5,50	\$ 11,00
Contactador x 5 hp trifasico x 16 A	c/u	2	\$ 40,00	\$ 80,00
Contactador x 3 hp trifasico x 16 A	c/u	2	\$ 14,00	\$ 28,00
Contactador de control de 16 A 4 polos	c/u	4	\$ 20,00	\$ 80,00
Reles base de 8 pines	c/u	2	\$ 9,24	\$ 18,48
Reles de interfase 24V DC 6A 3 contactos	c/u	8	\$ 12,00	\$ 96,00
Contador CHNT NJJ3	c/u	1	\$ 60,00	\$ 60,00
Controlador de temperatura	c/u	1	\$ 85,72	\$ 85,72
Pulsador paro de emergencia	c/u	1	\$ 2,50	\$ 2,50
PLC S7 - 200 simatic	c/u	1	\$ 320,00	\$ 320,00
Selector de 3 posiciones	c/u	3	\$ 1,50	\$ 4,50
Pulsadores normalmente abiertos de 5 A	c/u	4	\$ 5,20	\$ 20,80
Fuente 24V DC 6A	c/u	1	\$ 20,00	\$ 20,00
Rieldin 35 mm	m	2	\$ 4,00	\$ 8,00
Fuente 24 V DC 15A	c/u	1	\$ 40,00	\$ 40,00
				\$ -
<b>Total gastos directos</b>				<b>\$ 1.078,00</b>

**Tabla 6. 2.** Gastos indirectos de materiales.

<b>Gastos Indirectos</b>			
<b>Descripcion</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio Unitario</b>	<b>Precio Total</b>
Alimentacion	80	\$ 2,50	\$ 200,00
Transporte	80	\$ 1,00	\$ 80,00
<b>Total gastos indirectos</b>			<b>\$ 280,00</b>

**Tabla 6. 3.** Presupuesto.

<b>Presupuesto</b>			
<b>Descripcion</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio Unitario</b>	<b>Precio Total</b>
Total gastos directos	1	\$ 1.078,00	\$ 1.078,00
Total gastos indirectos	2	\$ 280,00	\$ 560,00
<b>Total</b>			<b>\$ 1.638,00</b>

### **6.1.1. Rentabilidad de la propuesta tecnológica**

La forma de conocer si un proyecto como el realizado en la presente propuesta tecnológica es viable se realiza mediante el análisis de rentabilidad de los indicadores económicos conocidos, el VAN el valor actual neto y el TIR la tasa interna de retorno.

### **6.1.2. Valor Actual Neto**

El VAN es una técnica dinámica de evaluación de proyectos que considera explícitamente el valor del dinero en el tiempo. Cuando se determina o se calcula el VAN, se consideran los valores de flujo de caja futuros que generará el emprendimiento a lo cual se le resta el valor de la inversión inicial, además se considera una determinada tasa de descuento llamada también costo de oportunidad o tasa mínima aceptable de rendimiento, en la cual se reflejan intereses, tasa de riesgo país, entre otros. Para que el emprendimiento o el proyecto se considere viable, el VAN deberá resultar mayor a cero, [28].

### **6.1.3. Tasa Interna de Retorno**

La Tasa Interna de Retorno (TIR) también llamada "Rendimiento sobre el Capital Invertido" es la tasa efectiva promedio por período que gana el capital invertido en un proyecto en todo el plazo de inversión. En otras palabras, podemos afirmar que la TIR es la tasa efectiva a la cual los egresos o la inversión se transforman en ingresos, [29].

#### 6.1.4. Periodo de recuperación de inversión

Es un indicador que mide en cuánto tiempo se recuperará el total de la inversión a valor presente. Puede revelarnos con precisión, en años, meses y días, la fecha en la cual será cubierta la inversión inicial, [30].

#### 6.1.5. Ingresos

La máquina selladora de fundas plásticas tiene la capacidad de sellar 6000 fundas por hora, la industria Inplastico actualmente valoriza cada sellado de fundas plásticas por 0,01 \$ centavos además el sellado de fundas se lo realiza por 4 horas al día, por lo tanto el total de ingresos generados es de \$ 1200 al mes, el cual al multiplicarlo por los 12 meses del años se obtiene un ingreso anual de \$ 14,400.00.

#### 6.1.6. Egresos

Los egresos generados por la selladora corresponden al consumo de energía eléctrica en el periodo de su funcionamiento, consume 200 KW/h, actualmente el precio del kW/h está valorado en \$ 0,09, teniendo como egreso un valor de \$20 mensuales por cada mes producto del consumo de energía eléctrica lo que genera un egreso anual de \$216, otro egreso generado es el gasto por mantenimiento que equivale a \$ 1,440.00 anual, el sueldo del operador en el periodo de sellado de \$ 300 al mes, con un gasto al año de \$3,600.00.

Todos estos egresos generan un total de \$ 5,256.00 anuales.

#### 6.1.7. Resultado

Una vez determinado los ingresos y egresos presentados por la máquina selladora de fundas plásticas se procedió a calcular el TIR, VAN Y PR, este último representa el periodo para el cual se prevé recuperar el capital invertido, siendo la recuperación al 1 año 11 meses con 16 días luego de su implementación, ver el ANEXO VI.

**Tabla 6. 4.** Cálculo del TIR VAN Y PR.

( Valor Actual Neto) VAN	\$	<b>1.374,96</b>
(Tasa Interna de Retorno) TIR		<b>35,40%</b>
(Periodo de Recupero) PR		<b>1,84</b>
Meses		<b>11</b>
Dias		<b>16</b>

**Tabla 6. 5.** Comparación de producción entre maquinas STIEGLER.

<b>Máquina STIEGLER</b>			
<b>Modelo S1050 80</b>		<b>Modelo TIP TOP FLEX SAC</b>	
<b>Cantidad de fundas</b>	<b>Tiempo (min)</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Tiempo (min)</b>
50	0,33	50	0,50
130	1	130	1,30
300	2,20	300	4
500	4	500	7
750	5,30	750	9

Con los datos obtenidos luego de haber realizado las pruebas de funcionamiento se procedió a realizar una comparación entre la máquina utilizada para el desarrollo de la presente propuesta tecnológica y una máquina existente en las instalaciones de la industria Inplastico, en donde se puede evidenciar que el modelo S1050 80 posee un tiempo de sellado superior obteniendo como resultado disminuir el tiempo de producción.

## **6.2. Análisis de impactos**

### **6.2.1. Impactos prácticos**

La propuesta tecnológica implementada permite controlar de manera automática el proceso de corte y sellado de fundas plásticas, mejorando significativa la producción en la empresa Inplastico, además de facilitar al operador poder tener control de temperatura, cantidad de fundas a producir y velocidad de sellado, adicionalmente puede visualizar pasó a paso la transformación de la película de plástico cuando es instalada en el alineador hasta su transformación en funda.

### **6.2.2. Impacto tecnológico.**

La implementación de equipos eléctricos y electrónicos de control orientados al ámbito de la automatización a máquinas industriales además de diferentes fuentes bibliográficas de información permitieron enfocar la presente propuesta tecnológica al área de automatización industrial, al incluir estos elementos se logra optimizar los procesos de producción.

## **7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **7.1. Conclusiones**

- Con la recolección de información bibliográfica se determinó las variables que intervienen en el proceso de corte y sellado de fundas plásticas, además se eligió los componentes incorporados al tablero de control.
- Se determinó que el sistema de sellado puede permitir como máximo la caída del cabezal 130 veces en un minuto sin ocasionar algún error, además por consecuencia de exceder la velocidad de producción existen fallas de corte y halado de material.
- Con el uso del software STEP 7 MicroWIN, se realizó la programación para un PLC S7 200, donde se comprende que las entradas digitales tienen mayor utilidad al obtener mejores resultados en la toma de señales por parte de los sensores del sistema con la finalidad de activar y desactivar los actuadores en tiempos cortos y precisos.
- A partir de la reconstrucción de una máquina Stiegler Modelo S105080 y la implementación de un tablero de control se obtienen como resultado un sistema de producción con capacidad de sellar hasta 130 fundas/minuto, en un ancho máximo de 45 cm, disponiendo un control de temperatura que puede variar desde 20 hasta 500 grados centígrados siendo la temperatura ideal de corte 280 grados, incluyendo un contador de producción de hasta 1000 unidades por lote.

### **7.2. Recomendaciones**

- Para la calibración de velocidad de cortado y sellado de fundas plásticas realizarlo en función del manual, además tener en cuenta que depende del tamaño que desee obtener las mismas y debe ser regulada junto con la temperatura.
- Para mejorar el rendimiento de la máquina es recomendable hacer uso de una base de datos que permita conocer la cantidad de unidades producidas respecto al material utilizado.
- Para conocer los datos de consumo relacionados a los parámetros eléctricos como voltaje y corriente es recomendable incorporar un sistema de medición que permita el monitoreo de la máquina.
- Conocer el uso correcto del software permite realizar múltiples acciones que facilitan el proceso de control, además el uso de las señales de entrada pueden ser utilizadas de manera invertida obteniendo mejores resultados y evitando modificar el cableado del sistema.

- Para iniciar el proceso de prueba las variables deben ser identificadas y comprobadas con la finalidad de asegurar que no exista pérdidas de señales de entrada y fallas al momento de accionar cada uno de los sistemas que conforman el proceso de control.
- El uso del sistema de control debe realizarse independientemente del sistema de fuerza o potencia con el objetivo de no confundir los posibles errores que podrían existir en las pruebas del sistema.

## 8. REFERENCIAS

- [1] F. J. Crespo Ortiz y E. d. R. Gordon Mosquera, Artists, *Diseño e implementación de equipos de potencia y control para la automatización de la etapa de laminación para la fabricación de planchas de asbesto de cemento en ETERNIT S.A.* [Art]. Escuela Politecnica Nacional, 2007.
- [2] P. Sánchez, Artist, *Automatización de una máquina industrial cerradora de tapas.* [Art]. Escuela Superior de ingeniería mecánica y eléctrica, 2009.
- [3] A. P. Luis Edmundo y W. O. Toapanta Tayupanta, Artists, *AUTOMATIZACIÓN DE UNA MÁQUINA CORTADORA Y SELLADORA DE FUNDAS PARA LA EMPRESA EDUPLASTIC UBICADA EN LA CIUDAD DE LATACUNGA DURANTE EL PERÍODO 2014-2015.* [Art]. Universidad Técnica de Cotopaxi, 2015.
- [4] P. Baldeon y J. Alex, Artists, *“Automatización y puesta en marcha de una máquina inyectora de plástico para la empresa matricera y produccion EDBOR Y PUESTA EN MARCHA DE UNA.* [Art]. Escuela Politécnica de Chimborazo, 2017.
- [5] B. Pillajo y F. Romero, Artists, *“DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UN HORNO CALENTADO POR RESITENCIAS ELECTRICAS QUE TRABAJEN EN UN RANGO DE TEMPERATURA DE 1000 A 1350 GRADOS CENTIGRADOS Y CONTROLADO POR UN SISTEMA COMPUTARIZADO”.* [Art]. Escuela Politécnica Nacional, 2016.
- [6] G. Cruz, Artist, *Automatización de estación para remachado de componentes.* [Art]. Centro de Ingeniería y desarrollo industrial, 2017.
- [7] C. Rivadeneira, Artist, *Diseño e implementación del sistema de control y monitoreo para una máquina de corte y sellado de fundas tetrapack.* [Art]. Escuela Politécnica Nacional, 2010.
- [8] J. Meneses, M. C. Corrales y M. Valencia, «Síntesis y caracterización de un polímero Biodegradable,» *Escuela de ingeniería de Antioquia*, vol. I, nº 8, pp. 56-67, 2007.

