

**UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y GESTIÓN**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA ELECTRÓNICA Y**  
**TELECOMUNICACIONES**



**“DISEÑO DE AUTOMATIZACIÓN DE UN SISTEMA DE SELLADO  
TÉRMICO PARA MOLDES DE MADERA DE ESCOBILLAS  
UTILIZANDO UN PLC SIEMENS S7-313 PARA LA EMPRESA REY  
LEÓN S.A”**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL**

Para optar el Título Profesional de

**INGENIERO ELECTRÓNICO Y TELECOMUNICACIONES**

**PRESENTADO POR EL BACHILLER**

ANDIA ANCCO, BEDHERLINO

**Villa El Salvador**  
**2017**

## **DEDICATORIA**

Este proyecto lo dedico a mi familia, especialmente a mis padres que me han apoyado en el transcurso de todo este proceso, desde que ingrese a la universidad hasta la culminación de la carrera, también va dedicado a mis hermanos que en este periodo de formación, me han dado ánimo y me han brindado la confianza para poder afrontar nuevos retos y así poder superarme tanto como persona y profesionalmente.

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a dios por darme salud, sabiduría, a mis padres que me han brindado siempre su apoyo y con los que voy a estar agradecido toda la vida, a mis hermanos que me han dado su apoyo incondicional, a los profesores tanto del colegio de la academia y de la universidad, que me inculcaron el deseo de que todos pueden ser mejores si se lo proponen y también agradezco a mis compañeros y a las personas que de una u otra forma han estado presentes en el transcurso de mis metas.

## ÍNDICE

DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTOS.....	iv
ÍNDICE.....	v
LISTA DE FIGURAS.....	viii
LISTA DE TABLAS.....	xiii
INTRODUCCIÓN.....	14
<b>CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....</b>	<b>16</b>
1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA.....	16
1.2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	17
1.3. DELIMITACIÓN DEL PROYECTO.....	18
1.3.1. Teórica.....	18
1.3.1. Espacial.....	18
1.3.1. Temporal.....	18
1.4. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	19
1.4.1. Problema general.....	19
1.4.2. Problema específicos.....	19
1.5. OBJETIVOS.....	20
1.5.1. Objetivo General.....	20
1.5.2. Objetivos Específicos.....	20
<b>CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>21</b>
2.1. ANTECEDENTES DEL PROYECTO.....	21
2.1.1. Internacionales.....	21
2.1.2. Nacionales.....	25
2.2. BASES TEÓRICAS.....	28
2.2.1. Automatización.....	28
2.2.1.1. Definición.....	28
2.2.1.2. Tipos de proceso.....	29
2.2.1.2.1. Procesos continuos.....	29
2.2.1.2.2. Procesos discretos.....	30
2.2.1.2.3. Procesos Batch.....	31
2.2.2. Sistemas de sellado de escobillas para lavar ropa.....	32

2.2.2.2. Tipos.....	32
2.2.2.2.1. Selladora neumática.....	32
2.2.2.3. Equipos y materiales usados en las maquinas selladoras..	34
2.2.2.3.1. Cilindro neumático.....	34
2.2.2.3.2. Cilindro de simple efecto.....	34
2.2.2.3.3. Cilindros de doble efecto.....	35
2.2.2.3.4. Válvulas.....	37
2.2.2.3.5. Contactor.....	39
2.2.2.3.6. Relé térmico.....	40
2.2.2.3.7. Motor eléctrico.....	41
2.2.2.3.7. Variador de velocidad.....	42
2.2.2.3.8. Bandas transportadoras.....	42
2.2.2.3.9. Resistencias térmicas industriales.....	44
2.2.2.3.10. Sensores.....	44
2.2.2.3.11. Pulsadores.....	45
2.2.2.3.12. Sellos de metal para madera.....	46
2.2.3. PLC.....	47
2.2.3.1. Definición.....	47
2.2.3.2. Estructura interna del PLC.....	48
2.2.3.2.1. Unidad central de proceso (CPU).....	48
2.2.3.2.2. Memoria de almacén de información del sistema.....	50
2.2.3.2.3. Memorias de solo lectura.....	50
2.3. MARCO CONCEPTUAL.....	52
<b>CAPÍTULO III: DISEÑO DEL SISTEMA DE SELLADO TÉRMICO.....</b>	<b>54</b>
3.1. ANÁLISIS DEL SISTEMA.....	54
3.1.1. Estructura de la máquina que se utiliza en la fábrica REY LEON.S.A.....	54
3.1.2. Comparación del sistema de sellado con otras máquinas industriales.....	60
3.2. DISEÑO DEL SISTEMA.....	62
3.2.1. Diseño mecánico.....	62
3.2.1.1. Proceso de abastecimiento.....	62
3.2.1.2. Proceso de transporte.....	63
3.2.1.3. Proceso de sellado de moldes de escobillas.....	65

3.2.1.4. Base de soporte de la estructura.....	66
3.2.1.5. Sistema neumático.....	68
3.2.1.6. Calculo de la presión del cilindro de sellado para moldes....	70
3.2.1.7 Cálculos de la presión del cilindro de abastecimiento.....	71
3.2.2. Diseño eléctrico.....	72
3.2.2.1. Especificaciones del motor para fajas transportadoras.....	72
3.2.3. Diseño electrónico.....	74
3.2.4. Diseño de la programación.....	75
3.2.4.1. Variables.....	75
3.2.4.2 Programación.....	76
3.2.5. Análisis de costos de implementación.....	86
3.2.5.1. Costos de una selladora mecánica.....	86
3.2.5.2. Estación de sellado HT.....	87
3.2.5.3. Costos de implementación de la selladora automática para moldes de madera para la empresa REY LEON.S.A.....	88
3.3. REVISIÓN Y CONSOLIDACIÓN DE RESULTADOS.....	89
3.3.1. Simulación del diseño mediante uso del STEP 7 SIMATIC.....	89
 Conclusiones.....	 98
Recomendaciones.....	99
Bibliografías.....	100
Anexo.....	102

## LISTA DE FIGURAS

Figura 2-1. Estructura final de la implementación de la máquina de clasificación de piezas de colores.....	22
Figura 2-2. Equipo automatizado de tratamiento de agua para su posterior embotellamiento.....	23
Figura 2-3. Equipo automatizado de tratamiento de agua para su posterior embotellamiento.....	24
Figura 2-4. Diagrama de diseño del sistema de control de temperatura para el criadero de tilapia.....	25
Figura 2-5. Diagrama de posicionamiento de sensores.....	27
Figura 2-6. Diagrama de las válvulas del pozo de remojo y el de almacenamiento de agua.....	28
Figura 2-7. Automatización del sistema de bazo robot de tres ejes.....	29
Figura 2-8. Proceso de sistema continuo.....	30
Figura 2-9. Proceso de sistema continuo.....	30
Figura 2-10. Proceso de sistema continuo.....	31
Figura 2-11. Selladora neumática.....	33
Figura 2-12. Vista de perfil de la selladora neumática.....	33
Figura 2-13. Cilindros neumáticos de simple efecto.....	35
Figura 2-14. Cilindros neumáticos de doble efecto.....	37

Figura 2-15. Cilindros neumáticos de doble efecto. ....	38
Figura 2-16. Tipos neumáticos de doble efecto.....	38
Figura 2-17. Simbología de contactor.....	39
Figura 2-18. . Esquema de contactor.....	40
Figura 2-19. Esquema de relé.....	41
Figura 2-20. Motor monofásico AC.....	41
Figura 2-21 Esquema de circuito de un variador de velocidad.....	42
Figura 2-22. Esquema de la estructura de una banda transportadora.....	43
Figura 2-23. . Tipos de resistencias térmicas.....	44
Figura 3-24 Sensores para equipos PLC SIEMENS.....	45
Figura 3-25. Esquema de pulsador.....	46
Figura 3-26. Sello de metal para madera.....	46
Figura 3-27. . Equipo PLC siemens (circuito lógico programable).....	47
Figura 3-28. Divisiones de la Estructura interna del PLC. ....	48
Figura 3-29 Estructura interna de PLC.....	51
Figura 3-30. Maquina sellado de escobillas para lavar ropa para molde de maderas usada en la empresa REY LEÓN S.A.....	55



Figura 3-31. Resistencia térmica industrial.....	55
Figura 3-32. Aislante térmico micanita.....	56
Figura 3-33 Regulador de resistencia térmica.....	57
Figura 3-34. Proceso de sellado de escobillas para lavar ropa vástago realiza el presionado de la madera al sello.....	58
Figura 3-35. Resultado final del sellado de escobillas para lavar ropa la marca queda impregnada en la madera.....	58
Figura 3-36: izquierda la maquina tiene el sellador en la parte inferior, mientras que a la derecha se observa que la maquina lleva el sellador en la parte superior.....	60
Figura 3-37. Diseño de la estructura de abastecimiento.....	62
Figura 3-38. Diseño de la estructura de transporte.....	64
Figura 3-39. Diseño de la estructura de sellado.....	65
Figura 3-40. Diseño de la estructura de soporte.....	66
Figura 3-41. Diseño de la estructura final.....	67
Figura 3-42. Bosquejo del proceso mediante diagrama de contactores.....	68
Figura 3-43. Diseño de la estructura neumática para la sellado de escobillas para 65lavar ropa.....	69
Figura 3-44- Diagrama de potencia del motor. ....	72
Figura 3-45. Estructura electrónica del sistema.....	74

Figura 3-46. Definición de las entradas y salidas.....	75
Figura 3-47. Diagrama en PLC de entradas y salidas.....	76
Figura 3-48. Curva de la temperatura en función a la entrada del PLC.....	77
Figura 3-49. Inicio del proceso de calentamiento PLC.....	78
Figura 3-50. Proceso de escalamiento de la entrada analógica.....	79
Figura 3-51. Proceso de comparación encargado de hacer que la temperatura oscile entre (340-360) °C.....	80
Figura 3-52. Una vez activada M2.0 se procede a dar inicio de la banda transportadora.....	81
Figura 3-53. Funcionamiento de la entrada del sensor del cilindro 1.....	82
Figura 3-54. Proceso de retardo que demora en insertar el molde de madera a la banda transportadora. ....	83
Figura 3-55. Tiempo de retardo a la salida del cilindro neumático.....	83
Figura 3-56. Con la activación de M0.3 se procede a la salida del vástago 1 y si se activa <b>S2</b> el cilindro 2 se encarga del sellado de escobillas para lavar ropa...84	
Figura 3-57. Si el motor tiene sobrecalentamiento se activara el sensor térmico y este generara que se encienda la luz roja.....	85
Figura 3-58. Si el almacén de bloques de madera este vacío se encenderá la luz ámbar.....	85
Figura 3 59: Vista frontal de la estación de sellado HT.....	87

Figura 3-60 Se pone a encender la programación, se verifica que esta correcto el desarrollo del sistema.....	89
Figura 3-61 Activación del proceso de calentamiento de la resistencia térmica..	90
Figura 3-62 Activación de la banda transportadora.....	91
Figura 3-63 Activación de la banda transportadora.....	92
Figura 3-64 Detección del sensor S1.....	93
Figura 3-65 Inserción del molde a la banda transportadora.....	94
Figura 3-66 Proceso de transporte del molde de madera.....	95
Figura 3-67 Proceso de sellado de escobillas para lavar ropa del molde de madera.....	96
Figura 3-68 Reanudación del proceso de sellado de moldes de madera.....	97

## LISTA DE TABLAS

Tabla 3-1. Comparación entre las maquinas industriales de sellado de moldes.....	61
Tabla 3-2: Características requeridas en los cilindros neumáticos.....	72
Tabla 3-3. Tabla de las especificaciones técnicas del motor.....	73
Tabla 3-4. Tabla de los puntos de ignición de los tipos de madera.....	76
Tabla 3-5: Costos de equipos y materiales para la implementación de la maquina selladora.....	86
Tabla 3-6: Costos de equipos y materiales para implementar la estación de sellado HT.....	87
Tabla 3-7: Costos de equipos y materiales para la implementación.....	88

## INTRODUCCIÓN

Un PLC es un equipo que se utiliza en la industria de producción cuyos procesos son continuos, tal como, la industria de embotellado, de elaboración de moldes de plástico, fabricación de piezas automotrices. Así como en aquellas que realizan maniobras de instalación, control y señalización. Estos tipos de equipos de control son normalizados y certificados, por lo que también sirven para procesos de alto riesgo. Gracias al avance de la tecnología en el campo de la microelectrónica, se han podido desarrollar elementos entorno al PLC que incorporen todos los avances en la tecnología electrónica y mecánica.

Los automatismos dentro de los procesos industriales son en particular el trabajo o labor que desempeña un dispositivo de manera automática de acuerdo a los parámetros con los cuales ha sido configurado. Con un sistema automático principalmente se pretende aumentar la eficiencia del proceso incrementando la velocidad, la calidad y la precisión, y disminuyendo los riesgos que normalmente se tendrían en la tarea si fuese realizada en forma manual como se ha ido haciendo actualmente ya que el peligro es inminente debido a la gran peligrosidad de manipulación del sellado de escobillas para lavar ropa y el contacto cercano a las resistencias térmicas.

La neumática y electro-neumática son herramientas de automatización que tienen como objetivo incrementar la competitividad de la industria por lo que es necesaria la utilización de nuevas tecnologías; la capacitación en estas áreas es fundamental en toda persona que se encuentre en contacto con la producción

industrial. Los dispositivos neumáticos brindan soluciones sencillas y rentables, es por ello que cada vez una mayor cantidad de máquinas modernas lo utilizan.

Las máquinas de sellado de escobillas para lavar ropa se caracterizan por impregnar la marca del producto o el nombre de la empresa en los moldes que se destinan a la producción de diferentes tipos de bienes ofertados en el mercado. Este tipo de sellado de escobillas para lavar ropa, por lo general se encarga de estampar la marca mediante el uso del calor que es generado mediante resistencias térmicas, las cuales, queman el lugar de contacto, para ello aplican una fuerza controlada que alcance la presión necesaria para que quede adherida la marca en el molde de madera.