- [9] Mariano, «Plásticos,» 30 Diciembre 2013. [En línea]. Available: <https://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com/2013/12/termosellado.html>. [Último acceso: 12 Enero 2021].
- [10] V. H. Yanchaguano Cando, «Automatización de una selladora de fundas plásticas tipo L para la empresa eduplastic.,» Latacunga, 2013.
- [11] J. Acuña, «Automatización Industrial,» *Tecnología en Marcha*, vol. X, n° 1, pp. 27-30, 1990.
- [12] Exsol, «Exsol,» 03 Enero 2017. [En línea]. Available: <http://www.exsol.com.ar/automatizacion-industrial/>. [Último acceso: 07 Enero 2021].
- [13] Gencor, [En línea]. Available: [https://www.goconqr.com/en/p/7556421?dont\\_count=true&frame=true&fs=true](https://www.goconqr.com/en/p/7556421?dont_count=true&frame=true&fs=true). [Último acceso: 03 Febrero 2021].
- [14] M. Arteaja y A. Arboleda, Artists, *Diseño e implementacion de estaciones de trabajo en una banda transportadora para aplicaciones de automatizacion industrial*. [Art]. Escuela Politécnica del ejercito, 2019.
- [15] D. Diaz, «Calameo,» 2020. [En línea]. Available: <https://es.calameo.com/read/004878870f3bd4aacc6de>. [Último acceso: 13 Enero 2021].
- [16] D. M. Romero Escovar, Artist, *Propuesta de automatización de los procesos de verificación y despachos en una empresa panificadora*. [Art]. Pontificia Universidad Javeriana, 2009.
- [17] F. V. Pardo Solorzano y J. C. Casa Yanguicela, Artists, *Automatización de un sistema de riego para el control de humedad en los cultivos del invernadero #2 del centro experimental salache en la universidad técnica de Cotopaxi*. [Art]. Universidad Técnica de Cotopaxi, 2020.
- [18] J. Vaello, «Automatizmo Industrial,» [En línea]. Available: <https://automatismoindustrial.com/curso-carnet-instalador-baja-tension/d-automatizacion/1-2-control-de-potencia-aparamenta-electrica/contactores/>. [Último acceso: 14 Enero 2020].

- [19] InfoPLC++, «Estado del arte de la tecnología industrial,» *InfoPLC++*, vol. IX, n° 21, pp. 78-80, 2020.
- [20] dKarause, [En línea]. Available: <https://www.syar.com.uy/images/catalogos/nio.pdf>. [Último acceso: 17 Enero 2021].
- [21] B. Norma, «Controladores industriales inteligentes,» vol. III, n° 8, pp. 25-27, 2019.
- [22] SIEMENS, «Sistema de Automatización,» *AADECA*, vol. II, n° 8, pp. 38-43, 2018.
- [23] Siemens, Artist, *SIMATIC S7 200 Tecnología de control al máximo*. [Art]. Siemens AG, 2008.
- [24] P. D. Narváez Morra, Artist, *Desarrollo de práctica de automatización a través de un módulo didáctico con el PLC SIMATIC S7-1200 para el control de un sistema proporcional Integral Derivativo*. [Art]. Universidad Técnica de Cotopaxi, 2017.
- [25] E. Rodríguez, Artist, *Programación en PLC*. [Art]. Técnico superior en mecatrónica industrial, 2015.
- [26] J. Mendez, «Motóres eéctricos para industrias,» *Ingeniería Eléctrica*, vol. XXXIII, n° 359, p. 18, 2020.
- [27] D. Gomez y F. Sergio, Artists, “*DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y AUTOMATIZACIÓN DE UNA CINTA TRANSPORTADORA PARA LA SIMULACIÓN MECÁNICA DE UN PROCESO INDUSTRIAL*”. [Art]. Universidad Central de Venezuela, 2018.
- [28] C. Sánchez, B. Pozo, M. Espinoza y A. Vega, «Principales métodos de evaluación de proyectos de inversión para futuros emprendedores en el Ecuador.,» *Espacios*, vol. XXXIX, n° 24, p. 23, 2018.
- [29] M. Torres, Artist, *Análisis de la rentabilidad en proceso de productos hidrobiológicos empanizados en una empresa pesquera del distrito de paita 2017*. [Art]. Universidad Cesar Vallejo, 2017.
- [30] C. Soto, J. Kennedy, A. Vicente y C. Sarmiento, «Perspectivas de los criterios de evaluación financiera, una selfie al presupuesto de proyectos de inversión,» *INNOVA Research Journal*, vol. II, n° 8.1, pp. 139-158, 2017.

- [31] M. N. Martínez, «James Watt, la máquina de vapor y el origen de la revolución industrial.,» 11 Febrero 2011. [En línea]. Available: <https://www.rtve.es/noticias/20110211/james-watt-maquina-vapor-origen-revolucion-industrial/404679.shtml>. [Último acceso: 8 Enero 2021].
- [32] E. G. Moreno, Automatización de procesos industriales, Valencia: Alfaomega, 2001.
- [33] O. Pacheco, Agosto 2009. [En línea]. Available: <https://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/4548/AUTOMATIZACIONMAQ.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- [34] A. Espert, «Industrial,» 22 Mayo 2018. [En línea]. Available: <https://www.sothis.tech/scada-que-es-y-que-permite-hacer/>.

# ANEXOS

## ANEXO I



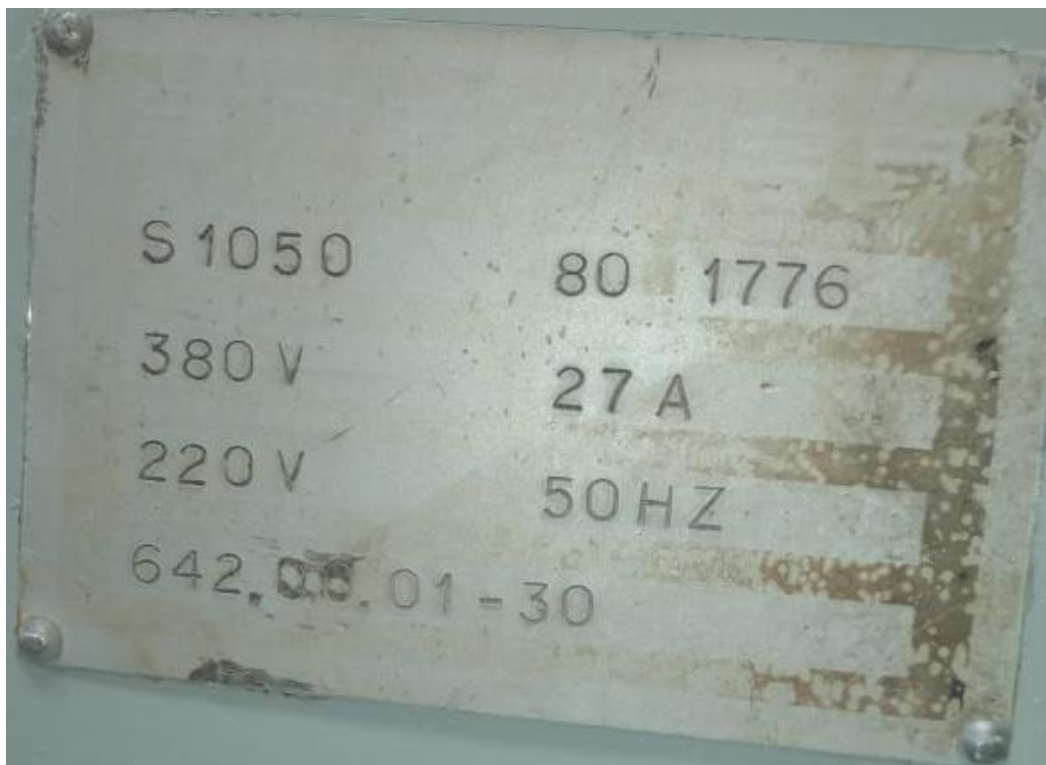
**Figura I. 1.** Estado inicial de la máquina selladora de fundas plásticas.



**Figura I. 2.** Limpieza de la máquina selladora de fundas plásticas.



**Figura I. 3.** Pintado de máquina selladora de fundas.



**Figura I. 4.** Placa de máquina selladora modelo STIEGLER.

## ANEXO II

Calibre	Construcción	Espesor de aislamiento		Diámetro exterior		Masa total		Capacidad de corriente
	N° hilos	mm	mils	mm	in	kg/km	lb/kft	A*
AWG / kcmil	N°							
14	1	0,76	30	3,15	0,124	26	17,8	20
12	1	0,76	30	3,57	0,141	39	26,5	25
10	1	0,76	30	4,11	0,162	58	39,4	35
14	7	0,76	30	3,36	0,132	28	19,4	20
12	7	0,76	30	3,84	0,151	41	28,3	25
10	7	0,76	30	4,45	0,175	61	42,1	35
8	7	1,14	45	5,98	0,232	103	69,2	50
6	7	1,52	60	7,7	0,298	165	112	65
4	7	1,52	60	8,92	0,345	247	167	85
2	7	1,52	60	10,4	0,403	374	252	115
1	19**	2,03	80	12,5	0,482	485	326	130
1/0	19**	2,03	80	13,5	0,522	596	401	150
2/0	19**	2,03	80	14,7	0,565	736	494	175
3/0	19**	2,03	80	16	0,616	910	611	200
4/0	19**	2,03	80	17,4	0,672	1127	757	230
250	37	2,41	95	19,3	0,748	1349	903	255
300	37	2,41	95	28,8	0,801	1599	1069	285
350	37	2,41	95	22	0,851	1844	1235	310
400	37	2,41	95	23,2	0,896	2092	1400	335
500	37	2,41	95	25,4	0,979	2582	1728	380
600	61	2,79	110	28,2	1,09	3099	2081	420
700	61	2,79	110	30	1,15	3582	2407	460
750	61	2,79	110	30,9	1,19	3827	2571	475
800	61	2,79	110	31,7	1,22	4067	2733	490
900	61	2,79	110	33,3	1,28	4555	3058	520
1000	61	2,79	110	34,8	1,34	5033	3382	545

Figura II. 1. Tabla para la selección de conductor.