El proyecto del presente trabajo consiste en realizar la automatización de una máquina de sellado de escobillas para lavar ropa térmico para la micro-empresa REY LEÓN S.A. La cual tendrá la finalidad de mejorar el proceso de sellado de moldes de madera, con la finalidad de sustituir el antiguo método mecánico que se viene realizando, obteniendo un sistema automatizado de lógica programable usando un PLC de la marca Siemens, modelo 313, mediante su programación en LADDER.

El diseño incluye sensores para detectar madera y metal, válvulas neumáticas, dos cilindros neumáticos, un motor para la banda transportadora, una faja transportadora de metal, un sensor térmico para el motor y un sensor térmico para la resistencia térmica, luces de colores que indique cada parte del proceso o informen algún evento que pueda suceder.

## **CAPÍTULO I**

### **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

#### **1.1 DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA**

La empresa de producción de artículos de limpieza REY LEÓN S.A., es una micro-empresa fundada hace 7 años, con la finalidad de producir diversos tipos de artículos de limpieza tales como escobillas de lavar ropa (con molde de madera y plástico), escobillas para lustrar zapato, escobillones, escobas de paja y nylon, esponjas de alambre galvanizado. La empresa REY LEÓN S.A. inició su producción de forma manual, pero debido a la demanda, se vio en la necesidad de disponer de máquinas que puedan realizar las funciones de forma más rápida y eficiente. Dichos procesos de producción generan que la empresa tenga que estar modernizando las demás máquinas y equipos de producción, es por ello que surge la necesidad también de mejorar el sellado de escobillas para lavar ropa que es una de las primeras etapas de la fabricación de las escobillas de lavar ropa y la parte más importante con respecto a la publicidad y marketing del producto.

Para ello se vio la necesidad de mejorar el proceso de sellado de escobillas para lavar ropa, debido a que el proceso que se viene utilizando es de riesgo, por el tipo de materiales que se usan. El sistema de sellado de escobillas para lavar ropa está formado por una resistencia térmica que realiza el sellado de

escobillas para lavar ropa de los moldes de madera, dicha resistencia está impregnada en la parte superior de la máquina y funciona a pedal, lo cual hace que el que manipule la máquina este en contacto directo con el calor que genera la resistencia térmica, generando malestar al operario y como consecuencia que el sellado de escobillas para lavar ropa sea ineficiente y que incluso pueda producir accidentes.

La situación problemática descrita anteriormente reduce la productividad y además requiere la inversión del tiempo continuo de un operario, lo cual disminuye así la capacidad de producción de la empresa. El proceso es poco eficaz, inestable e inseguro.

Es por ello que se requiere diseñar un sistema de control mediante el uso de PLC para la automatización de la máquina de sellado de moldes de madera para escobillas de lavar ropa para la micro-empresa REY LEÓN S.A.

## **1.2 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO**

La automatización del proceso de sellado de escobillas para lavar ropa para la fábrica REY LEÓN S.A., es producto de la necesidad de contar con procesos productivos de mayor rendimiento y así poder integrar este nuevo proceso a los elementos actualmente disponibles que ya se viene usando en la micro-empresa REY LEÓN S.A., de manera que pueda optimizar recursos humanos y económicos.

Actualmente, existe una alta competencia en la producción de escobillas de lavar ropa por diversas empresas productoras, por lo que se ha visto la necesidad de que esta micro-empresa precise de máquinas automáticas,



particularmente en el área de sellado de escobillas para lavar ropa térmico, de manera que pueda realizarse una renovación en la calidad de sus procesos.

Por las razones descritas anteriormente, se justifica realizar el diseño de la automatización de un sistema de sellado de escobillas para lavar ropa térmico que permita una mayor eficiencia, versatilidad y flexibilidad en el proceso de sellado de escobillas para lavar ropa de los moldes, a fin de poder evitar la manipulación manual de estos objetos, de tal forma que se puedan reducir los riesgos de accidentes por contacto con resistencias térmicas, y que se pueda realizar el sellado de escobillas para lavar ropa de manera automática.

### **1.3 DELIMITACIÓN DEL PROYECTO**

#### **1.3.1 Teórica**

Para la elaboración del diseño mecánico se utilizó el software de dibujo libre-CAD, y para la programación del PLC el software SIMATIC STEP 7 y posteriormente probarlo en el PLC S7-313 del laboratorio de automatización.

#### **1.3.2 espacial**

El diseño del proyecto de investigación tiene por limitación espacial el distrito de villa el salvador-provincia Lima-region Lima. Se realizará únicamente para el sellado de moldes de madera para artículos de limpieza para el micro-empresa REY LEÓN S.A.

#### **1.3.3 temporal**

La elaboración del diseño de la automatización de la máquina de sellado de moldes de madera, se estima realizar en un plazo de dos meses a partir de enero 2017 hasta finales del mes de febrero 2017.

## **1.4 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

### **1.4.1 Problema general**

La necesidad de poder realizar el diseño de este sistema, se resume en la siguiente interrogante a plantear ¿cómo realizar la automatización de un sistema de sellado de escobillas para lavar ropa térmico para moldes de madera utilizando un PLC siemens S7-313?

### **1.4.2 Problemas específicos**

- 1 ¿Cómo diseñar el circuito electro-neumático para cumplir con la necesidad del transporte y sellado de los moldes de madera de escobillas y el tipo de material usado en la fabricación de los sellos para moldes?
- 2 ¿Cómo dimensionar las resistencias térmicas que cumplan con los requisitos necesarios para el sellado de los moldes de madera?
- 3 ¿Cómo diseñar la programación del PLC Siemens para realizar el funcionamiento físico e integral del proceso de transporte y sellado de moldes de madera?

## **1.5 OBJETIVOS**

### **1.5.1 Objetivo general**

Automatizar un diseño para la selladora térmica de moldes de madera de forma automática para la empresa REY LEÓN S.A., utilizando un controlador PLC Siemens S7-313.

### **1.5.2 Objetivos específicos**

- 1 Diseñar el circuito electro-neumático para cumplir con la necesidad del transporte y sellado de los moldes de madera de escobillas y el tipo de material usado en la fabricación de los sellos para moldes.
- 2 Dimensionar las resistencias térmicas que cumplan con los requisitos necesarios para el sellado de los moldes de madera.
- 3 Diseñar la programación del PLC Siemens para realizar el funcionamiento físico e integral del proceso de transporte y sellado de moldes de madera.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. ANTECEDENTES**

Los siguientes trabajos de grado utilizados como antecedentes para el presente diseño, serán usados como ayuda para corroborar la eficiencia que se obtiene de realizar la automatización de procesos.

##### **2.1.1. INTERNACIONALES:**

Carlos Alfredo Oñate Lazo. (2013). “Diseño e implementación de un módulo para el proceso de clasificación de piezas controlado mediante un PLC Siemens S7-1200”. Trabajo realizado para obtener el título profesional de ingeniero en electrónica control y redes en la Universidad Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador.

Con este proyecto se logró la automatización de un proceso con el cual se pueda lograr realizar la clasificación de piezas, según el tipo de color del material, este proceso se iba a dar mediante un conjunto de señales entregadas a los sensores. Según la elección realizada procederá a dirigirse a una de las dos rampas o sino continuará en la banda transportadora. Previamente

implementadas. Generándose así ahorro de personal laboral y haciendo que este proceso sea más rápido y eficaz.

De este trabajo de grado se pudo tomar como aporte que el control de procesos industriales mediante el uso de PLC ayuda a mejorar la seguridad de operación, calidad y rendimiento de una máquina para así garantizar la operatividad de la misma y por ende la eficiencia de la producción de la línea ver figura 1.

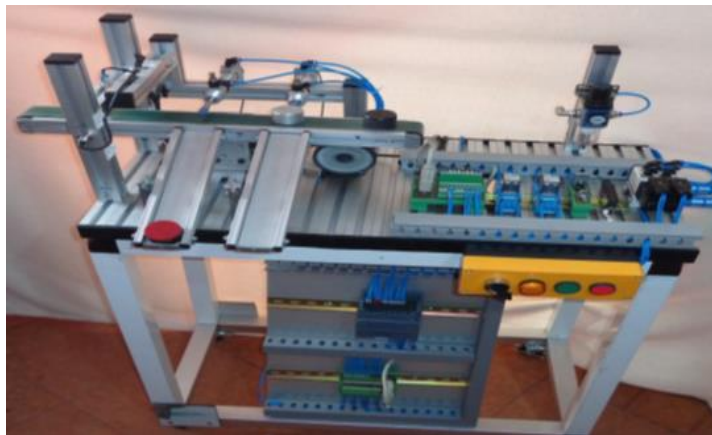


FIGURA 1. Estructura final de la implementación de la máquina de clasificación de piezas de colores.

FUENTE: Carlos Alfredo Oñate Lazo (2013). Tesis de grado.

Acosta Franmar y Matthey Daniel (2012). "Diseño e implementación de un sistema de control para la automatización de una maquina envasadora en la compañía alimentos LINOMEGA C.A." Trabajo realizado para obtener el título profesional de ingeniero electrónico control en la Universidad Nueva Esparta, Venezuela.

El objetivo de este proyecto contemplo el diseño e implementación de un sistema de control para la automatización de una maquina envasadora, para solucionar los problemas de producción. El sistema contara con dos estaciones de control, donde estará ubicada una serie de pulsadores con los cuales se controlaran las distintas partes del proceso de envasado y luces piloto que

indicaran los niveles de contenido de cada uno de los tanques así como posibles fallas en el sistema, la maquina también poseerá cinco sensores capacitivos, cada tanque contará con dos sensores, los cuales detectarán el nivel alto y bajo de la solución, que contiene cada uno de ellos formando un total de cuatro detectores de nivel, el quinto estará ubicado a un lado de la cinta transportadora en la etapa de llenado de los envases el cual verificara que el nivel de mezcla que contienen los envases sea el indicado; dos sensores fotoeléctricos, el primero detectará que hayan pasado ocho envases y el segundo estará ubicado al final de la cinta transportadora como seguridad para la línea de producción, de manera que al detectar un envase al final de la cinta esta se detenga para evitar su caída y así no ocasionar problemas o pérdidas para la compañía.

De este trabajo se toma como referencia el uso de banda transportadora para agilizar el mecanismo de desplazamientos de objetos y la aplicación y manejo de sensores de diferentes características para controlar determinados procesos. Ver figura 2.



FIGURA 2. Equipo automatizado de tratamiento de agua para su posterior embotellamiento.

FUENTE: Acosta Franmar y Matthey Daniel (2012). Tesis de grado

Encalada Vivanco, Marlon Eduardo Trujillo Suquilanda, Fausto Ricardo (2012). “Diseño e implementación del sistema de control para el robot AEC aplicación automática, utilizado en el transporte de piezas plásticas de la empresa ECUAMATRIZ” trabajo realizado para obtener el título profesional de ingeniero electrónica en control y redes industriales, en la Universidad Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador.

Se realizó este proyecto con el fin de mejorar el control del robot AEC en la empresa, ya que existía la necesidad de utilizar un proceso automatizado para la transportación de las piezas plásticas de la máquina inyectora, de manera que se integre los elementos actualmente disponibles y funcionales en la empresa optimizando recursos humanos y económicos.

Debido a la competencia productiva dentro de las empresas productoras de piezas plásticas que existe en la actualidad, se ha visto la necesidad de que esta empresa precise de automatismos dentro del área de fabricación de productos plásticos, particularmente en el proceso de transporte, de manera que permita renovar la calidad en sus operaciones. Este diseño se puede observar en la figura 3.

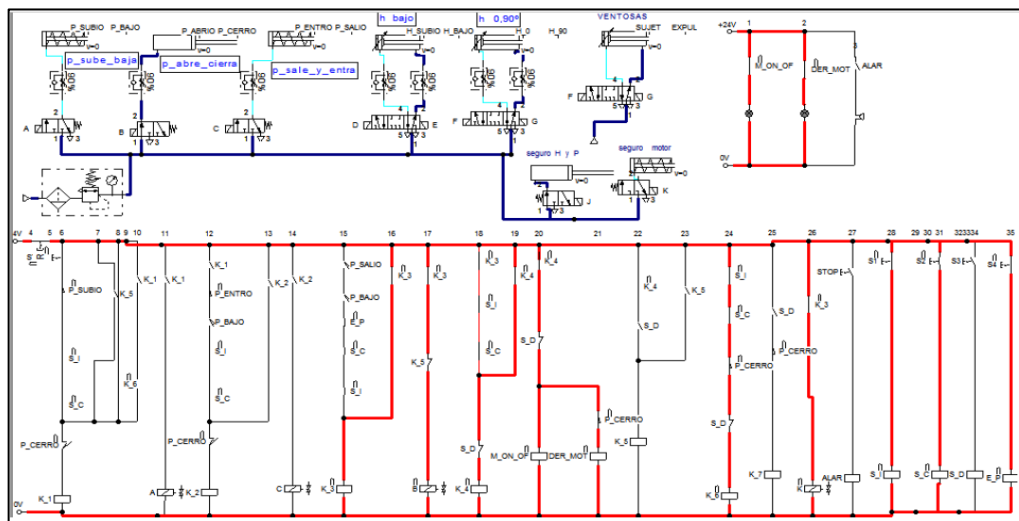


FIGURA 3. Equipo automatizado de tratamiento de agua para su posterior embotellamiento.

FUENTE: Encalada Vivanco, Marlon Eduardo Trujillo Suquilanda, Fausto Ricardo (2012)

## 2.1.2. NACIONALES:

Mendoza Livia, Walter Raúl. (2011). "Control de temperatura y monitoreo de PH del agua en el proceso de incubación de tilapias usando PLC". Trabajo realizado para obtener el título profesional de ingeniero electrónico en la Pontificia Universidad Católica del Perú, Perú.