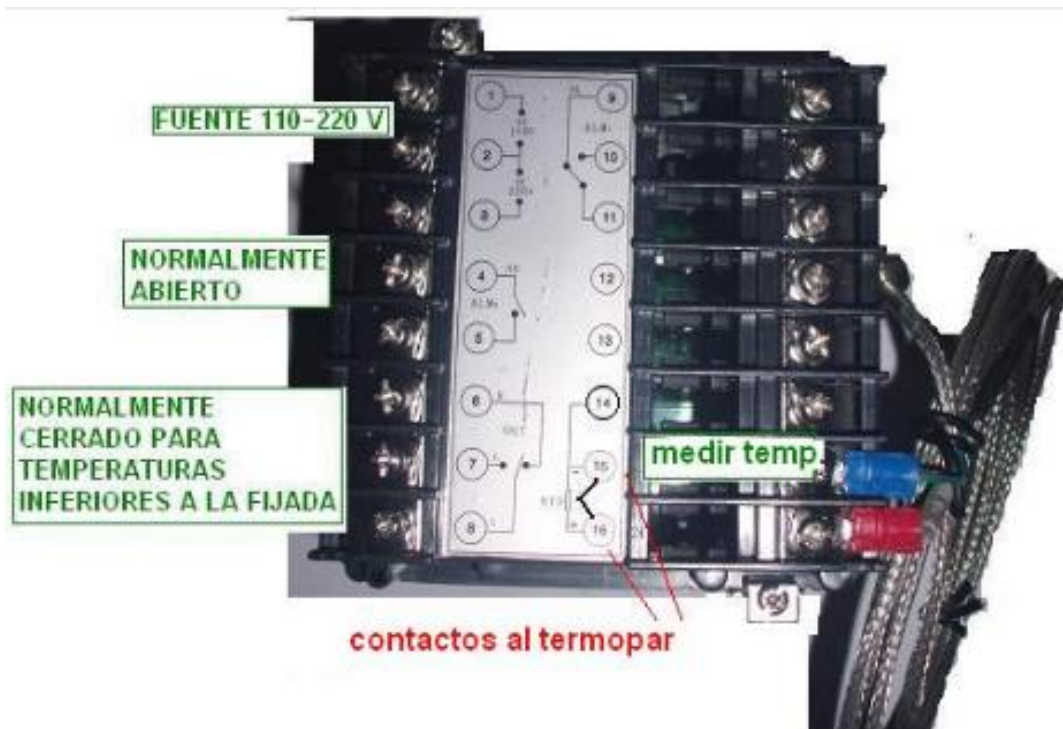


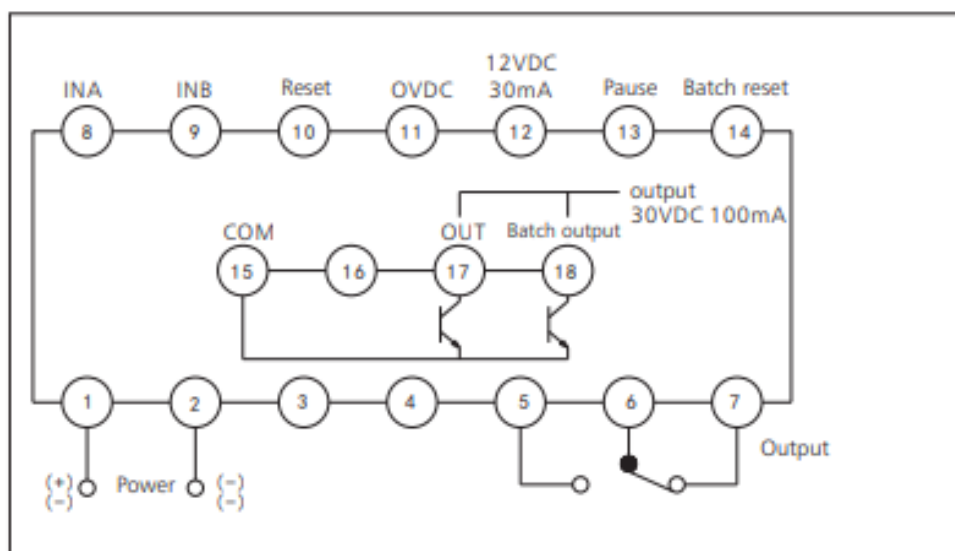
Figura II. 2. Puntos de colección del controlador de temperatura SASSIN 3S-C900.

Input type		Setting range *	
TC	K	0 to 1372 °C	0 to 2502 °F
	J	0 to 1200 °C	0 to 2192 °F
	R	0 to 1769 °C	0 to 3216 °F
	S	0 to 1769 °C	0 to 3216 °F
	B	0 to 1820 °C	0 to 3308 °F
	E	0 to 1000 °C	0 to 1832 °F
	N	0 to 1300 °C	0 to 2372 °F
	T	-199.9 to +400.0 °C	-199.9 to +752.0 °F
	W5Re/W26Re	0 to 2320 °C	0 to 4208 °F
	PLII	0 to 1390 °C	0 to 2534 °F
	U	-199.9 to +600.0 °C	-199.9 to +999.9 °F
RTD	L	0 to 800 °C	0 to 1600°F
	Pt100	-199.9 to +649.0 °C	-199.9 to 999.9 °F
	JPt100	-199.9 to +649.0 °C	

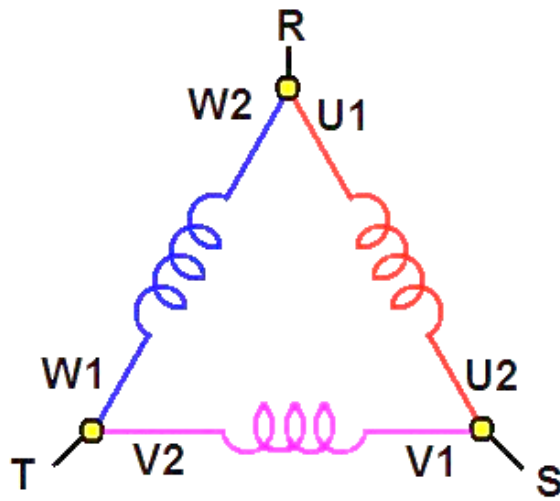
Figura I. 5. Rangos de temperatura que maneja el controlador SASSIN 3S-C900 en función del tipo de termocupla a utilizar.

<b>Operating mode</b>	<b>85%-110% of rated voltage AC50Hz/60Hz AC/DC100V-240V, DC24V</b>
Electrical life	$1 \times 10^5$
Mechanical life	$1 \times 10^6$
Output mode	1 group changeover contact, open-collector output (30VDC 100mA Max), batch process output
Contact capacity	Ue/Ie: AC-15 220V/0.75A, 380V/0.47A; DC-13 220V/0.27A; Ith:5A
Number of counting digits	6-digit counting relay (6-digit red LED is count value, 6-digit green LED is preset value)
Counting speed	1 time/s, 30 times/s, 1000times/s are provided for selection
Counting mode	Plus, minus, plus minus inverse A, plus minus inverse B, plus minus inverse C
Batch process	Settable range 0~999999
Input signal	Contact input, sensor input (NPN type/ PNP type are provided for selection)
Magnitude setting	With magnitude setting, range 0.001~99.999
Output mode	N, F, C, R, K, P, Q, A
Output time	Settable output time 0.01s~9.99s (when output mode is C, R, K, P, Q, A)
Ambient temperature	-5°C~+40°C
Power consumption	3W
Installation mode	Panel type
External dimension	W88×H72×L97 mm
Opening size	W69×H69 mm
Current failure memory	> 10 years(can be set)

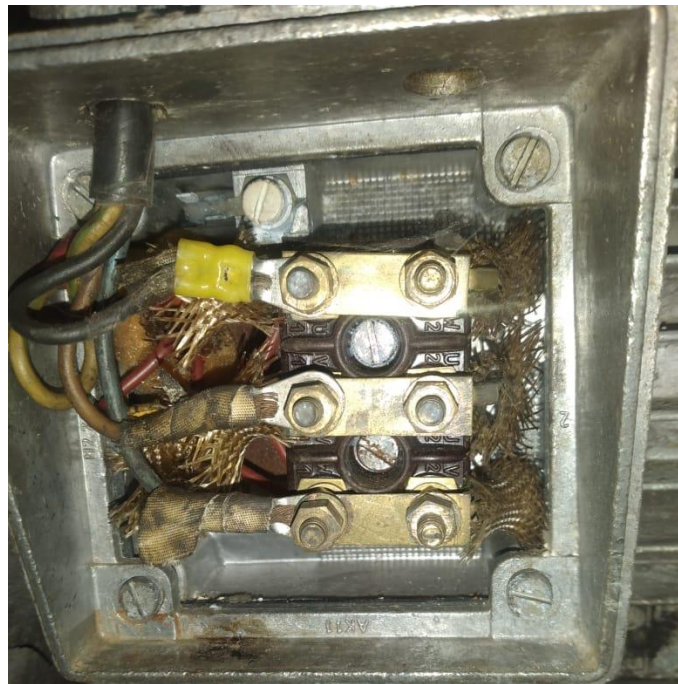
**Figura II. 3.** Datos técnicos del contador CHNT NJJ3.



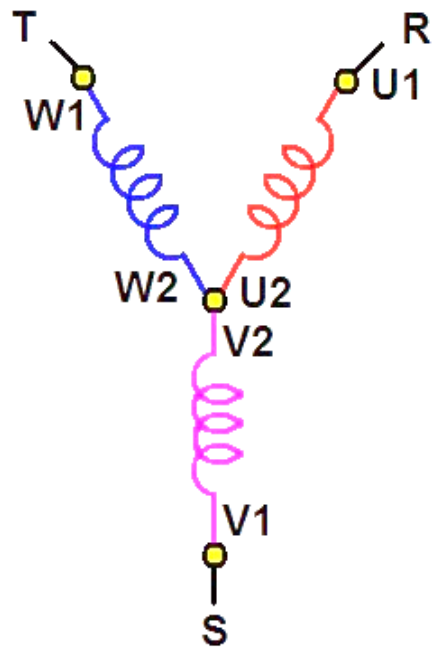
**Figura II. 4.** Conexión de contador CHNT NJJ3.



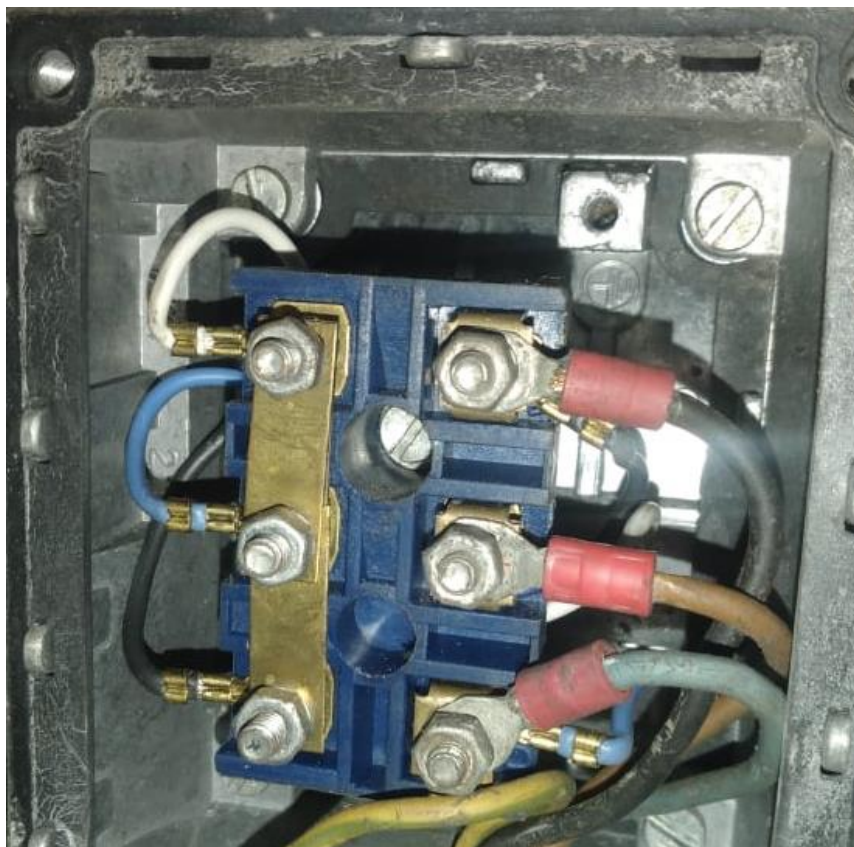
**Figura II. 5.** Conexión triángulo de un motor trifásico.