Este proceso se encarga de monitorear las etapas de crecimiento que tienen las tilapias y de verificar la temperatura del agua, las cuales deberán ser apropiadas dependiendo en la etapa que se encuentren los alevines, para ello se dispone del uso de sensores de temperatura y de un sistema que se encargue de variar la temperatura en cada uno de los niveles de crecimiento. Es por ello que se emplea como equipo al PLC, para así realizar este proceso de forma autónoma con los rangos de temperatura ya preestablecido.

De este proyecto se toma referencia de la forma de controlar la temperatura que será crucial para el diseño de la resistencia térmica a usar y del rango en el que va a trabajar, para así poder mantener su funcionamiento estable y evitar que llegue a fundirse. A continuación, se muestra la figura 4.

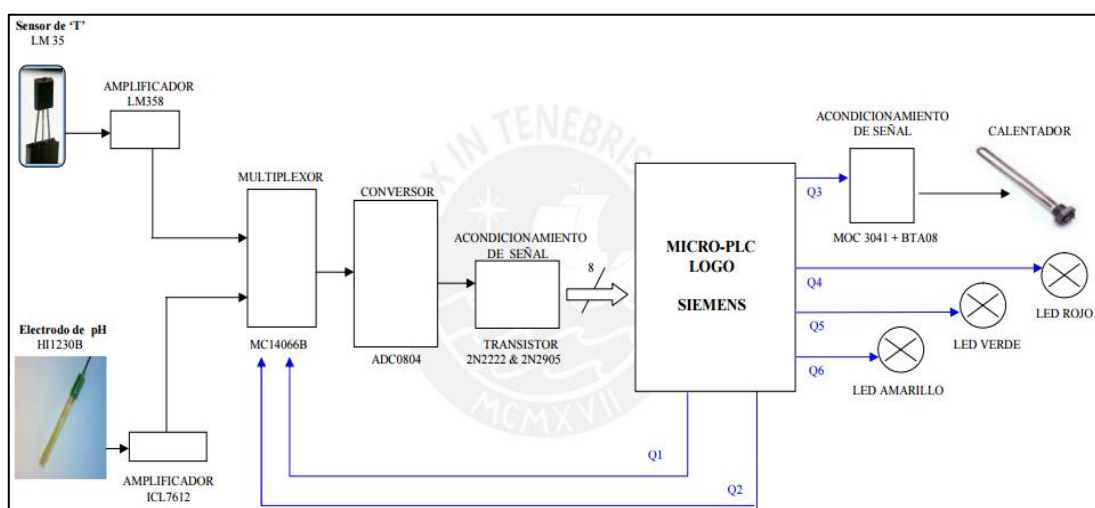


FIGURA 4. Diagrama de diseño del sistema de control de temperatura para el criadero de tilapia.

FUENTE: Mendoza Livia, Walter Raúl (2011). Tesis de grado.



Contreras Iglesias, Anguie María del Milagro. (2011). "Diseño de un sistema de automatización para el sistema de iluminación de una planta industrial". Trabajo realizado para obtener el título profesional de ingeniero electrónico en la Pontificia Universidad Católica del Perú, Perú.

En la presente tesis se diseña un sistema de automatización para el sistema de iluminación de una planta industrial que permita optimizar el uso de energía eléctrica evitando que las lámparas permanezcan encendidas durante períodos no productivos. Es decir, se diseñará la automatización de alumbrado que asegure una iluminación de calidad durante el tiempo que sea necesario. El diseño consta de la selección de sensores y actuadores, diseño de un programa en lenguaje "LADDER" que permita controlar la secuencia de encendido de los contactores de fuerza de los circuitos de iluminación en función a los períodos de producción y la señal de sensores en las zonas elegidas. Así mismo se ha diseñado la interfaz de usuario la cual permite: ingresar los horarios de producción, realizar el control manual de los circuitos de iluminación desde la interfaz y monitoreo de horas de consumo. El usuario podrá controlar el sistema de iluminación a través de la interfaz de usuario la cual estará comunicada con el controlador a través de una red industrial que también será diseñada.

Con este proyecto se toma como referencia para verificar de qué manera deberá de estructurarse el diseño de un sistema automatizado, además se corrobora que cada proceso de automatización que se diseñe siempre se realizara con el fin de poder hacer eficiente el ahorro de personal y también de la energía, dependiendo al área donde se enfoque. Ver las posiciones de los sensores figura 5.

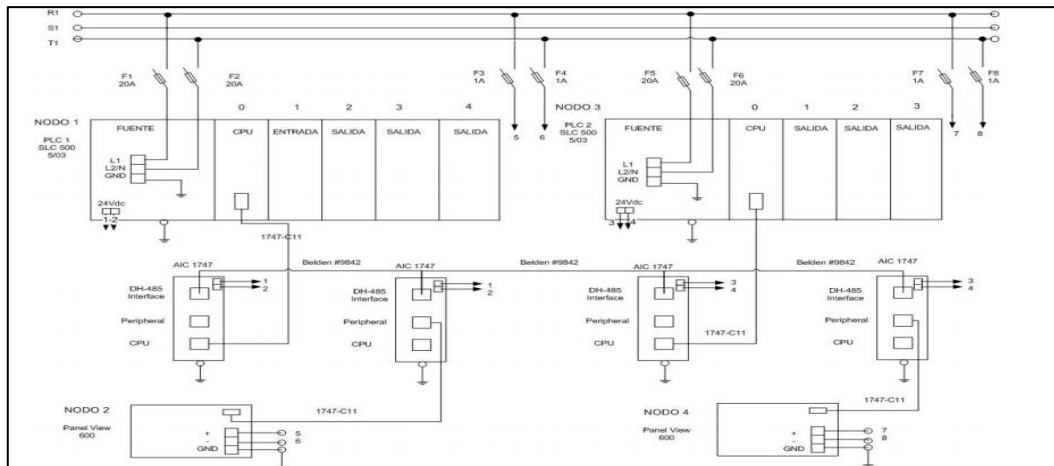


FIGURA 5. Diagrama de posicionamiento de sensores.

FUENTE: Contreras Iglesias, Anguie María del Milagro (2011). Tesis de grado.

Requena Torpoco, José Martín. (2011). "Diseño de un sistema de automatización de una planta de lavado de zanahorias de 10t/h". Trabajo realizado para obtener el título profesional de ingeniero electrónico en la pontificia universidad católica del Perú, Perú.

En la presente tesis, se realizó el diseño de un sistema de automatización de una Planta de lavado de zanahoria de 10 t/h, empleando un sistema electro neumático y un sistema de control con PLC, que permita tener un control y funcionamiento automático para el sistema de lavado de las zanahorias, el cual incluye los procesos de: Remojo, lavado y direccionamiento a la zona de tendal. El diseño del sistema de automatización consta de un sistema electro neumático para el accionamiento (apertura y cerrado) de las compuertas que se realiza en los procesos; diseño del sistema de control con PLC el cual procesará la información proveniente de los sensores y según la lógica programada en lenguaje ladder controle los procesos del sistema de lavado gobernando el funcionamiento de los actuadores; la selección de sensores, actuadores y

controlador. Finalmente, el diseño de un interfaz de usuario empleando un panel de operador el cual permitirá monitorear el estado de la Planta.

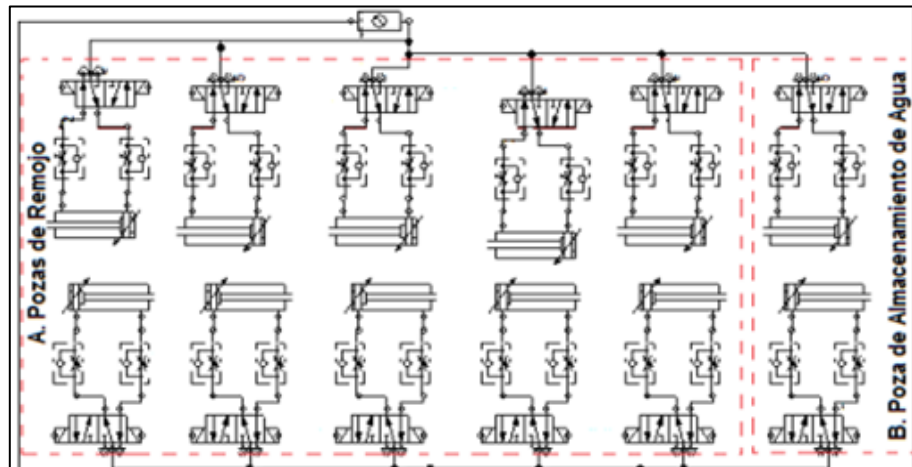


FIGURA 6. Diagrama de las válvulas del pozo de remojo y el de almacenamiento de agua.

FUENTE: Requena Torpoco, José Martín (2011). Tesis de grado.

## 2.2. BASES TEÓRICAS

### 2.2.1. Automatización

#### 2.2.1.1. Definición

La Real Academia de las Ciencias Físicas y Exactas define la automática como el conjunto de métodos y procedimientos para la sustitución del operario en tareas físicas y mentales previamente programadas. De esta definición original se desprende la definición de la automatización como la aplicación de la automática al control de procesos industriales. Por proceso, se entiende aquella parte del sistema en que, a partir de la entrada de material, energía e información, se genera una transformación sujeta a perturbaciones del entorno, que da lugar a la salida de material en forma de producto. Los procesos industriales se conocen como procesos continuos, procesos discretos y procesos batch. Los procesos continuos se caracterizan por la salida del proceso en forma de

flujo continuo de material, como por ejemplo la purificación de agua o la generación de electricidad. [1].

Los procesos discretos contemplan la salida del proceso en forma de unidades o número finito de piezas, siendo el ejemplo más relevante la fabricación de automóviles. Finalmente, los procesos batch son aquellos en los que la salida del proceso se lleva a cabo en forma de cantidades o lotes de material, como por ejemplo la fabricación de productos farmacéuticos. Ver figura 7.



FIGURA 7. Automatización del sistema de bazo robot de tres ejes.

FUENTE: catalogo corporación KUKA robotics.

## **2.2.1.2. Tipos de procesos**

### **2.2.1.2.1. Procesos continuos**

Las operaciones continuas son aquellas en las que la materia prima, los productos intermedios y finales son fluidos y son procesados de manera continua por un largo período de tiempo, en ocasiones por años, sin paro alguno. En lugar de la tecnología de productos, la tecnología de procesos regularmente es la llave para el éxito de la economía. Ejemplo de este tipo de operaciones se encuentran en industrias como la química, la petrolera y la energética [2].

Véase la figura N° 8.

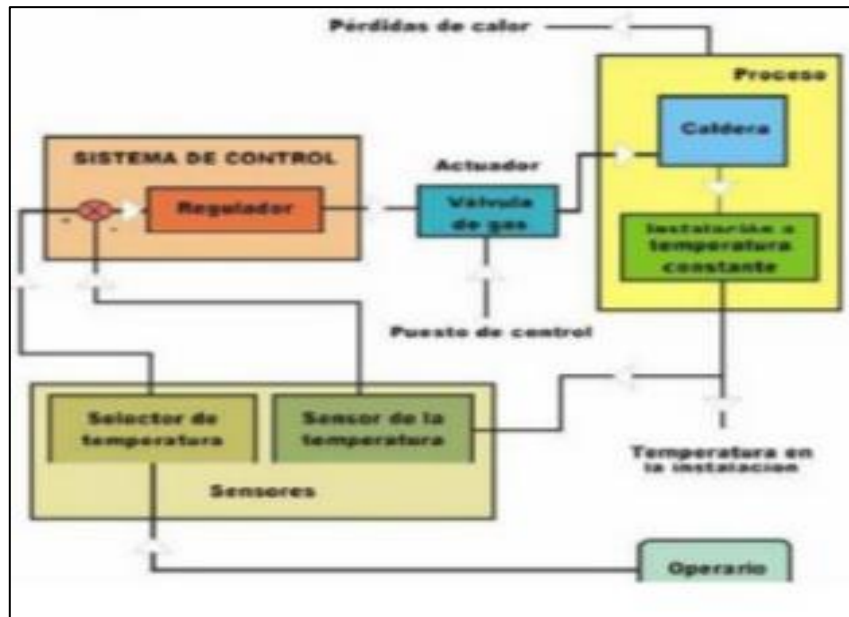


FIGURA 8. Proceso de sistema continuo.

FUENTE: <https://es.scribd.com/doc/97985152/Tipos-de-Procesos-Industriales>

### 2.2.1.2.2. Procesos discretos.

Las operaciones discretas son aquellas en las que se produce un producto a la vez, como los automóviles, barcos, etc. Estos procesos utilizan una línea de ensamblaje donde el producto puede permanecer de manera estacionaria con diferentes procesos en un mismo lugar. Los productos pueden ser fabricados uno a la vez o en grandes cantidades en una línea de producción masiva [2]. Véase la siguiente figura N°9.



FIGURA 9. Proceso de sistema continuo.

FUENTE: <http://blogs.lainformacion.com/futuretech/2013/09/09/maersk-cadena/>

### 2.2.1.2.2. Procesos batch

Con respecto a estos tipos de procesos se hacen referencia los determinados en los cuales la salida del proceso se lleva a cabo en forma de cantidades o lotes de material, como por ejemplo la fabricación de productos farmacéuticos [2]. Véase la siguiente figura 10.