**Figura II. 6.** Conexión en triángulo del motor del cabezal.



**Figura II. 7.** Conexión estrella de un motor trifásico



**Figura II. 8.** Conexión estrella del motor encargado de funcionamiento de bandas.

Indices de protección IP: Tabla de referencia							
Primera cifra característica				Segunda cifra característica			
Protección frente a partículas sólidas			Grado de protección a partes peligrosas:	Protección frente a partículas sólidas			Grado de protección a partes peligrosas:
I.P.	Ejemplo	PRUEBAS		I.P.	Ejemplo	PRUEBAS	
0		No protegida	Sin protección	0		No protegida	Sin protección
1		Impide la penetración de una esfera de 50 mm de diámetro. Protege contra contacto accidental.	Reverso de la mano	1		Protegida contra la caída vertical de gotas de agua	Goteo vertical
2		Impide la penetración de una esfera de 12 mm de diámetro.	Dedos u objetos análogos	2		Protegida contra la caída de gotas de agua con una inclinación máxima de 15°	Goteo vertical con una inclinación máxima de la envolvente de hasta 15° con respecto a la posición normal
3		Impide la penetración de una sonda de 2,5 mm de diámetro	Herramientas	3		Protegida contra la lluvia fina (pulverizada)	Agua pulverizada (lluvia) con una dirección de hasta 60° con la vertical
4		Impide la penetración de una sonda de 1 mm de diámetro	Alambres	4		Protegida contra las proyecciones de agua, penetración limitada permitida	Proyección de agua en todas direcciones limitada
5		Protegida contra la penetración de polvo (acumulación no peligrosa)	Protección al polvo	5		Protegida contra los chorros de agua, penetración limitada permitida	Agua proyectada con la ayuda de una boquilla en todas las direcciones
6		Estanqueidad total al polvo	Estanqueidad total al polvo	6		Protegida contra fuertes chorros de agua o contra la mar gruesa	Fuertes chorros de agua o contra la mar gruesa en todas las direcciones
7			Alambres	7		Protegida contra los efectos de la inmersión entre 150 mm y 1 m	Inmersión temporal
8				8		Protegida contra la inmersión prolongada a las profundidades especificadas	Inmersión prolongada en agua bajo las condiciones especificadas por el fabricante*

Figura II. 9. Grafico referente a la protección IP de motores eléctricos utilizados en la industria.



Figura II. 10. Sensor fotoeléctrico STICK.

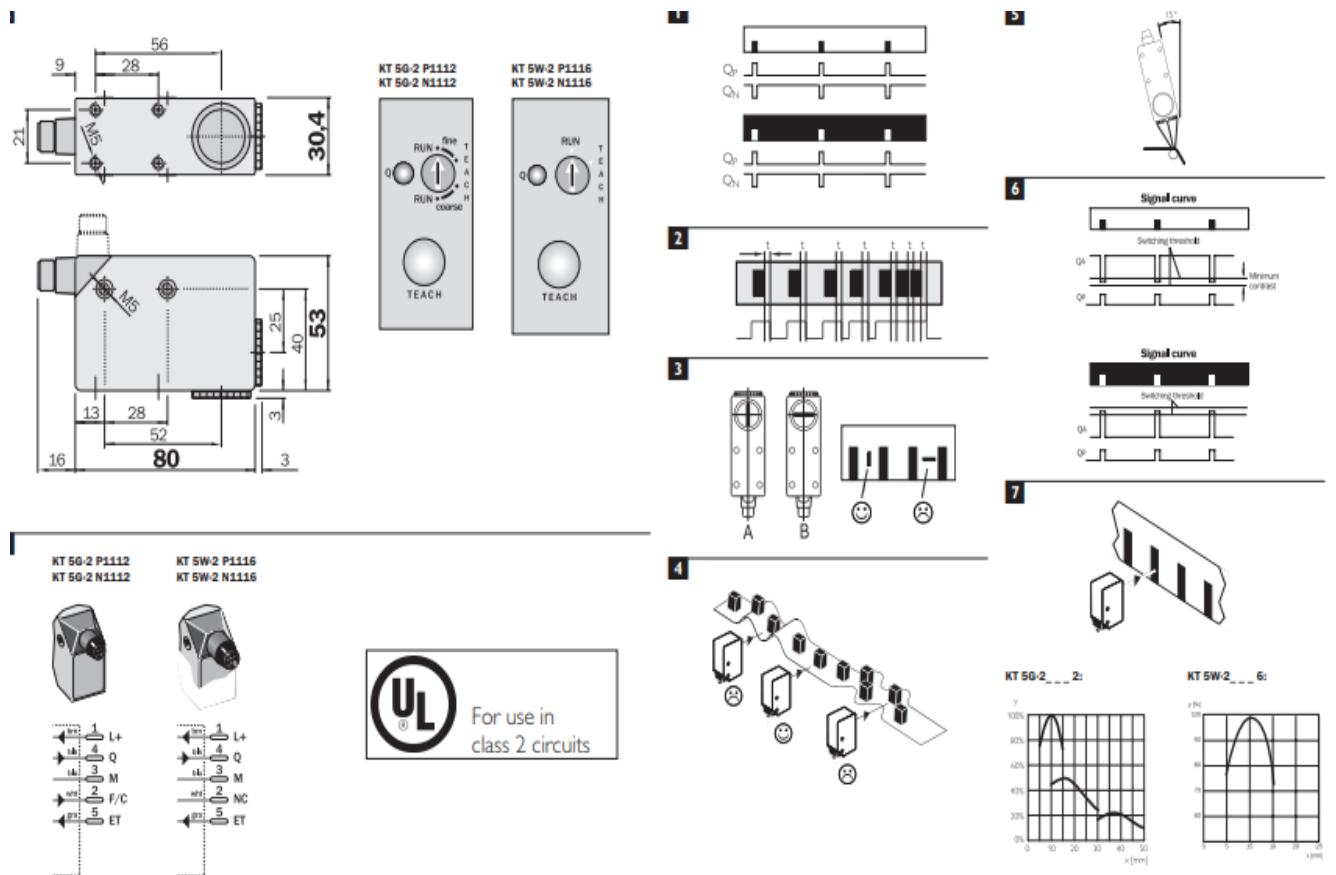


Figura II. 11. Características de trabajo del sensor fotoeléctrico de la marca SICK.



**Figura II. 12.** Sensor de ranura implementado en la selladora.

<b>Technische Daten</b>	<b>A30</b>	<b>A31</b>
Kontaktart	Umschalter	Umschalter
Schaltleistung max.	60 VA	60 W / 80 VA
Schaltspannung max.	230 VAC	230 VAC
Schaltstrom max.	1 A	1 A
Schaltzeit	<4,0 ms	<4,0 ms
Preldauer	<0,5 ms	<0,5 ms
Schalzhäufigkeit	100 Hz	100 Hz
Schaltpunktgenauigkeit	<0,2 mm	<0,2 mm
Schalthysterese	ca. 4 mm	ca. 4 mm
Kontaktlebensdauer mechanisch	10 <sup>9</sup> Sch.	10 <sup>9</sup> Sch.
Kontaktlebensdauer elektrisch	je nach Stromkreisverhalten bis zur Grenze der mechanischen Lebensdauer	
Anschlusskabel (fest eingegossen)	2,5 m	2,5 m
Gewicht	240 g	240 g
<b>Zulässige Umgebungstemperatur und Schutzart</b>		
Ausführung:	normal	-40°C ... + 60°C / IP 60
	wasserdicht	-40°C ... + 60°C / IP 67
	hitzebeständig	-40°C ... +120°C / IP 60
	wasserdicht	-40°C ... +120°C / IP 67

**Figura II. 13.** Datos técnicos del sensor de ranura A30.

Modelo de CPU	Alimentación (nominal)	Entradas digitales	Salidas digitales	Puertos COM	Entradas analógicas	Salidas analógicas	Conector extraíble
CPU 221	24 VDC	8 x 24 VDC	4 x 24 VDC	1	No	No	No
CPU 221	120 a 240 VAC	8 x 24 VDC	4 salidas de relé	1	No	No	No
CPU 222	24 VDC	8 x 24 VDC	8 x 24 VDC	1	No	No	No
CPU 222	120 a 240 VAC	8 x 24 VDC	8 salidas de relé	1	No	No	No
CPU 224	24 VDC	14 x 24 VDC	10 x 24 VDC	1	No	No	Si
CPU 224	120 a 240 VAC	14 x 24 VDC	10 salidas de relé	1	No	No	Si
CPU 224XP	24 VDC	14 x 24 VDC	10 x 24 VDC	2	2	1	Si
CPU 224XPsi	24 VDC	14 x 24 VDC	10 x 24 VDC	2	2	1	Si
CPU 224XP	120 a 240 VAC	14 x 24 VDC	10 salidas de relé	2	2	1	Si
CPU 226	24 VDC	24 x 24 VDC	16 x 24 VDC	2	No	No	Si
CPU 226	120 a 240 VAC	24 x 24 VDC	16 salidas de relé	2	No	No	Si

Figura II. 14. Datos generales de los modelos existentes de PLC S7 200.