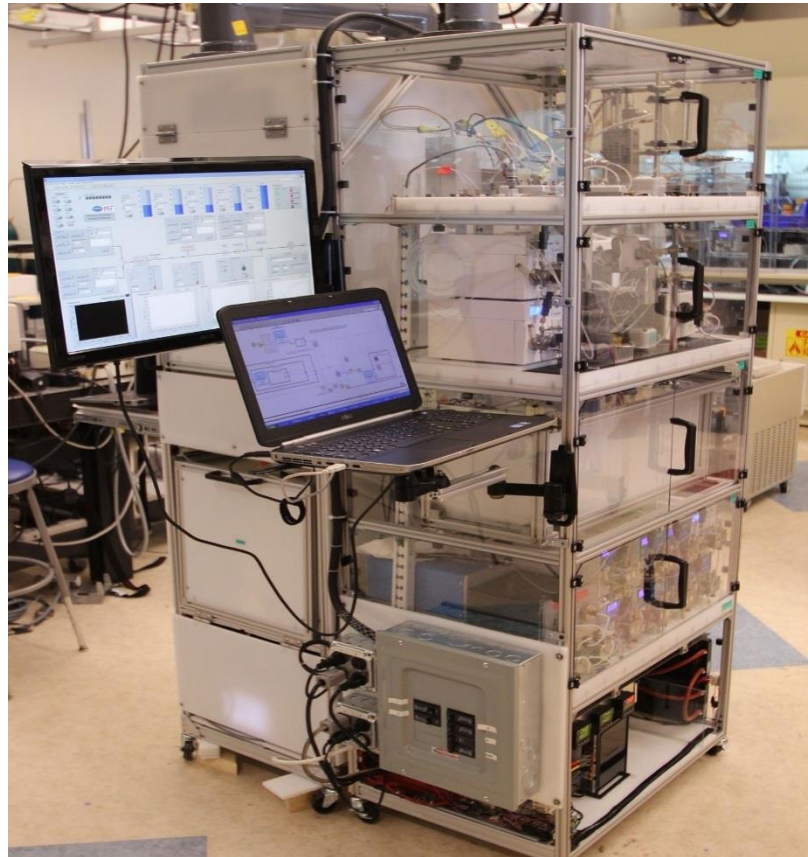


FIGURA 10. Proceso de sistema continuo.

FUENTE: [http://www.lespanol.com/ciencia/20160331/113738810\\_0.html](http://www.lespanol.com/ciencia/20160331/113738810_0.html)

## **2.2.2. Sistemas de sellado de escobillas para lavar ropa.**

### **2.2.2.1. Definición**

Los sistemas de sellado de escobillas para lavar ropa de forma térmica son aquellos procesos a los cuales para poder realizar la impregnación de lo que se requiera grabar se debe de aplicar una determinada temperatura y una determinada presión, con el fin de poder estampar el diseño de la marca o logotipo en el molde, ya sea de diferentes tipos o materiales los cuales pueden ser sellado de escobillas para lavar ropas en cuero, madera, superficies plásticas, etc.

### **2.2.2.2. Tipos**

Existen diferentes tipos y procesos de sellado de escobillas para lavar ropa pero los enfocados al sellado de escobillas para lavar ropa en madera se tiene los siguientes:

#### **2.2.2.2.1. Selladora neumática:**

Esta máquina se encarga de realizar el proceso de sellado de escobillas para lavar ropa de forma manual. Está diseñada para poder realizar el proceso de forma manual mediante la presión que se ejerce por medio de un cilindro neumático el cual es el que brinda la fuerza necesaria para poder presionar el sello en la madera [3]. Las características de esta máquina están indicadas de acuerdo a la siguiente figura N° 11.



FIGURA 11. Selladora neumática.

FUENTE: <http://www.apabsa.com/sellos/#formaContacto>.

Como se puede observar cuenta con un sistema neumático el cual es el encargado de generar la presión al molde. Véase la siguiente figura N°12.



FIGURA 12. Vista de perfil de la selladora neumática.

FUENTE: <http://www.apabsa.com/sellos/#formaContacto>



### **2.2.2.3. Equipos y materiales usados en las maquinas selladoras**

#### **2.2.2.3.1 Cilindro neumático**

Los cilindros neumáticos independientemente de su forma constructiva, representan los actuadores más comunes que se utilizan en los circuitos neumáticos. Existen dos tipos fundamentales de los cuales derivan construcciones especiales

- Cilindros de simple efecto, con una entrada de aire para producir una carrera de trabajo en un sentido.
- Cilindros de doble efecto, con dos entradas de aire para producir carreras de trabajo de salida y retroceso. Más adelante se describen una gama variada de cilindros con sus correspondientes símbolos [4].

#### **2.2.2.3.2. Cilindros de simple efecto**

Un cilindro de simple efecto desarrolla un trabajo sólo en un sentido. El émbolo se hace retornar por medio de un resorte interno o por algún otro medio externo como cargas, movimientos mecánicos, etc. Puede ser de tipo “normalmente dentro” o “normalmente fuera”.

Los cilindros de simple efecto se utilizan para sujetar, marcar, expulsar, etc. Tienen un consumo de aire algo más bajo que un cilindro de doble efecto de igual tamaño. Sin embargo, hay una reducción de impulso debida a la fuerza contraria del resorte, así que puede ser necesario un diámetro interno algo más grande para conseguir una misma fuerza. También la adecuación del resorte tiene como consecuencia una

longitud global más larga y una longitud de carrera limitada, debido a un espacio muerto [4]. Ver figura 13.

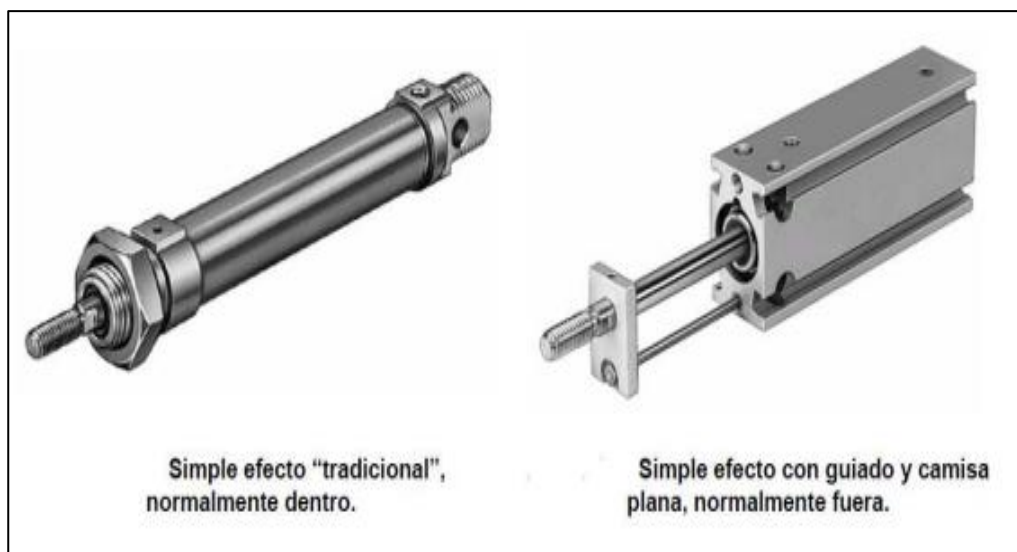


FIGURA 13. Cilindros neumáticos de simple efecto.

FUENTE: <http://es.slideshare.net/guionbajho/actuadores-neumaticos>.

### 2.2.2.3.3. Cilindros de doble efecto

Los cilindros de doble efecto son aquellos que realizan tanto su carrera de avance como la de retroceso por acción del aire comprimido. Su denominación se debe a que emplean las dos caras del émbolo (aire en ambas cámaras), por lo que estos componentes sí que pueden realizar trabajo en ambos sentidos. Sus componentes internos son prácticamente iguales a los de simple efecto, con pequeñas variaciones en su construcción. Algunas de las más notables las encontramos en la culata anterior, que ahora ha de tener un orificio roscado para poder realizar la inyección de aire comprimido (en la disposición de simple efecto este orificio no suele prestarse a ser conexionado, siendo su

función la comunicación con la atmósfera con el fin de que no se produzcan contrapresiones en el interior de la cámara.

El campo de aplicación de los cilindros de doble efecto es mucho más extenso que el de los de simple, incluso cuando no es necesaria la realización de esfuerzo en ambos sentidos. Esto es debido a que, por norma general (en función del tipo de válvula empleada para el control), los cilindros de doble efecto siempre contienen aire en una de sus dos cámaras, por lo que se asegura el posicionamiento. Para poder realizar un determinado movimiento (avance o retroceso) en un actuador de doble efecto, es preciso que entre las cámaras exista una diferencia de presión. Por norma general, cuando una de las cámaras recibe aire a presión, la otra está comunicada con la atmósfera, y viceversa. Este proceso de conmutación de aire entre cámaras nos ha de preocupar poco, puesto que es realizado automáticamente por la válvula de control asociada (disposiciones de 4 o 5 vías con 2 o 3 posiciones). En definitiva, podemos afirmar que los actuadores lineales de doble efecto son los componentes más habituales en el control neumático. Esto es debido ha:

- Se tiene la posibilidad de realizar trabajo en ambos sentidos (carreras de avance y retroceso).
- No se pierde fuerza en el accionamiento debido a la inexistencia de muelle en oposición.
- Para una misma longitud de cilindro, la carrera en doble efecto es mayor que en disposición de simple, al no existir volumen de alojamiento. No debemos olvidar que estos actuadores consumen prácticamente el doble que los de simple efecto, al necesitar inyección de aire comprimido para producir tanto la

carrera de avance como la de retroceso. También presentan un pequeño desfase entre fuerzas y velocidades en las carreras, aspecto que se detalla a continuación. Ver figura 14.

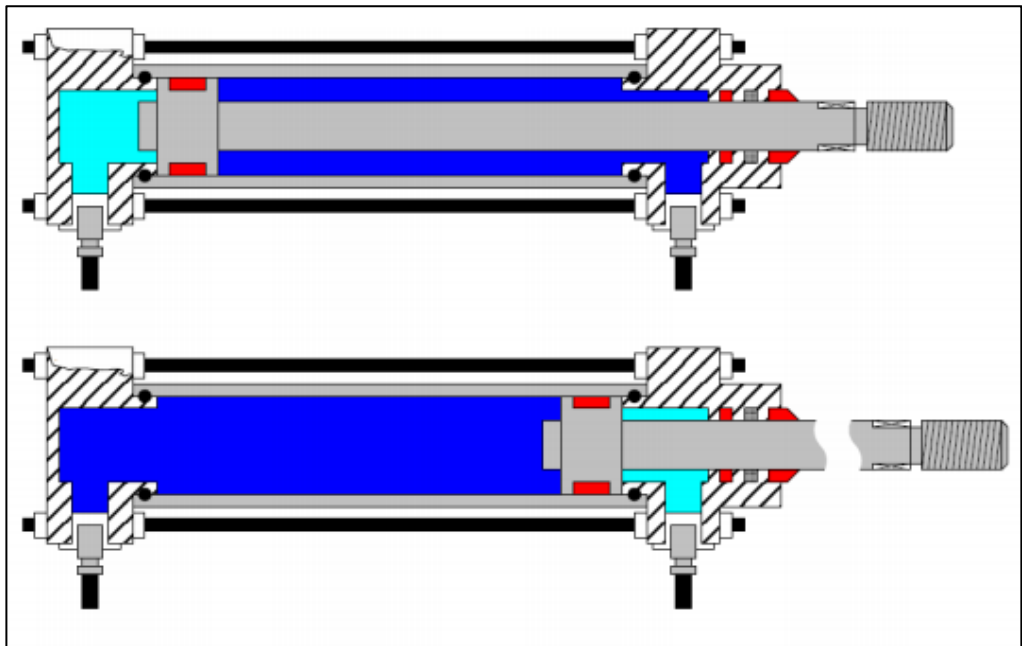


FIGURA 14. Cilindros neumáticos de doble efecto.

FUENTE: <http://circuitos-hidraulicos-y-neumaticos.blogspot.pe/p/21-produccion-y-distribucion-del-aire.html>.

#### 2.2.2.3.4. Válvulas

La función de las válvulas es permitir, orientar o detener un flujo de aire. Por distribuir el aire hacia los elementos de trabajo son conocidas también como válvulas distribuidoras. Constituyen los órganos de mando de un circuito. También son utilizadas en sus tamaños más pequeños como emisoras o captoras de señales para el mando de las válvulas principales del sistema, y aún en funciones de tratamiento de señales [2]. Dos de las características principales que posibilitan su clasificación son el número de vías y el número de posiciones, definidos a continuación. Vías: llamamos así al número de bocas de conexión del elemento de distribución. Pueden tenerse válvulas de 2, 3, 4, 5 o más

vías. No es posible un número de vías inferior a dos. Posiciones: se refiere al número de posiciones estables del elemento de distribución. Las válvulas más comunes tienen 2 o 3 posiciones, aunque algunos modelos particulares pueden tener más [5]. No es posible un número de posiciones inferior a dos. Véase figura 15 y 16.



FIGURA 15. Cilindros neumáticos de doble efecto.

FUENTE: <http://hortoparts.es/wp-content/uploads/2014/05/electrovalvulas.jpg>.

Tabla con la representación de válvulas de distribución.			
	<b>Válvula 2/2 normalmente cerrada</b>		<b>Válvula 3/3 con posición neutra normalmente cerrada</b>
	<b>Válvula 2/2 normalmente abierta</b>		<b>Válvula 4/3 con posición neutra normalmente cerrada</b>
	<b>Válvula 3/2 normalmente cerrada</b>		<b>Válvula 4/3 con posición neutra a escape</b>
	<b>Válvula 3/2 normalmente abierta</b>		<b>Válvula 5/2</b>
	<b>Válvula 4/2</b>		<b>Válvula 5/3 en posición normalmente cerrada</b>
	<b>Válvula 4/2 normalmente cerrada</b>		<b>Válvula 5/3 en posición normalmente abierta</b>

FIGURA 16. Cilindros neumáticos de doble efecto.

FUENTE: [http://educativa.catedu.es/44700165/aula/archivos/repositorio/1000/1108/html/4\\_elementos\\_de\\_control\\_mando\\_y\\_regulacin.html](http://educativa.catedu.es/44700165/aula/archivos/repositorio/1000/1108/html/4_elementos_de_control_mando_y_regulacin.html).

### 2.2.2.3.5. El contactor

Es un mecanismo cuya misión es la de cerrar unos contactos, para permitir el paso de la corriente a través de ellos. Esto ocurre cuando la bobina del contactor recibe corriente eléctrica, comportándose como electroimán y atrayendo dichos contactos.

Partes de que está compuesto:

- Contactos principales: 1-2, 3-4, 5-6.

Tienen por finalidad abrir o cerrar el circuito de fuerza o potencia.

- Contactos auxiliares: 13-14 (NO)

Se emplean en el circuito de mando o maniobras. Por este motivo soportarán menos intensidad que los principales. El contactor de la figura solo tiene uno que es normalmente abierto. - Circuito electromagnético: Consta de tres partes. 1.- El núcleo, en forma de E. Parte fija. 2.- La bobina: A1-A2. 3.- La armadura [6]. Parte móvil. Ver figura 17 y 18.

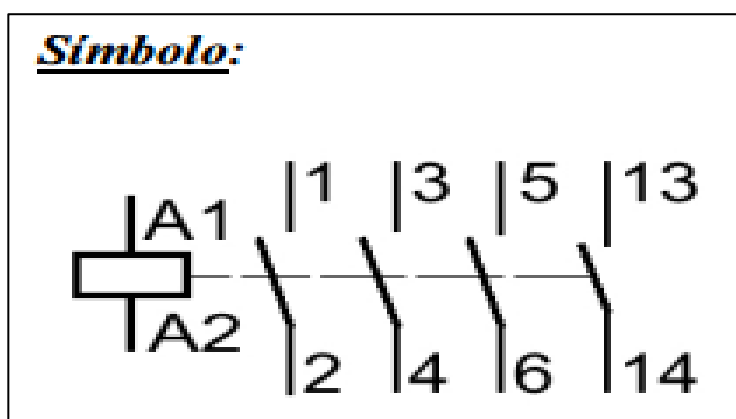


FIGURA 17. Simbología del contactor.

FUENTE: <http://www.areatecnologia.com/electricidad/contactor.html>.

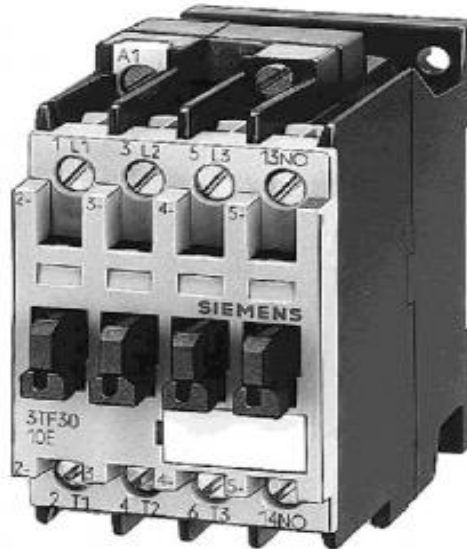


FIGURA 18. Esquema contactor.

FUENTE: <http://www.areatecnologia.com/electricidad/contactor.html>.

#### 2.2.2.3.6. Relé térmico

Está diseñado para la protección de motores contra sobrecargas, fallo de alguna fase y diferencias de carga entre fases. Para frecuencias de 50/60 Hz. El aparato incorpora dos contactos auxiliares, para su uso en el circuito de mando.

Dispone de un botón regulador-selector de la intensidad de protección. Además, incorpora un botón de prueba (STOP), y otro para RESET. Si el motor sufre una avería y se produce una sobre intensidad, unas bobinas calefactoras (resistencias arrolladas alrededor de un bi-metal), consiguen que una lámina bimetálica, constituida por dos metales de diferente coeficiente de dilatación, se deforme, desplazando en este movimiento una placa de fibra, hasta que se produce el cambio o conmutación de los contactos. El relé térmico actúa en el circuito de mando, con dos contactos auxiliares y en el circuito de potencia, a través de sus tres contactos principales. Ver figura 19.



FIGURA 19. Esquema de relé.

FUENTE: <http://www.tme.eu/es/details/3ru1136-4gb0/contactores-equipamiento-adicional/siemens/>

#### 2.2.2.3.7. Motor eléctrico

Un motor eléctrico es una maquina eléctrica que se encarga de transportar energía mecánica por medio de campos electromagnéticos variables. Estos son ampliamente utilizados en instalaciones industriales, comerciales y particulares. Pueden funcionar conectados a una red de suministros eléctrico o a baterías [7]. Ver figura 20.



FIGURA 20. Motor monofásico AC.

FUENTE: <http://www.tecnotrans.bonfiglioli.com/es-es/industrial/productos/motorreductores-y-reductores/>



### 2.2.2.3.7. Variador de velocidad

Los variadores de frecuencia son sistema utilizados para el control de la velocidad rotacional de un motor de corriente alterna. Un variador de frecuencia son vertientes de un variador de velocidad, ya que llevan un control de frecuencia de alimentación, la cual se suministra por un motor. Otra forma en que son conocidos los variadores de frecuencia son como Drivers ya sea de frecuencia ajustable (ADF) o de CA, VVVF (variador de voltaje variador de frecuencia), micro drivers o inversores; esto depende en gran parte del voltaje que se maneje [7]. Véase figura 21.

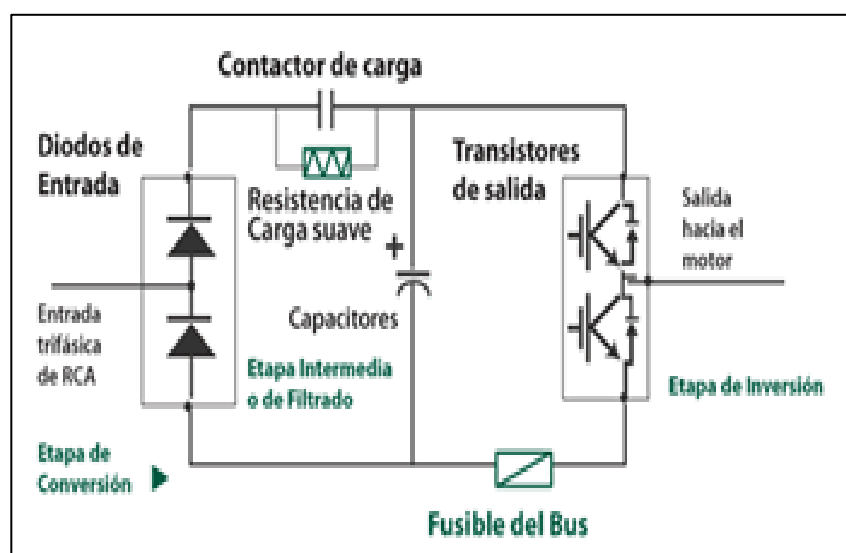


FIGURA 21. Esquema de circuito de un variador de velocidad.

FUENTE: <http://arayaingenieria.blogspot.pe/2011/02/respuestas-sobre-variadores-de.html>.

### 2.2.2.3.8. Bandas transportadoras

Las bandas y rodillos transportadores son elementos auxiliares de las instalaciones cuya misión es la de recibir un producto de forma más o menos continua y conducirlo a otro punto. Son aparatos que funcionan solos, intercalados en las líneas de proceso y que no requieren generalmente ningún operario que manipule directamente sobre ellos de forma continuada. Se han inventado muchas formas para el transporte

de materiales, materias primas, minerales y diversos productos, pero una de las más eficientes es el transporte por medio de bandas y rodillos transportadores, ya que estos elementos son de una gran sencillez de funcionamiento y una vez instalados en condiciones normales suelen dar pocos problemas mecánicos y de mantenimiento. Las cintas transportadoras se usan como componentes en la distribución y almacenaje automatizados. Combinados con equipos informatizados de manejo de palés, permiten una distribución minorista, mayorista y manufacturera más eficiente, permitiendo ahorrar mano de obra y transportar rápidamente grandes volúmenes en los procesos, lo que ahorra costes a las empresas que envía o reciben grandes cantidades, reduciendo además el espacio de almacenaje necesario [8]. Ver figura 22.

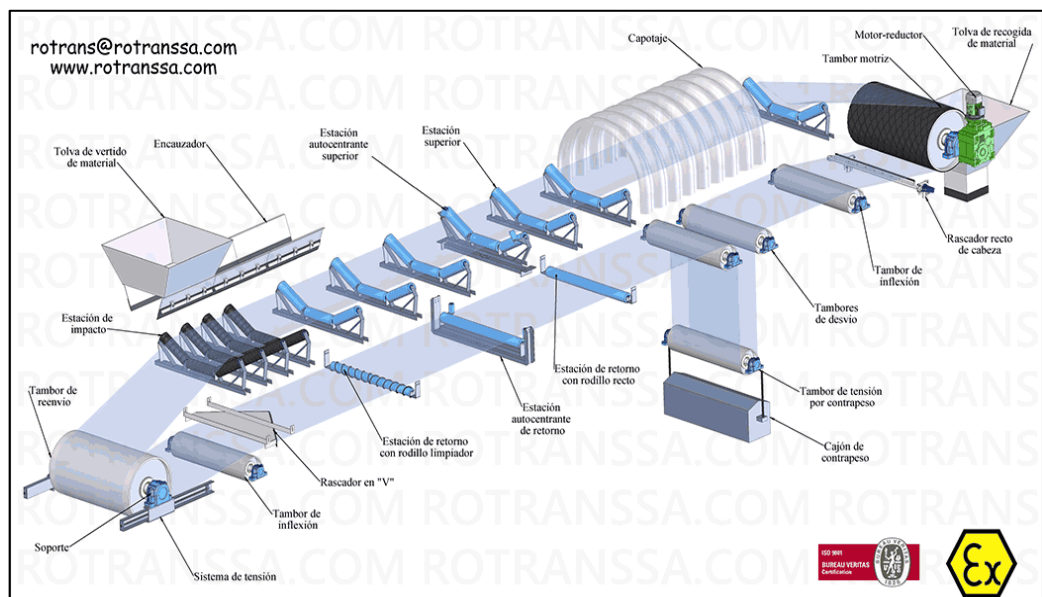


FIGURA 22. Esquema de la estructura de una banda transportadora.

FUENTE: [https://es.wikipedia.org/wiki/Cinta\\_transportadora](https://es.wikipedia.org/wiki/Cinta_transportadora).

### 2.2.2.3.9. Resistencias térmicas industriales

Las resistencias calentadoras convierten energía eléctrica en calor. Procedimiento descubierto por James Prescott Joule, el cual consiste en hacer circular corriente eléctrica a través de un conductor compuesto de una aleación, este libera calor por encontrar resistencia.

En la actualidad las resistencias calentadoras se utilizan para infinidad de aplicaciones. La gran mayoría de ellas son fabricadas con un alambre de una aleación de níquel (80%) y cromo (20%). Esta aleación soporta temperaturas muy altas ( $1000^{\circ}\text{C}$ ), es resistivo (condición necesaria para generar calor), es muy resistente a los impactos y es inoxidable. Ver figura 23.



FIGURA 23. Tipos de resistencias térmicas.

FUENTE: <http://www.diamoresa.com.ar/Blindadas.html>

### 2.2.2.3.10. Sensores

Un sensor o captador, es un dispositivo diseñado para recibir información de una magnitud del exterior y transformarla en otra magnitud, normalmente eléctrica, que seamos capaces de cuantificar y manipular.

Normalmente estos dispositivos se encuentran realizados mediante la utilización de componentes pasivos (resistencias variables, PTC, NTC, LDR, etc, todos aquellos componentes que varían su magnitud en función de alguna variable), y la utilización de componentes activos. Véase figura 24.



FIGURA 24. Sensores para equipos PLC SIEMENS.

FUENTE: <https://hi-techautomatizacion.com/sensores-fotoelectricos-miniatura-banner/>.

### 2.2.2.3.11. Pulsadores

Pulsador: Elemento que permite el paso o interrupción de la corriente mientras es accionado. Cuando ya no sea actúa sobre él vuelve a su posición de reposo. Puede ser el contacto normalmente cerrado en reposo NC, o con el contacto normalmente abierto NA. Consta del botón pulsador; una lámina conductora que establece contacto con los dos terminales al oprimir el botón y un muelle que hace recobrar a la lámina su posición primitiva al cesar la presión sobre el botón pulsador. Ver figura 25.

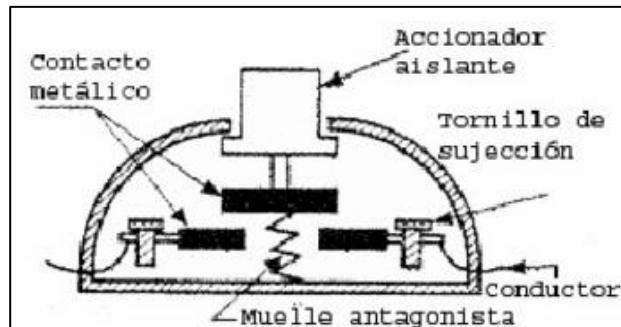


FIGURA 25. Esquema de pulsador.

FUENTE: <http://barnasoft.com/watios/pulsador.htm>.

### 2.2.2.3.12. Sellos de metal para madera

Estos tipos de sellos son diseñados para aguantar temperaturas que hacen hasta los 1000 °C dependiendo del tipo de material que se use para su elaboración, normalmente son diseñados usando bronce, latón, cobre o acero. Ver figura 26.



FIGURA 26. Sello de metal para madera.

FUENTE: <https://hiveminer.com/Tags/grabados,omella/Interesting>

## 2.2.3. PLC

### 2.2.3.1. Definición

Según la Asociación Nacional de Fabricantes Eléctricos de los Estados Unidos un PLC – Programmable Logic Controller (Controlador Lógico Programable) es un dispositivo digital electrónico con una memoria programable para el almacenamiento de instrucciones, permitiendo la implementación de funciones específicas como ser: lógicas, secuenciales, temporizadas, de conteo y aritméticas; con el objeto de controlar máquinas y procesos. También se puede definir como un equipo electrónico, el cual realiza la ejecución de un programa de forma cíclica. La ejecución del programa puede ser interrumpida momentáneamente para realizar otras tareas consideradas más prioritarias, pero el aspecto más importante es la garantía de ejecución completa del programa principal. [1]. Estos controladores son utilizados en ambientes industriales donde la decisión y la acción deben ser tomadas en forma muy rápida, para responder en tiempo real. Los PLC son utilizados donde se requieran tanto controles lógicos como secuenciales o ambos a la vez. Ver figura 27.