### CARACTERÍSTICAS

- Largura de apenas 6,2 mm
- Relé com contatos NA, COM e NF e com capacidade de 6 A
- Acionamento com tensão CA e CC
- Sistema rápido de conexão
- Fixação em trilho DIN 35 mm

**APLICAÇÕES**

- Isolação elétrica, multiplicação de contatos, controle a relé e comutação de sinais

### ESPECIFICAÇÕES

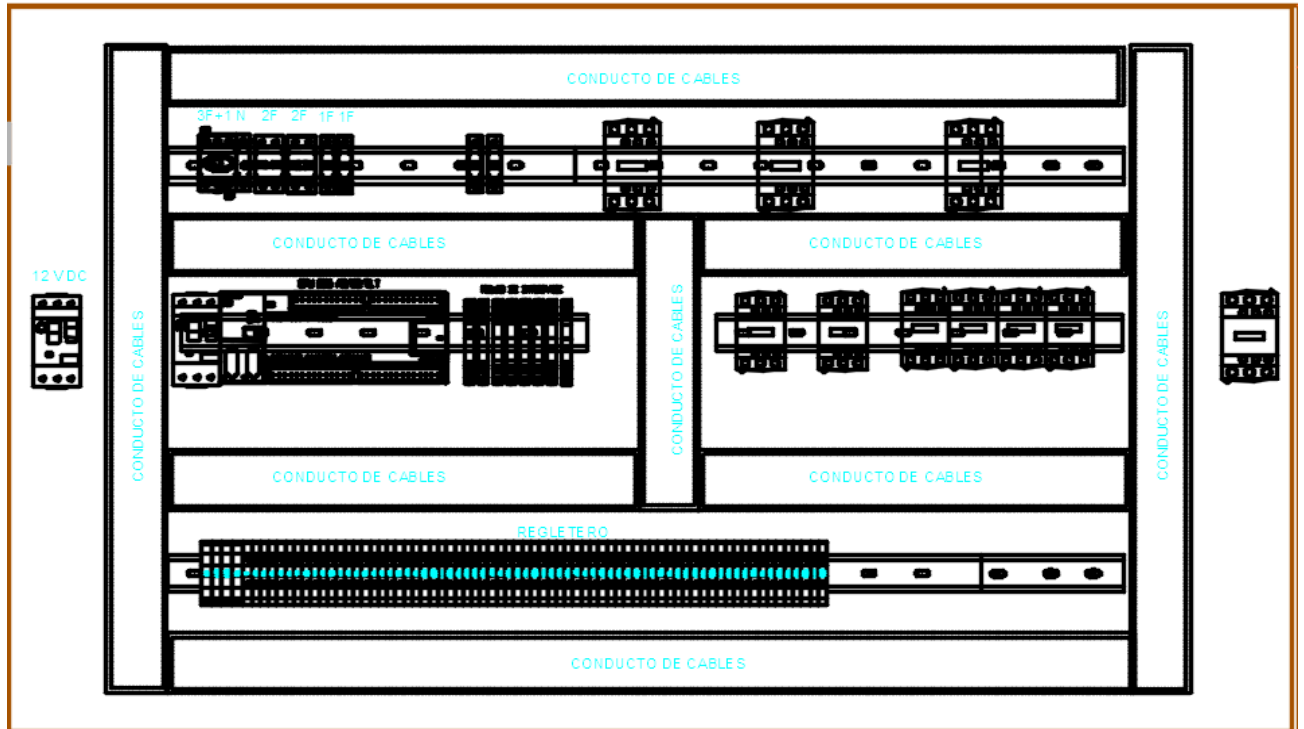
- Vida mecânica de 10.000.000 ciclos
- Vida elétrica com carga resistiva de 60.000 ciclos
- Tempo de atuação: 5 ms
- Isolamento elétrico entre entrada/saída: 1000 Vca
- Temperatura ambiente de operação: -40 a 70 °C
- Grau de Proteção: IP20
- Seção transversal do fio: 0,2 ~ 1,5 mm<sup>2</sup>
- Entrada**
  - Tensão nominal de acionamento (UN): 12/24/220 Vca/cc
  - Consumo: 0,2/0,3/0,9 VA (W)
  - Tensão limite de operação: 0,8 ... 1,1 UN
  - Tensão mínima de retensão: 0,6 UN
- Saída**
  - Tipo de saída: relé SPDT
  - Corrente nominal: 6 A
  - Máxima corrente instantânea: 10 A
  - Tensão de trabalho: 250 Vca/cc
  - Máxima tensão de trabalho: 400 Vca/cc
  - Capacidade de carga resistiva: 1500 VA
  - Capacidade de carga indutiva: 300 VA
  - Capacidade com motor monofásico (220Vca): 185 VA (1/4 HP)
  - Máx. corrente resistiva CC (30V / 220 V): 6 A / 0,15 A
  - Material do contato: AgNi
- OPCIONAIS**
  - Accesórios para identificação e interconexões

### DIMENSÕES

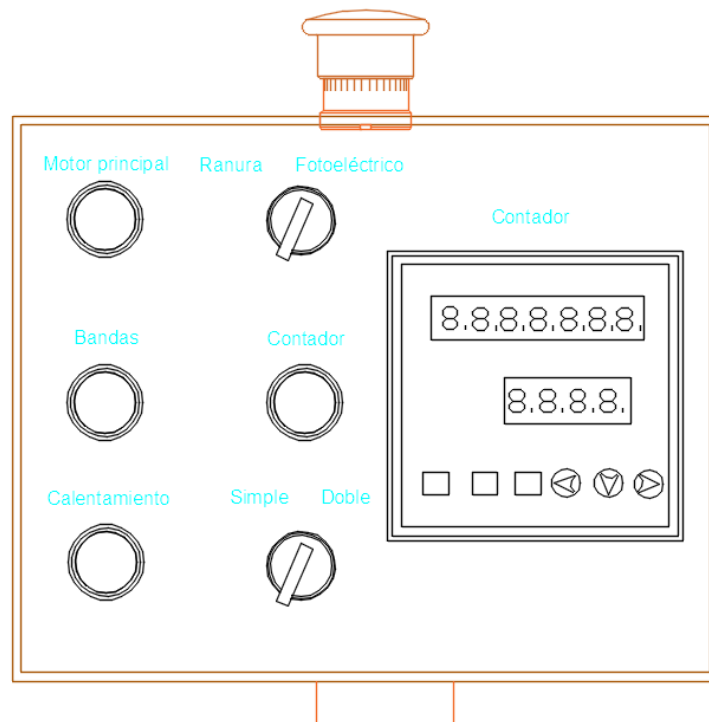
The drawing shows a side view of the relay with a width of 6,2 mm and a height of 98 mm. A top view shows a total length of 78 mm and a mounting hole offset of 6 mm from the left edge.

Figura II. 15 . Características técnicas y especificaciones del relé de interface.

### ANEXO III



**Figura III. 1.** Componentes internos del tablero de control.



**Figura III. 2.** Panel de pulsadores y selectores.

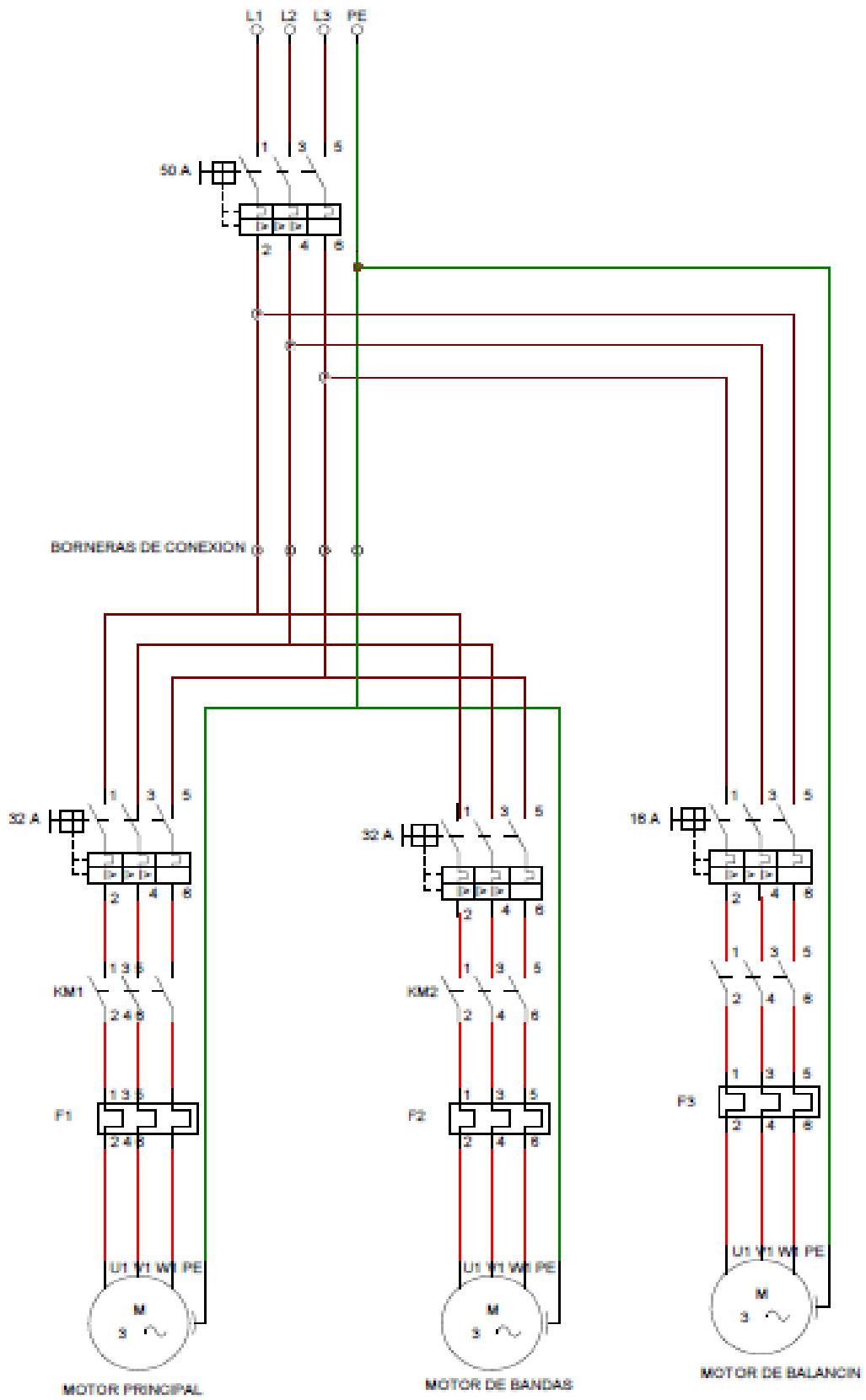


Figura III. 3. Diagrama de fuerza para el control de motores.