FIGURA 27. Equipo PLC siemens (circuito lógico programable).

FUENTE: <https://ramaucsa.wordpress.com/2011/01/31/concepto-plc-controlador-logico-programable/>.

### 2.2.3.2. Estructura interna del PLC

Estructura Interna Un PLC está compuesto netamente por dispositivos electrónicos cuya configuración se asemeja a la de un pequeño computador o procesador digital. La arquitectura interna del PLC se divide en cuatro grandes partes: CPU, Memoria, Puertos y Módulos. Véase la figura 28.

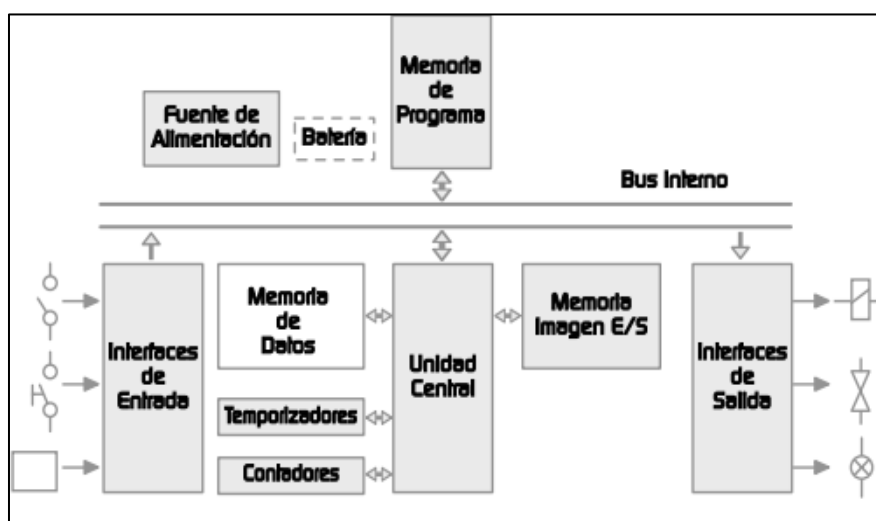


FIGURA 28. Divisiones de la Estructura interna del PLC.

FUENTE: <https://davidrojasticsplc.files.wordpress.com/2009/01/plc1s2.pdf>

#### 2.2.3.2.1. Unidad Central de Proceso – CPU

Lleva a cabo la mayoría de los procesos del sistema, su desempeño depende de una lista de ejecución que se provee, denominada programa. Los programas que se ejecutan son dos, el primero de autoconfiguración cuando el sistema arranca y el segundo de usuario, diseñado para una aplicación específica. Por lo general la CPU viene integrada en un chip semi-conductor caso en el cual recibe el nombre de micro-procesador.

Los principales componentes funcionales de la CPU son:

**La Unidad Lógica y Aritmética - ALU:** Realiza operaciones aritméticas como: suma, resta, multiplicación, comparación, desplazamiento, entre otras, y operaciones lógicas como: AND, OR, EXOR, NOT, entre otras.

**La Unidad de Control:** Se encarga de:

a) Sincronizar las tareas de la CPU, b) Determinar todas las rutas por las cuales fluirá la información a través de los buses, y c) Interpreta el programa. La Unidad de Control, tiene como salidas, centenares de líneas de selección, invasión y conmutación requeridas por los diferentes elementos de la CPU. Su función es habilitar los niveles lógicos adecuados a tiempos y secuencias precisos, con el fin de ejecutar una instrucción completa. La entrada de la Unidad de Control cuenta con un decodificador de instrucciones que recibe el código binario correspondiente a una instrucción de programa. La principal tarea de la Unidad de Control es leer secuencialmente los códigos de instrucción de la memoria del programa y hacer que el resto de la CPU ejecute dichas instrucciones.

**a) Lenguaje de Máquina:** El programa a ejecutar es recibido por la CPU en código binario o lenguaje de máquina.

**b) Banco de Registros:** Es una pequeña memoria interna de la CPU que almacena los datos temporales necesarios para la ejecución del programa.

**c) Buses:** Caminos por los cuales fluye la información hacia los distintos componentes de la CPU. Los Buses se clasifican en:

**d) Bus de Datos:** Canal que lleva y trae datos desde y hacia la memoria, los registros internos, la ALU y los puertos.



- e) **Bus de Direcciones:** Lleva valores de dirección hacia la memoria y el bus de direcciones externo.
- f) **Bus de Control:** Pone señales de control en los diversos bloques funcionales.

#### **2.2.3.2.2. Memoria Almacén de información del sistema**

Contiene datos numéricos en código binario y está dividida en posiciones de memoria, a cada una de las cuales le corresponde una dirección de memoria, cada posición de memoria es un arreglo de una determinada cantidad de bits (8 o 16 bits).

#### **2.2.3.2.3. Memorias de Solo Lectura**

Se utilizan para almacenar programas y datos constantes; La manera como están dispuestos los circuitos en la CPU determinan que solo se pueda leer su contenido. Existen Memorias de Solo Lectura de los siguientes tipos:

- a) Memoria de Solo Lectura - ROM (Read Only Memory): Son grabadas por el fabricante del chip y su información no puede ser alterada.
- b) Memoria de Solo Lectura Programable – PROM (Programmable Read Only Memory): Salen de la fábrica en blanco para ser programadas por el usuario por una sola vez.
- c) Memoria de Solo Lectura Programable y Borrable - EPROM (Erasable Programmable Read Only Memory): Se diferencia de las PROM en que pueden ser borradas y reprogramadas; generalmente el borrado se efectúa con radiación ultravioleta.

- d) Memoria de Solo Lectura Programable y Borrable Eléctricamente - EEPROM - (Electrically Erasable Programmable Read Only Memory): Estas memorias de solo lectura, no se extraen del circuito de aplicación para borrarlas y programarlas de nuevo, ellas pueden borrarse y grabarse en tarjeta, si la aplicación posee los circuitos apropiados, utilizando impulsos de voltaje adecuados.
- e) Memoria EPROM Rápidas - FLASH EPROM (Flash Erasable Programmable Read Only Memory): Son en la actualidad más utilizadas que las EEPROM por contar con mejores características de capacidad de almacenamiento y tiempo de acceso.

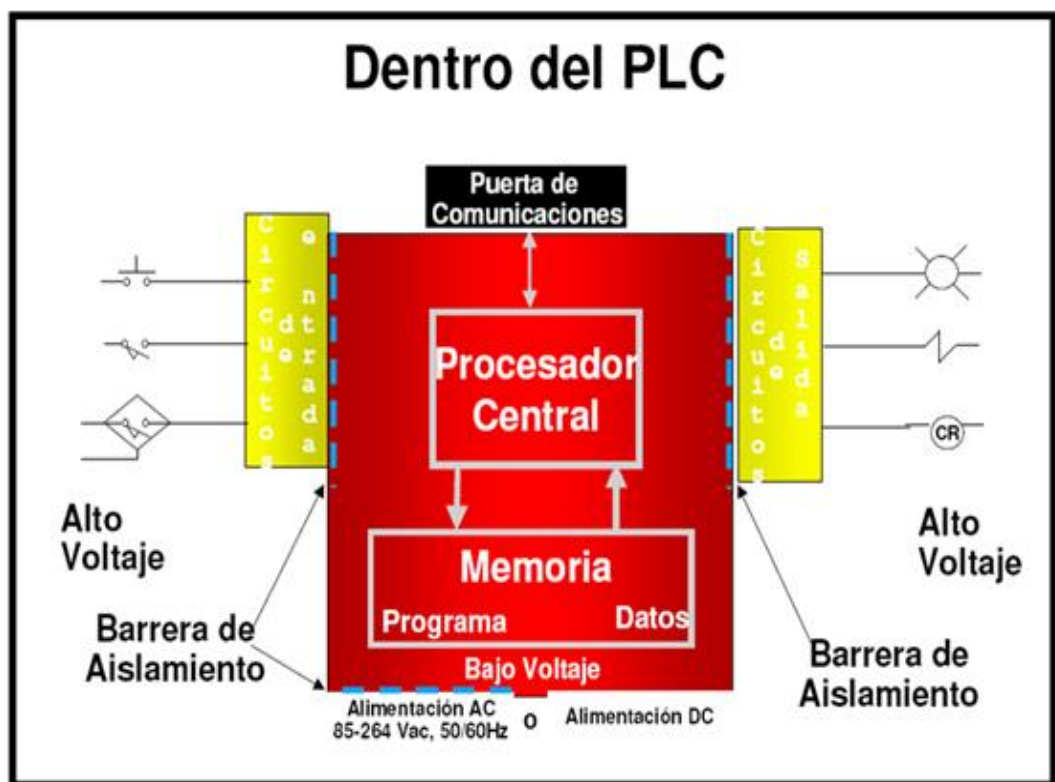


FIGURA 29. Estructura interna de PLC.

FUENTE: <http://www.monografias.com/trabajos75/controladores-programables/controladores-programables2.shtml>

## 2.3 Marco Conceptual

- ADF: drivers variador de frecuencia.
- Aleación: Producto homogéneo de propiedades metálicas, resultado de una aleación, que está constituido por dos o más elementos, de los cuales al menos uno es un metal.
- Conmutación: se define como el mecanismo que se encarga de hacer fluir o no la corriente eléctrica.
- Fotoeléctricos: Efecto causado por una substancia que libera electrones, cuando se somete a una radiación luminosa.
- Inyección: Acción que consiste en introducir un líquido o un gas a presión en el interior de un cuerpo.
- LDR: resistencia dependiendo a la luz, es un componente electrónico cuya resistencia disminuye con el aumento de intensidad de luz incidente.
- NA: normalmente abierto. Terminología utilizada para describir el estado de los switch.
- NC: normalmente cerrado. Terminología utilizada para describir el estado de los switch.
- NTC: coeficiente de temperatura negativa. Su funcionamiento se basa en la variación de la resistividad que presenta un semiconductor con la temperatura.

- Presión: Fuerza que ejerce un gas, un líquido o un sólido sobre una superficie.
- PTC: usado normalmente en tipos de sensores, indica coeficiente de temperatura positivo.
- Resistor: Es cualquier elemento localizado en el paso de la corriente eléctrica y que causa oposición a que esta fluya.
- Sensor capacitivo: reaccionan ante metales y no metales que al aproximarse a la superficie activa sobrepasan una determinada capacidad.
- Temporizador: Dispositivo eléctrico que regula de forma automática el encendido y el apagado de una máquina, un instrumento.
- VVVF: variador de voltaje variador de frecuencia.

### **CAPÍTULO III**

#### **DISEÑO DEL SISTEMA DE SELLADO TÉRMICO**

#### **3.1 ANÁLISIS DEL SISTEMA**

##### **3.1.1 Estructura de la máquina que se utiliza en la fábrica REY LEON.S.A.**

En el Perú el sistema de sellado de escobillas para lavar ropa que se viene utilizando para moldes de madera es del tipo mecánico el cual depende de un operario en constante labor, ya que para el sellado de escobillas para lavar ropa de cada molde se debe aplicar una fuerza, la cual permita que el metal caliente logre impregnar en la madera la marca del producto.

Las maquinas que se emplean para este proceso, están compuestas de piezas metálicas y sistemas mecánicos que puedan resistir temperaturas que llegan hasta los 600°C. Estas máquinas son diseñadas de fierro rectangular para la composición del esqueleto, cuenta también con un sistema de retorno de estado conformado por un resorte. Se muestra en la Figura N° 30 la máquina de sellado de escobillas para lavar ropa.



FIGURA 30. Máquina de sellado de escobillas para lavar ropa para molde de madera usada en la empresa REY LEÓN S.A.

FUENTE: Elaboración propia.

Con respecto al sistema térmico, se emplea resistencias térmicas tubulares o también resistencias tipo khantal, las cuales están compuestas de una aleación de metal de acuerdo al nivel de temperatura que se debe alcanzar, para estas máquinas se usa hilo calefactor envuelto sobre un alma de óxido de magnesio, el cual se encuentra recubierto por un tubo de acero inoxidable, calibrado y con superficies alisadas, soporta temperaturas máximas de hasta 800°C. Se observa en la figura N° 31 el tipo de resistencia térmica usada.



FIGURA 31. Resistencia térmica industrial.

FUENTE:<http://www.coreterm.net/productos/resistencias/resistencias-mosi2-1-900-%C2%BAc/>

Este tipo de resistencia se introduce en un molde metálico (el dimensionado varía dependiendo el tamaño del sello) conjuntamente con cerámicas de alta temperatura para mantener la resistencia en la parte central del molde, luego se coloca internamente y en la parte inferior una manta de cerámica la cual tiene una baja conductividad térmica y diseñada de fibra de vidrio, lo cual impide la propagación del calor en la base de metal. Sobre las paredes exteriores del molde metálico se coloca una ligera capa de micanita rígida, la cual es un aislante eléctrico resistente a altas temperaturas, su área de trabajo oscila entre los 550 a 800 grados centígrados. Con este material se aísla el molde metálico para evitar posibles descargas que se puedan generar debido a que la zona de trabajo está fabricada de metal. Véase figura N° 32 micanita en planchas.



FIGURA 32. Aislante térmico micanita.

FUENTE: <http://www.casaastri-sa.com.ar/aislantes.html>

Posteriormente se coloca a las dos salidas de la resistencia térmica las borneras de cerámica bipolar, en las cuales irán conectados los cables de níquel con aislamiento de silicona y fibra de vidrio de 4 mm, los cuales pueden soportar temperaturas máximas de 400°C y tensiones de servicio de 500 V.

Los conectores son forrados por sus extremos, utilizando “spaguetti” de fibra de vidrio y silicona, los cuales son aislantes eléctricos que sirven para recubrir conductores y soportan altas temperaturas. Una vez montada la estructura y los conectores se procede a colocar el regulador de temperatura.

Este tipo de reguladores se denomina termostato de capilar y bulbo, se caracteriza porque permite fraccionar el rango de la temperatura de las resistencias hacia un valor aproximado deseable, en este caso, para sellar maderas a una temperatura promedio de 600°C aproximadamente. Como se observa el regulador en la figura N° 33.



FIGURA 33. Regulador de resistencia térmica.

FUENTE:<http://www.resistencias-electricas.com/productos/control-temperatura/termostatos-y-reguladores-de-temperatura/>

Posterior a ello se conecta un switch termo-magnético el cual sirve de interruptor para el paso de corriente, en caso de sobrecarga se apaga automáticamente.

Una vez logrado la instalación del sistema mecánico se procede a colocar el sello en la parte superior del molde de metal, el cual debe estar centrado para que el vástago que se encuentra en la parte superior pueda incidir en la parte central



del sello y así permita distribuir la fuerza por todos los bordes del sello y se pueda lograr un sellado uniforme y legible. Véase proceso de sellada figura N° 34.



FIGURA 34. Proceso de sellado de escobillas para lavar ropa vástago realiza el presionado de la madera al sello.

FUENTE: Elaboración propia.

En la siguiente figura se muestra como queda el sellado después de que se realizó el impregnado de la marca en la madera, este tipo de sellados es constante y no se quita con el agua. Véase figura N° 35.



FIGURA 35. Resultado final del sellado de escobillas para lavar ropa la marca queda impregnada en la madera.

FUENTE: Elaboración propia.

Este proyecto de ingeniería, presenta el diseño de un sistema automatizado para el sellado de escobillas para lavar ropa, que no requiera de un operario permanente en el sellado de cada molde, evitando el contacto directo con el calor que genera el uso de resistencias térmicas industriales. Para ello, se plantea diseñar un bloque para el almacenamiento de moldes de madera ubicado lateralmente a la banda transportadora de tal forma que sean trasladados mediante el uso de un vástago, para esto se deberá emplear el uso de sensores que se encarguen de poder establecer los tiempos de espera para que el vástago pueda realizar la función de traslado de los moldes. Por lo anterior, se vio la necesidad de emplear un sensor detector de metales y un sensor detector de madera. El primero será el encargado de que cada casillero de la banda transportadora se ubique correctamente para que los moldes encajen en cada ranura; el segundo se encargará de hacer la detección de cada casillero, así como para asegurar que se transporte madera y que la banda transportadora no gire en vano. Posterior a ello se tendrá como detector, al extremo de la banda, otro sensor detector de madera, para que los moldes se detengan en la parte central del sello, activando el cilindro neumático. Cuyo vástago empujará el sello sobre el molde de madera para poder impregnar la marca, terminado este proceso se deberá de recoger el vástago y retomar el proceso para el siguiente molde. La resistencia del sello térmico que se empleará tendrá una relativa semejanza con el sello térmico que se viene utilizando puesto que por seguridad debe de tener sus correspondientes aisladores y disipadores de calor. Para poder controlar la temperatura de proceso, la resistencia tendrá adherido un sensor de temperatura para poder programar en el PLC la temperatura ideal para el proceso de sellado de escobillas para lavar ropa y no sobrepase su temperatura máxima, evitando que llegue a fundirse el conductor interno.

### 3.1.2 comparación del sistema de sellado con otras máquinas industriales.



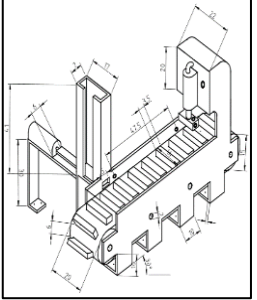
El diseño que se plantea permitirá realizar el sellado de forma autónoma; lo que no se viene realizando hasta el momento en el mercado nacional, es por ello que generaría una ventaja competitiva para la empresa REY LEON S.A. así mismo aumentara la velocidad de sellado, reduciendo el tiempo de este proceso hasta en un 50%. Cabe recalcar que la empresa REY LEON S.A. en una MYPE, y que la automatización de los procesos en la fabricación de escobillas para lavar ropa representaría aumentar su producción y mejorar la calidad de sus productos, actualmente ya cuenta con máquinas industriales que realizan el proceso de engrampado de las cerdas (material de plástico echo de polipropileno). Y el proceso que falta automatizar es el de la impregnación de la marca en los moldes de madera. Véase figura N° 36 que muestra estructura física y tabla 3.1 la cual muestra las comparaciones de las maquinas actuales usadas en la industria.



FIGURA 36: izquierda la maquina tiene el sellador en la parte inferior, mientras que a la derecha se observa que la maquina lleva el sellador en la parte superior.

FUENTE: Elaboración propia.

TABLA 3 1: Comparación entre las maquinas industriales de sellado de moldes

Tipo de maquina	Velocidad de sellado// aprox	Observaciones	Grafica
Maquina mecánica convencional	un molde cada 10 seg	Este tipo de maquina ocupa mayor espacio debido a la estructura metálica y al calor que se genera en la resistencia térmica, adicional a ello el usuario está más en contacto con el sello, esto aumenta el riesgo de posibles accidentes.	
Estación de sellado H.T	un molde cada 8 seg	Este tipo de maquina ocupa menor espacio, solo dispone de un pedal que impulsa un cilindro neumático el cual ejerce presión para el sellado, a diferencia de costo duplica a la maquina selladora mecánica convencional, en este tipo de máquinas también se está en contacto directo con la resistencia térmica, es por ello que también hay riesgo de accidentes.	
Sellador planteado en el diseño	un molde cada 4 seg	Esta máquina ocuparía un espacio fijo, debido a la estructura que presenta, sería más eficiente, no hay contacto directo con la resistencia térmica, esto reduce los riesgos de accidentes, además solo se requiere poner los moldes en el almacenamiento, la maquina haría el proceso de sellado de forma autónoma.	

FUENTE: Elaboración propia.

## 3.2 DISEÑO DEL SISTEMA

### 3.2.1 Diseño mecánico

Para este proceso se planteó realizar la sub-división del diseño de la estructura mecánica en tres partes:

#### 3.2.1.1. Proceso de abastecimiento

Para este proceso se cuenta con una estructura metálica en el cual se almacenan los moldes de madera en promedio de cuarenta unidades según las características de los moldes de madera que tienen un dimensionado de 2 cm, aproximadamente. Este proceso cuenta con un cilindro neumático, el cual está regulado para poder transferir cada molde a la faja transportadora y cuenta adicionalmente con un sensor de madera incorporado a 3cm de la parte inferior el cual se encarga de indicar si hay bloques disponibles. Véase la siguiente figura N° 37 la cual describe la estructura metálica con el cilindro incorporado.

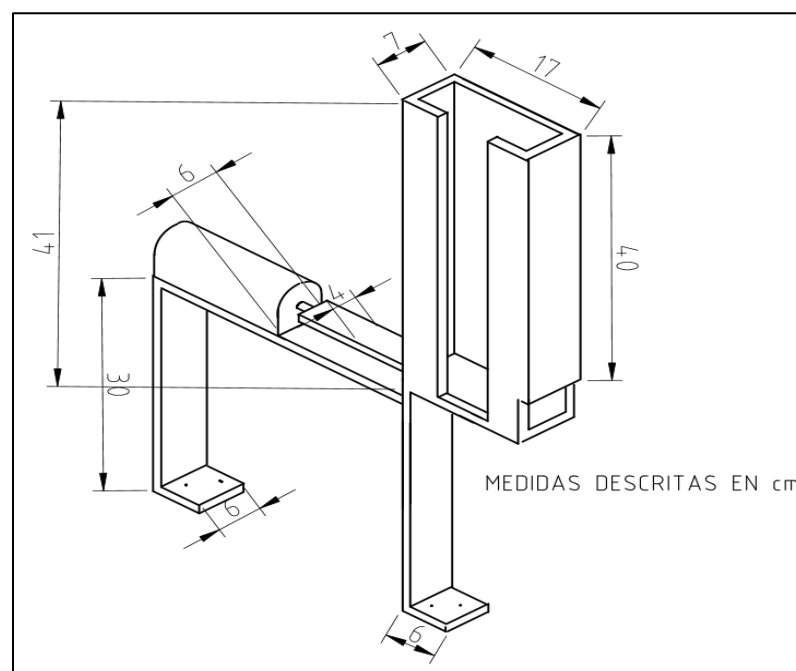


FIGURA 37. Diseño de la estructura de abastecimiento.

FUENTE: Elaboración propia.

### **3.2.1.2. Proceso de transporte**

Este proceso se encarga de realizar el desplazamiento de los moldes mediante una faja transportadora que internamente contará con cuatro rodillos de transporte y en la parte superior, separadores de moldes, esto facilitará que los moldes de madera que son colocados mediante el proceso de abastecimiento descrito anteriormente permanezcan en una sola posición, debido al movimiento de la faja transportadora la cual será regulada a una determinada velocidad por un motor-reductor, que tiene integrado un variador de frecuencia.

Este proceso se caracteriza netamente porque para su transporte se verá condicionado por dos sensores, el primero que detectará los separadores de moldes, generando un retardo de tiempo de tres segundos para que el proceso de abastecimiento inserte moldes hacia la faja transportadora y el segundo sensor que será de madera detectara su tramo cuando este esté en la dirección del proceso de sellado de escobillas para lavar ropa el cual también hará que la faja transportadora se detenga durante tres segundos para su sellado de escobillas para lavar ropa.

Los dos sensores tendrán una separación de 47.5 cm, distancia medida específicamente para que el proceso se pueda dar de la forma más óptima debido a que en esta distancia se equidista el proceso de abastecimiento y el de sellado de escobillas para lavar ropa. Véase la figura N° 38

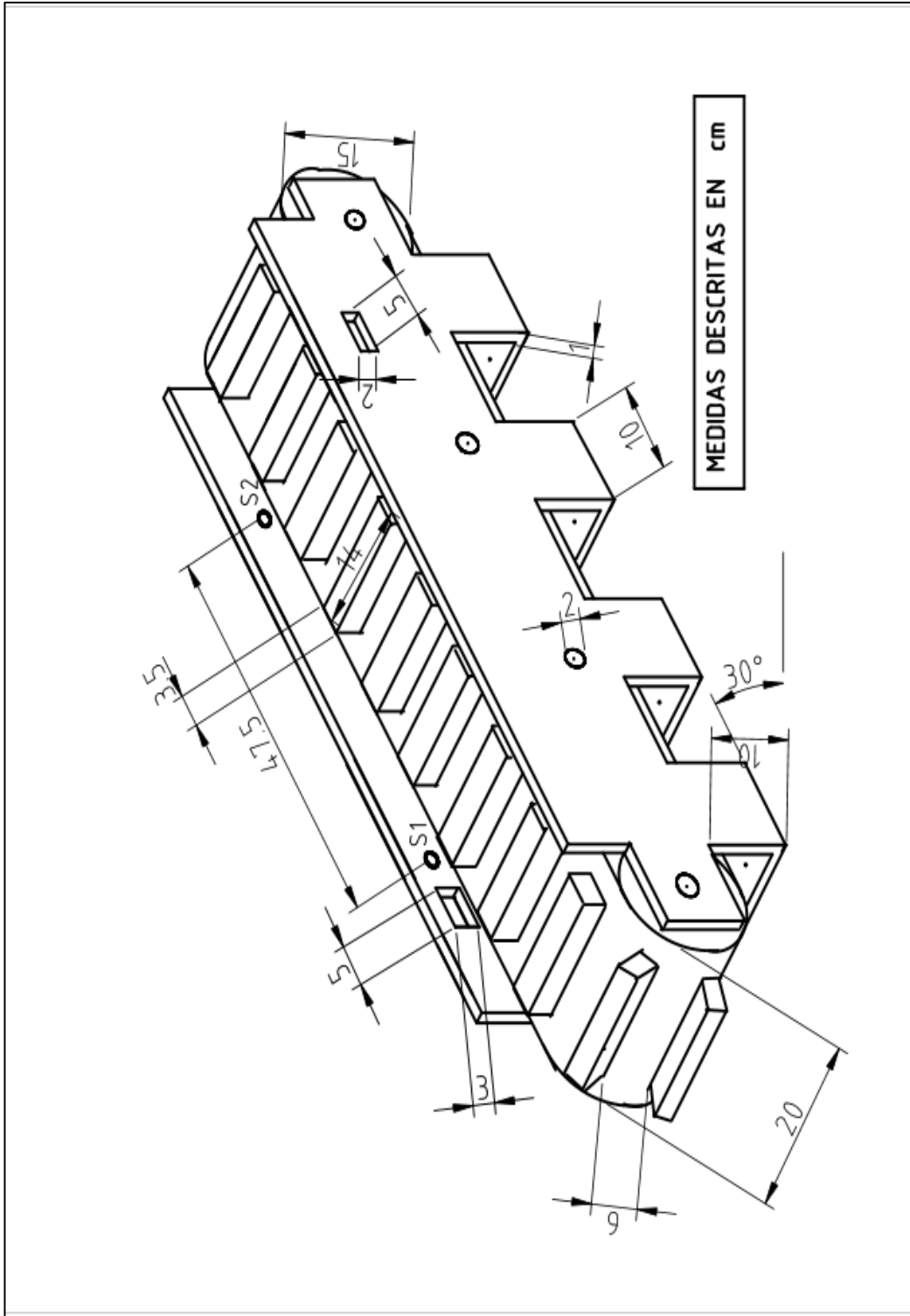


FIGURA 38. Diseño de la estructura de transporte.

FUENTE: Elaboración propia.