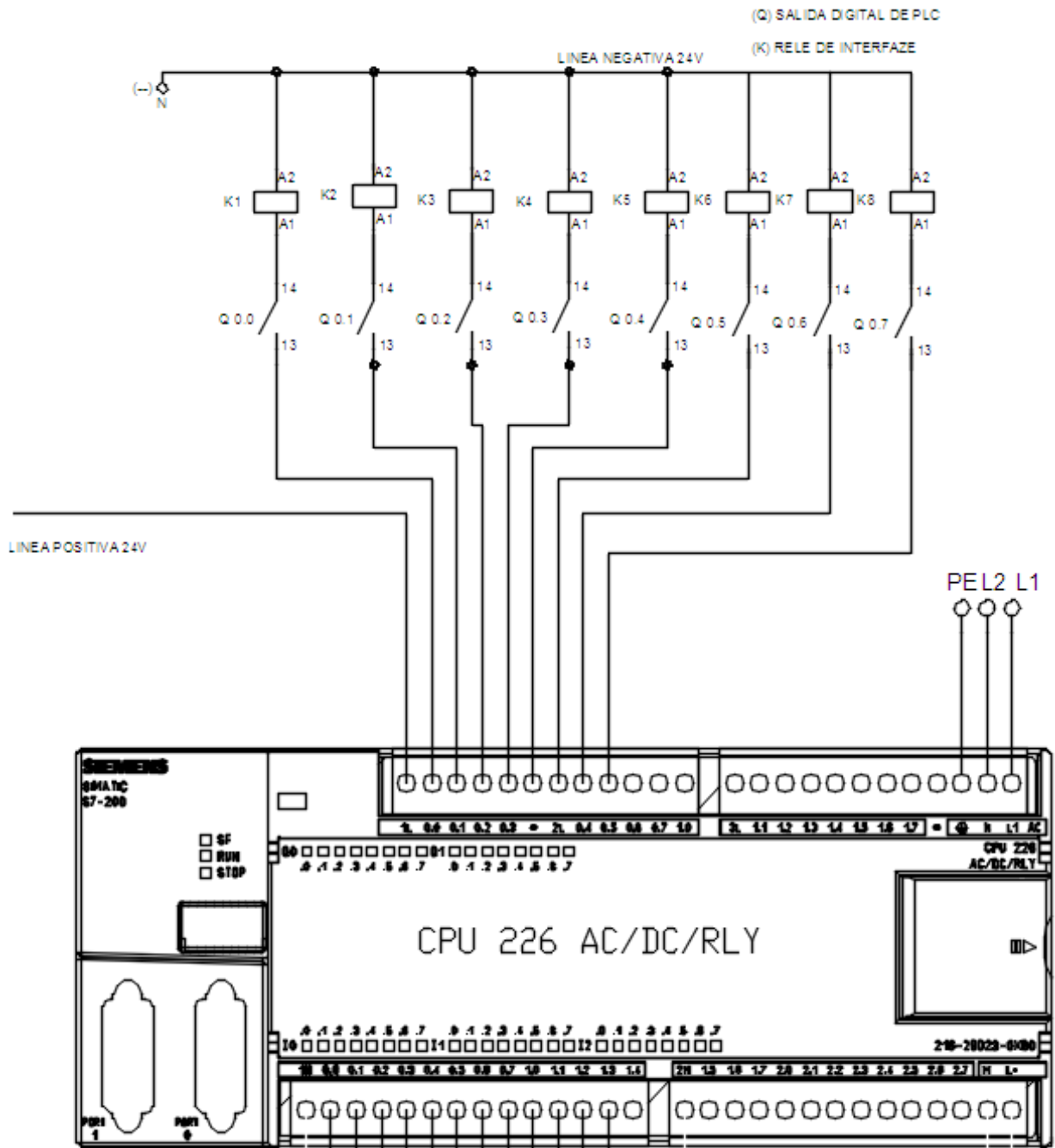


Figura III. 4. Conexión del PLC a las salidas del sistema.





## ANEXO IV



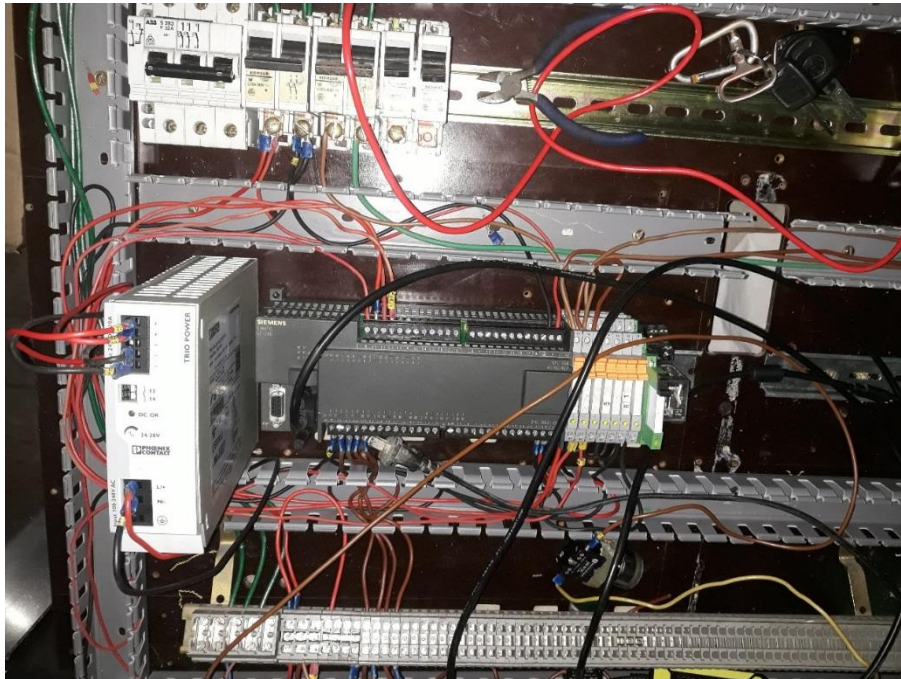
**Figura IV. 1.** Limpieza del tablero eléctrico.



**Figura IV. 8.** Acabado de tablero eléctrico.



**Figura IV. 9.** Conexión de interruptores termo magnéticos.



**Figura IV. 10.** Conexión de componentes eléctricos.

## ANEXO V

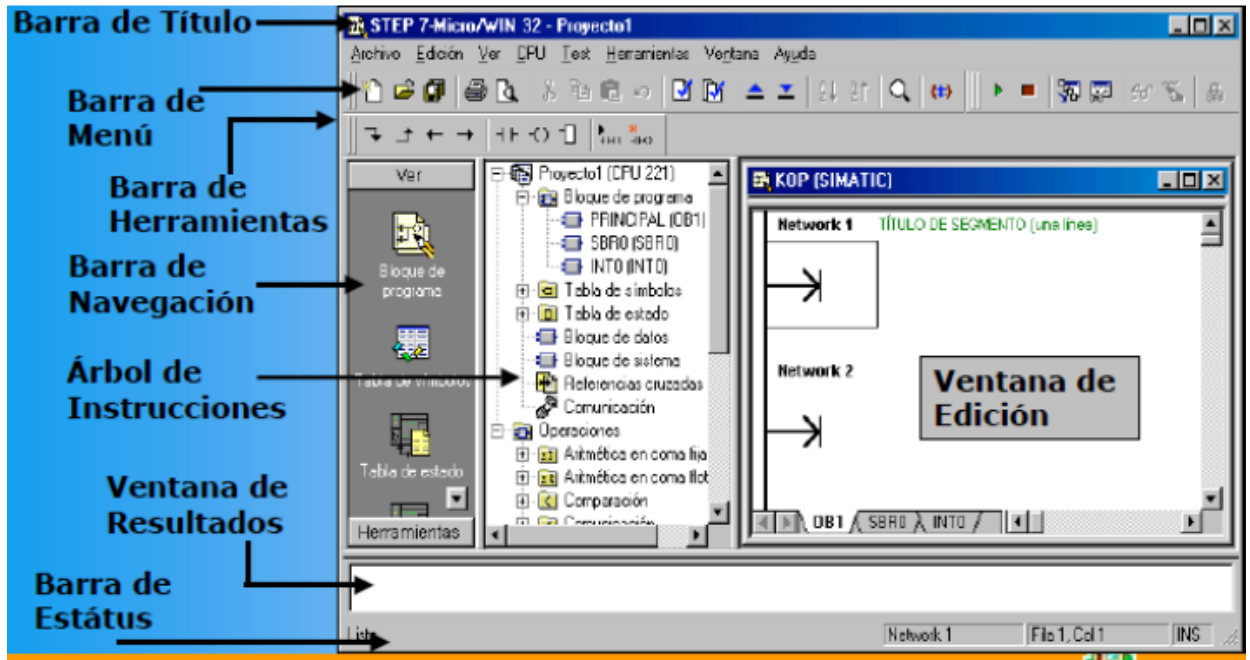


Figura V. 1. Partes del software STEP 7 MICROwin.

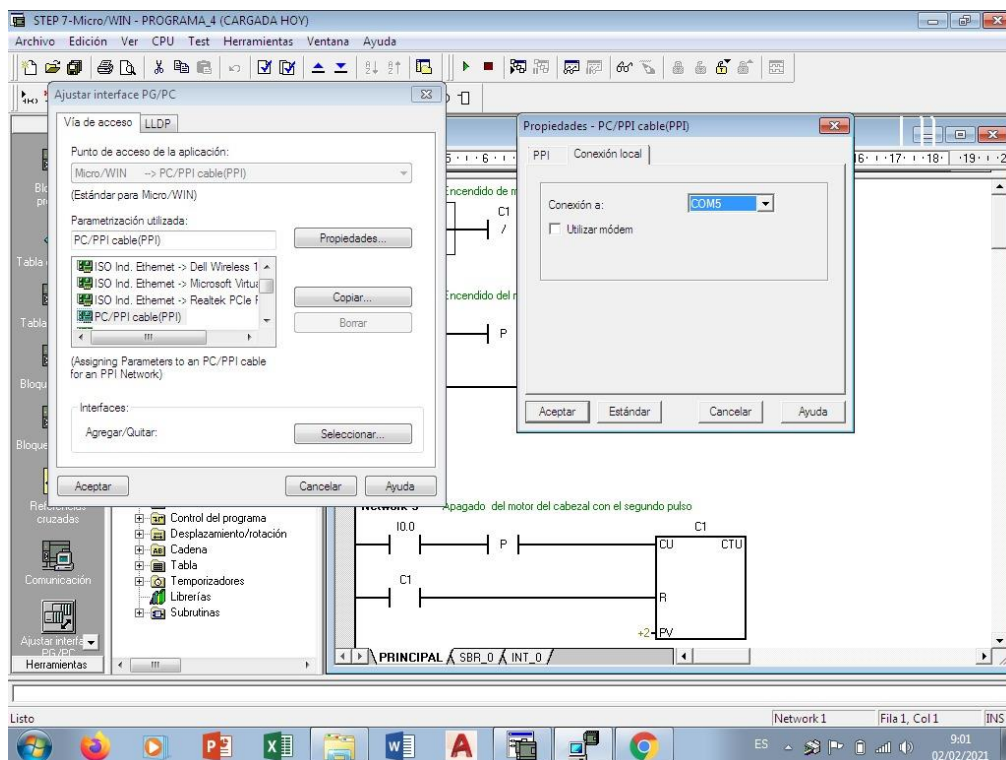


Figura V. 1. Comunicación entre el PLC S7 200 Y software STEP 7 MicroWIN.



Figura V. 2. Selección del puerto a utilizar para la conexión.

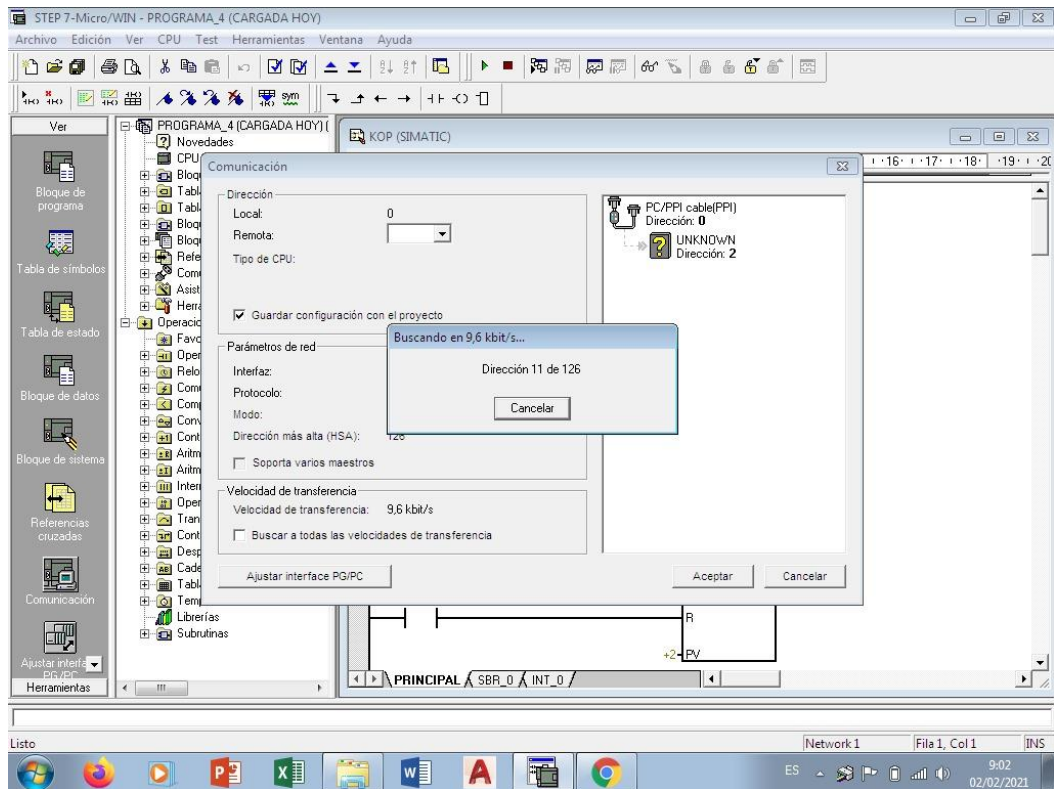


Figura V. 3. Validación de conexión entre PLC y Software STEP7 MicroWIN.

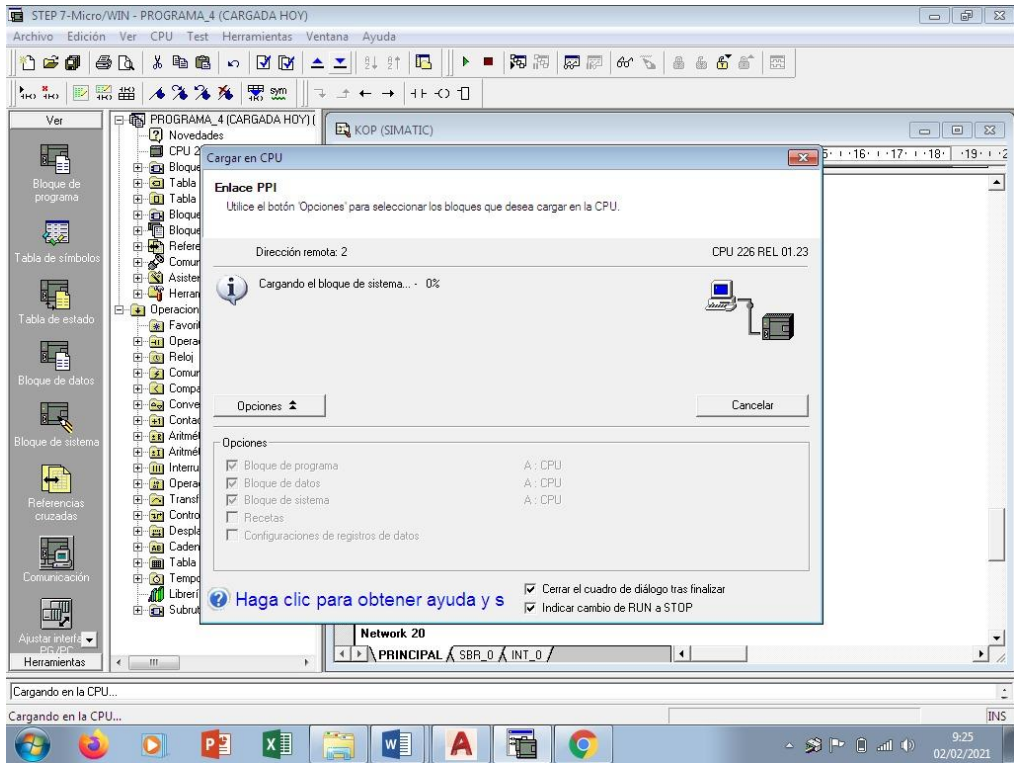


Figura V. 4. Transferencia de programa desde computador a PLC.

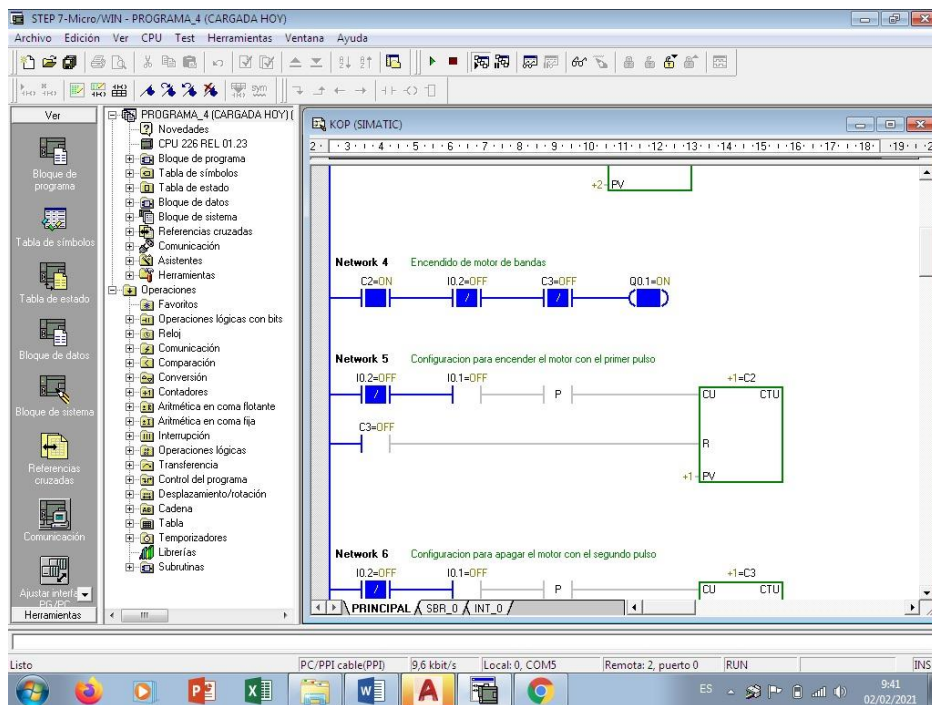


Figura V. 5. Ejecución, comprobación y validación de carga y funcionamiento de programa.

## ANEXO VI

Cálculo del TIR, VAN Y PIR							
Selladora de fundas plasticas							
COSTO DE MÁQUINA		\$ 20.000,00	Porcentajes	El valor de la implementación del tablero equivale al 7,57% de la inversion			
INVERSION DE TABLERO		\$ 1.638,00	7,57%				
INVERSION TOTAL		\$ 21.638,00	100%				
TASA DE INTERES		10,02%					
AÑOS	EGRESOS		INGRESOS	FLUJO NETO	FLUJO NETO PROPORCIONAL	VALOR PRESENTE	FLUJO DESC. ACUMULADO
	Mantenimiento y consumo de energía eléctrica		Sellado de fundas				
0	\$	-	\$ -	\$ -1.638,00	\$ -1.638,00	\$ -1.638,00	\$ -
1	\$	5.256,00	\$ 14.400,00	\$ 9.144,00	\$ 692,20	\$ 629,16	\$ 629,16
2	\$	5.256,00	\$ 14.400,00	\$ 9.144,00	\$ 692,20	\$ 571,86	\$ 1.201,02
3	\$	5.256,00	\$ 14.400,00	\$ 9.144,00	\$ 692,20	\$ 519,78	\$ 1.720,80
4	\$	5.256,00	\$ 14.400,00	\$ 9.144,00	\$ 692,20	\$ 472,44	\$ 2.193,24
5	\$	5.256,00	\$ 14.400,00	\$ 9.144,00	\$ 692,20	\$ 429,41	\$ 2.622,65
6	\$	5.256,00	\$ 14.400,00	\$ 9.144,00	\$ 692,20	\$ 390,30	\$ 2.583,54

( Valor Actual Neto) VAN	\$ 1.374,96
(Tasa Interna de Retorno) TIR	35,40%
(Periodo de Recupero) PR	1,84
Meses	11
Días	16

**Figura VI. 1.** Tabla de cálculo de TIR Y VAN.

Para encontrar el TIR Y VAN de la máquina se realizó un cálculo proporcional debido a que el proyecto implementado en la propuesta tecnológica es para el tablero de control y no de toda la máquina.

# MANUAL USUARIO DE

# MANUAL DE USUARIO

## SELLADORA DE FUNDAS PLASTICAS

Guano Brayan

Quinatoa Silvio



1. Montaje del rollo .....	3
2. Selección de sensor para realizar el sellado. ....	3
3. Calibración del contador. ....	4
4. Calibración de calentamiento .....	5
5. Calibración del sensor de contraste .....	7
6. Encendido de duplicado .....	8
7. Encendido del motores (Principal y de bandas) .....	8
8. Averías en el tablero de control.....	8
8.1 Error en la programación .....	9
8.2 Conexión entre componentes .....	12

## FUNCIONAMIENTO

Para poner en funcionamiento de manera correcta la máquina selladora de fundas plásticas de debe seguir los siguientes pasos:

### 1. Montaje del rollo

- Una vez que el rollo haya sido impreso debe ubicarlo en la parte posterior de la máquina, en el sistema de alineación y balanceo, posteriormente debe pasar por las calandras la punta del rollo hasta llegar al balancín.
- Cuando ya se encuentre en el balancín cree un zigzag entre el balacin y las calandras.
- Introduzca la punta del rollo plástico en la ranura del alado de material.



### 2. Selección de sensor para realizar el sellado.

El operador determina si el rollo plástico ha utilizar para la transformación en fundas cuenta con la franja de corte o no, si el rolo cumple con ello seleccione la opción sensor de contraste, pero si no cumple con dicha condición seleccione ranura.



Selección de fotoeléctrico.



### 3. Calibración del contador.

El operador debe calibrar el contador dependiendo de la cantidad que desea empaquetar y de su longitud.

- Presionar sobre el botón pulsador con etiqueta de contador para activar el sistema de conteo.



- Presione sobre el botón MD del contador.



- Configure el número de fundas a sellar con las teclas de subir y bajar.



- Presione el botón MD para guardar la configuración



#### 4. Calibración de calentamiento

Se debe calibrar el sistema de calentamiento para conseguir un sellado óptimo en fundas plásticas, para ello debe seguir las siguientes indicaciones:

- En el panel principal ubicar el botón pulsador con la etiqueta calentamiento y presionar.



- Presione el botón de seteo por alrededor de 3 segundos.



- Fije el valor de temperatura deseado utilizando los botones de subir, bajar y desplazamiento a la izquierda.



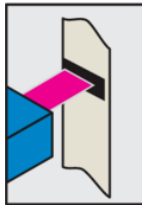
- Presione nuevamente el botón set.



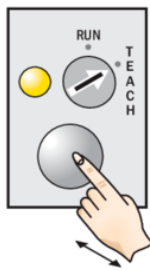
## 5. Calibración del sensor de contraste

Debe calibrar una sola vez para detectar el cambio de color de la funda plástica cuando pasa por la franja de corte.

- Ubicar el sensor de contraste en la franja de corte.



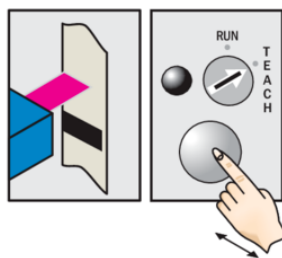
- Mueva levemente el indicador hacia la posición teach y presionar el botón que se encuentra presente en el sensor, revisar que la luz marque el color amarillo.



- Mueva el sensor fuera del alcance de la franja de corte.



- Presione nuevamente el botón por 1 segundo.



## 6. Encendido de duplicado

- Ubique el selector de dos posiciones en la etiqueta de doble.



## 7. Encendido del motores (Principal y de bandas)

En el panel principal del tablero de control se encuentra cuatro pulsadores para encender los diferentes sistemas de la máquina.

- Presione el botón pulsador con la etiqueta motor principal para encenderlo.



- Presione el botón pulsador con la etiqueta bandas para encenderlo.



## 8. Averías en el tablero de control.

La fallas que se pueden presentar entre la máquina y el tablero pueden ser por dos causas:

- Error en la programación
- Conexión entre componentes

## 9. Error en la programación

En caso de presentar este error verifique la conexión entre PLC y STEP 7 MicroWIN

- Descargue e instale el programa STEP 7 MicroWIN.



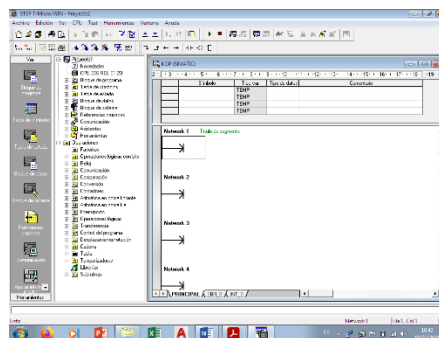
- Encienda el PLC.



- Conecte el cable PPI.



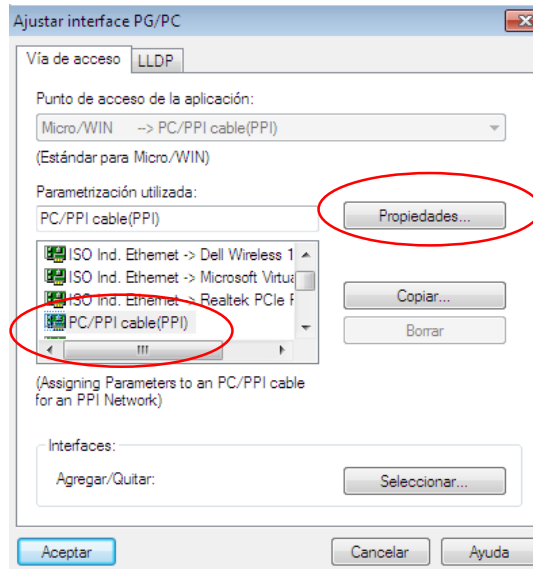
- Abra el programa STEP 7 MicroWIN.



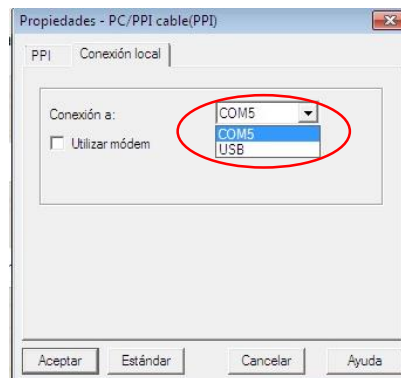
- Seleccione la opción ajuste de interface PG/PC.



- En la pantalla desplegable seleccione la opción cable PPI y de click en propiedades.



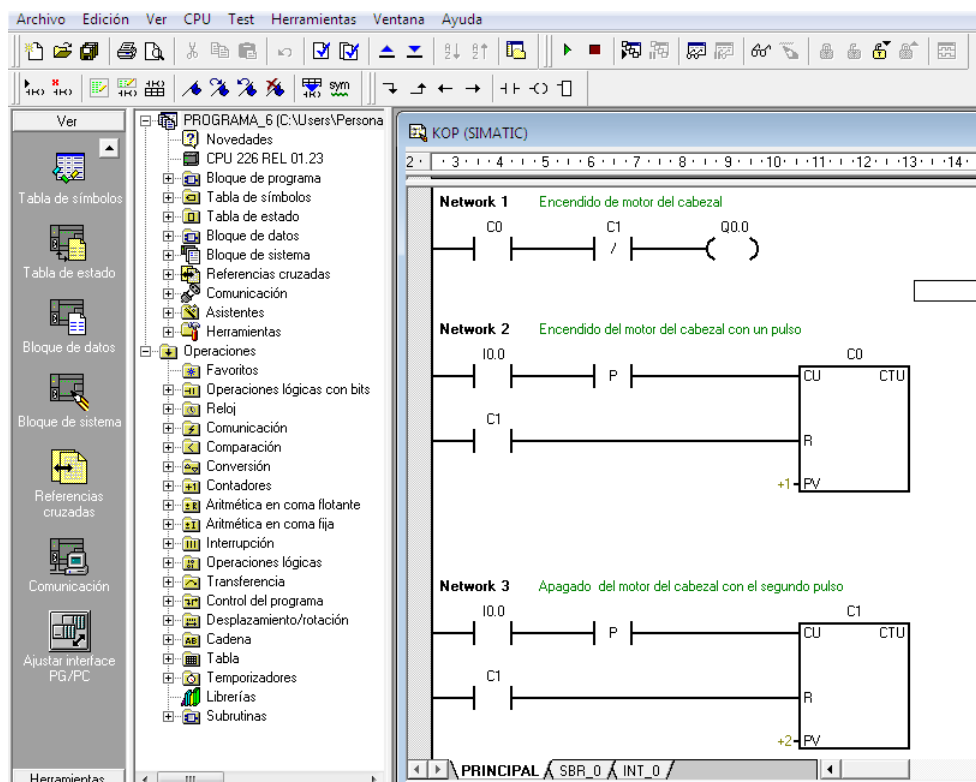
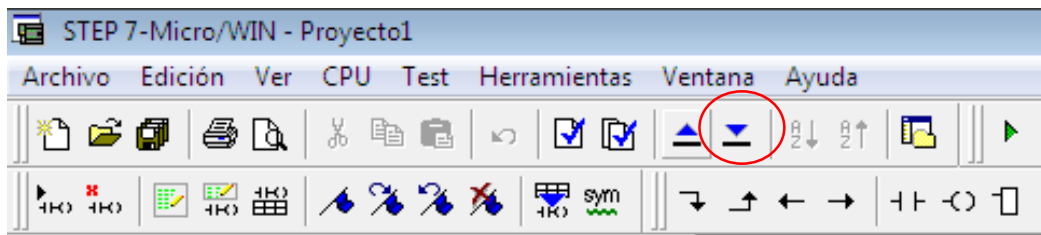
- Seleccione el puerto COM a conectarse y precione aceptar.



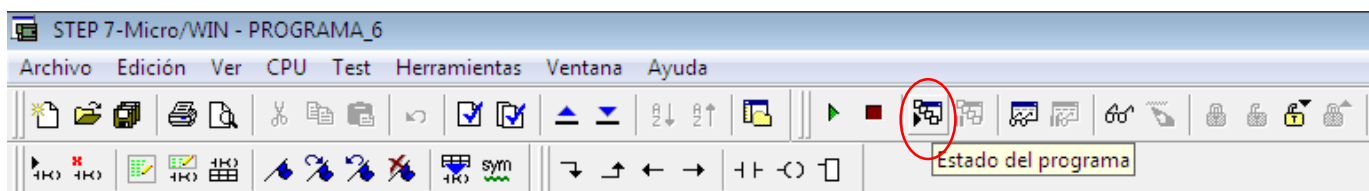
- Espere mientras se valida la conexión entre el PLC y STEP 7.

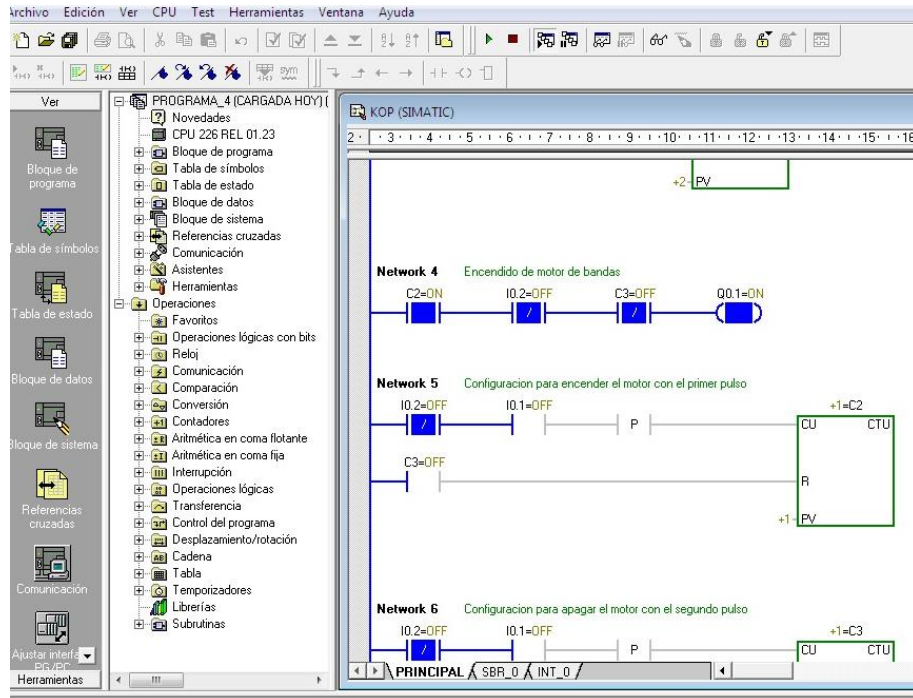


- Descargue el programa desde el PLC hasta el software.



- Revise el funcionamiento del programa ejecutelo presionando el botón estado del programa.





## 10. Conexión entre componentes

Para revisar la conexión entre los componentes se presenta lo siguientes planos para su guía