### 3.2.1.3. Proceso de sellado de moldes de escobillas

Este proceso se caracteriza por estar compuesto de una resistencia térmica un sensor de temperatura que va brindando los valores que genera la resistencia al calentar y un cilindro neumático que se encargará de realizar el proceso de sellado de escobillas para lavar ropa, para esto se deberá de incorporar este bloque hacia la faja transportadora. Véase la figura N°39.

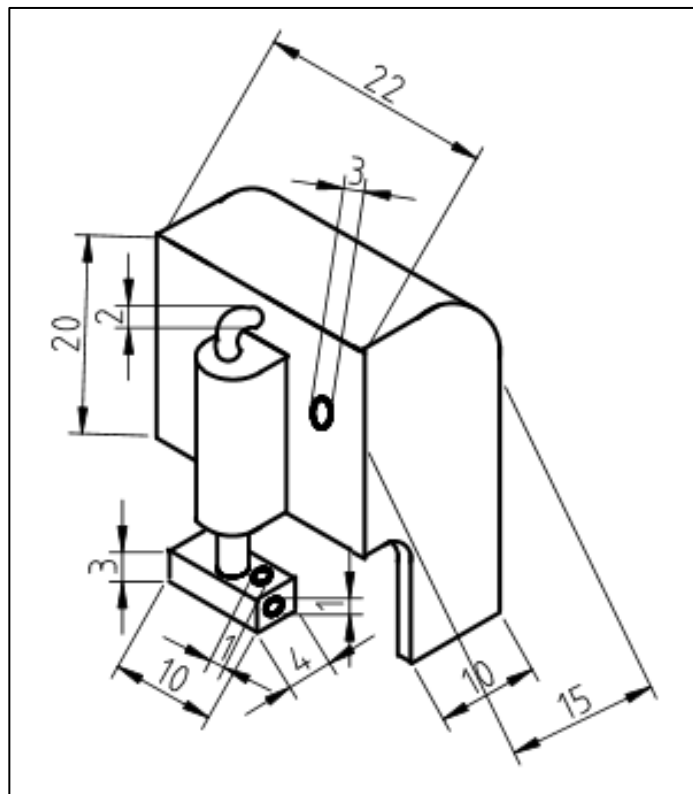


FIGURA 39. Diseño de la estructura de sellado.

FUENTE: Elaboración propia.



### 3.2.1.4. Base de soporte de la estructura

También se procedió a diseñar el soporte de la estructura para que pueda funcionar a un nivel factible y adecuado para que el personal encargado lo pueda utilizar sin ningún inconveniente. Ver figura N°40.

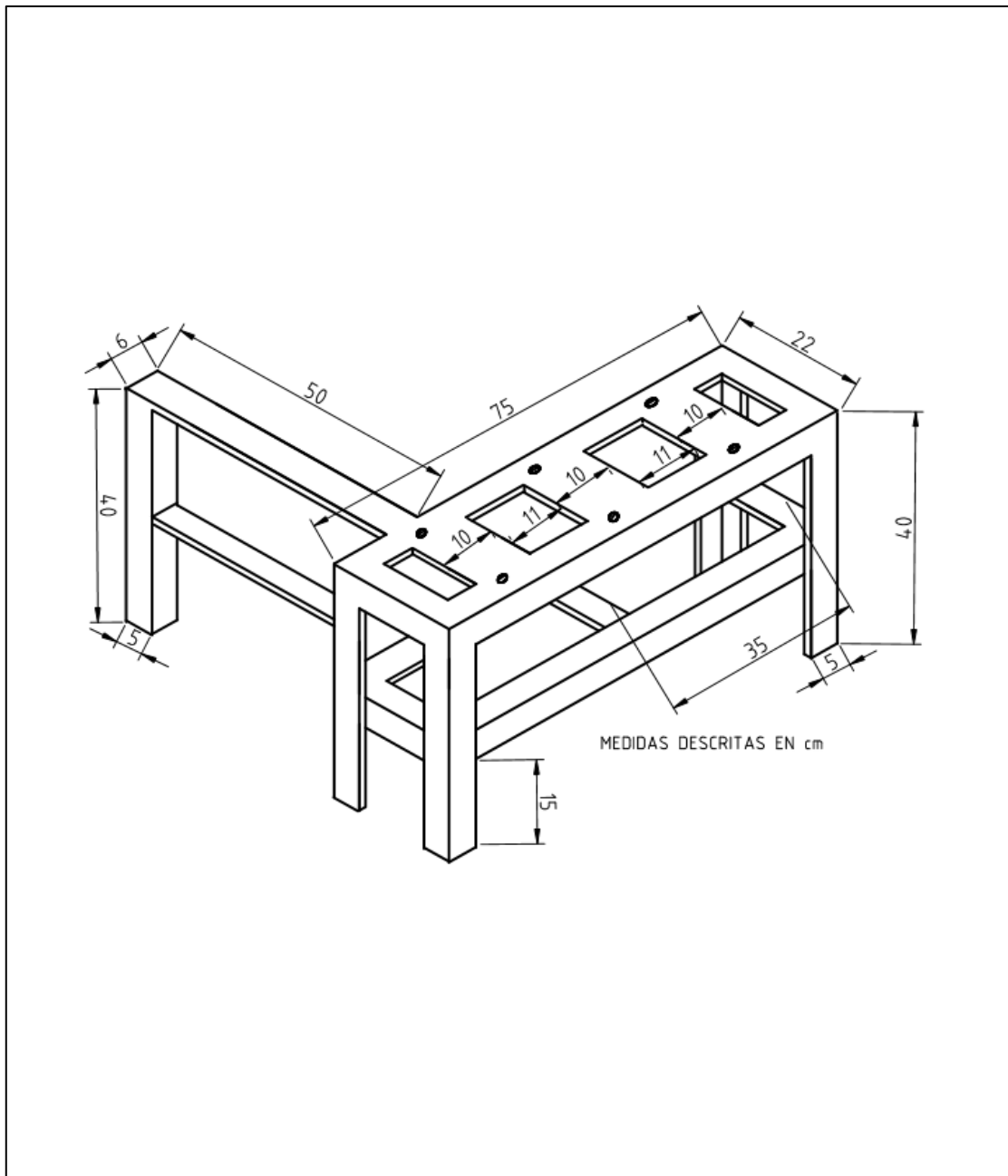
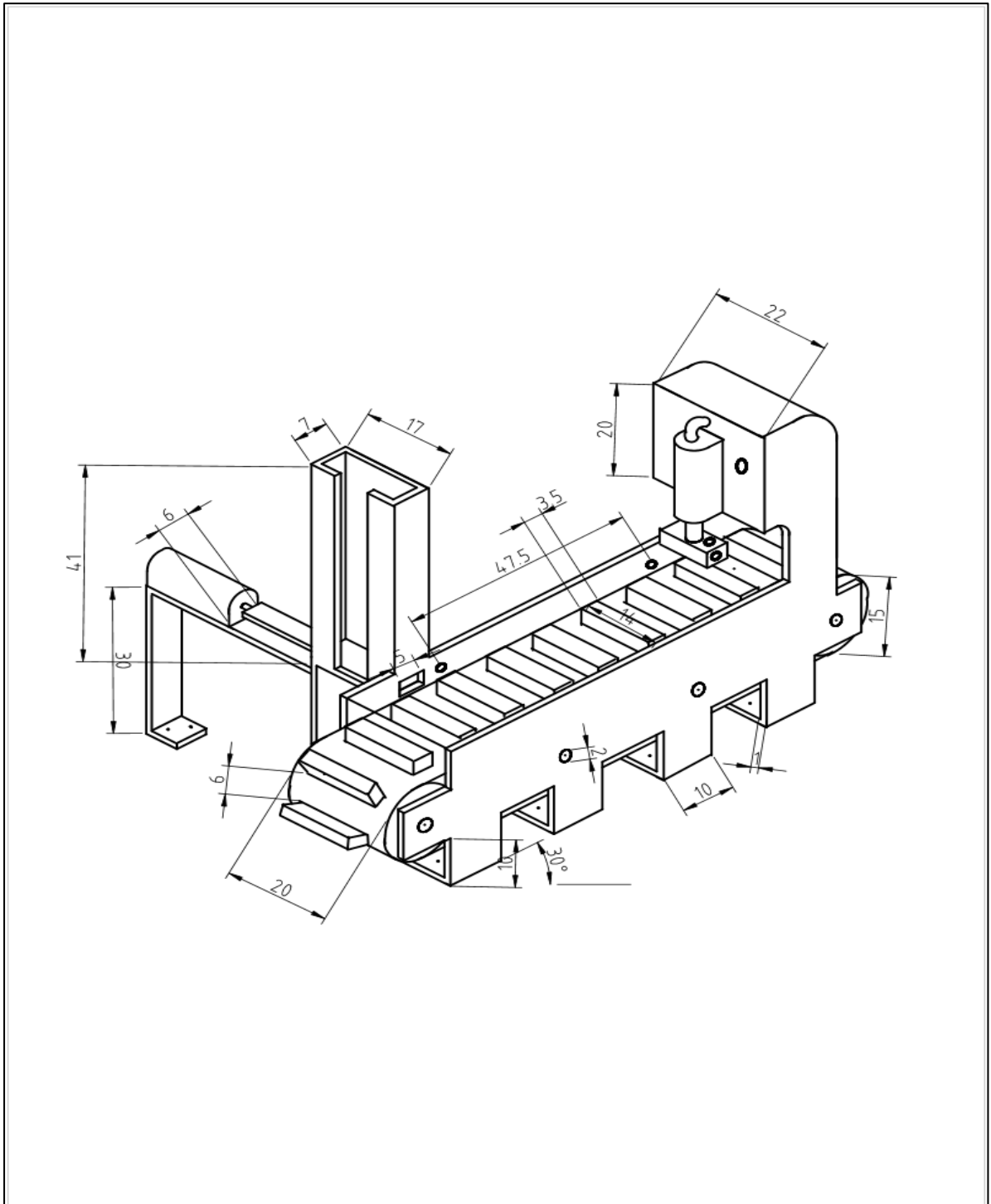


FIGURA 40. Diseño de la estructura de soporte.

FUENTE: Elaboración propia.

Al final se genera la integración de los tres procesos mecánicos generándose la estructura completa, la cual se queda descrita como se verifica en la siguiente figura N°41.



La medida esta descrita en cm

FIGURA 41. Diseño de la estructura final.

FUENTE: Elaboración propia.

### 3.2.1.5. Sistema neumático:

Para este sistema se contará con dos cilindros neumáticos de simple efecto, el primero se encargará de colocar los moldes de madera a la faja transportadora y el segundo se encargará del sellado de escobillas para lavar ropa. Adicionalmente para su funcionamiento se implementará sistema de dos válvulas de 3/2 normalmente abiertas las cuales irán conectadas cada una a una válvula de retención del acelerador, el cual se utilizará para reducir el impacto de aire a la salida. Véase la estructura en la figura 42.

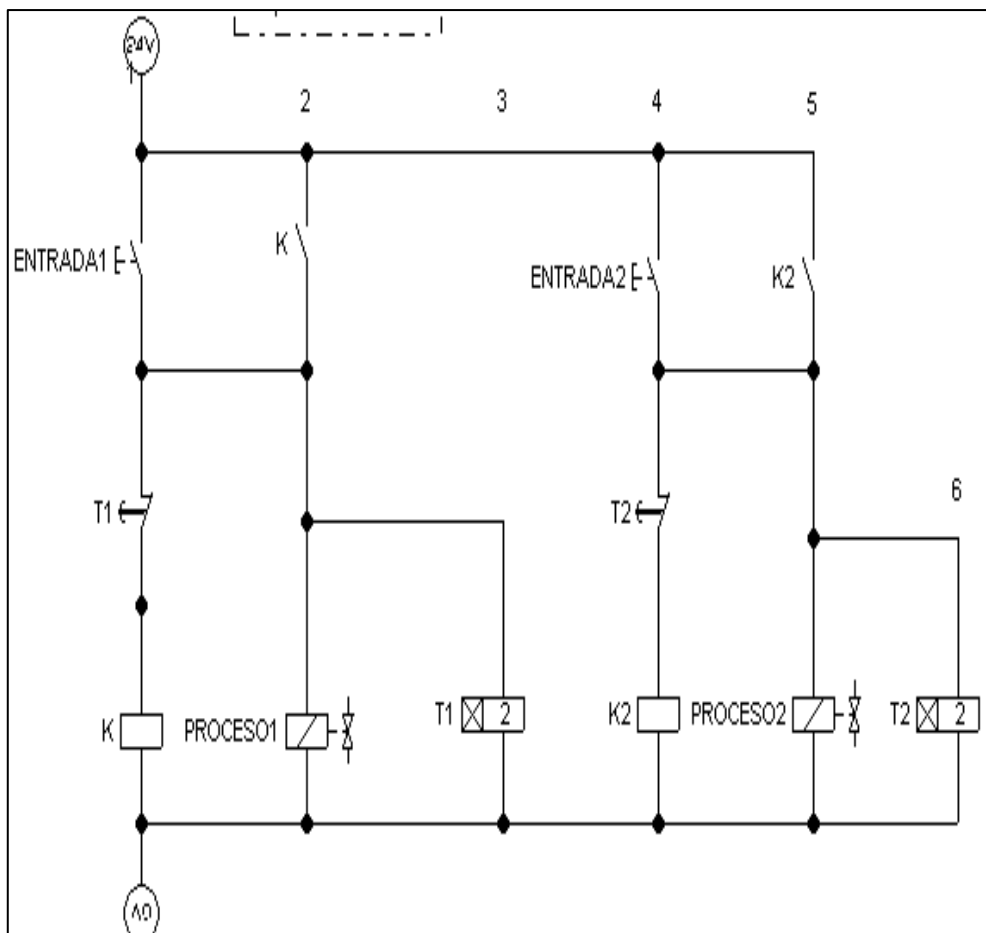


FIGURA 42. Bosquejo del proceso mediante diagrama de contactos

FUENTE: Elaboración propia.

Representación del esquema neumático y sus conexiones que se deberán de realizar para su instalación. Véase figura 43.

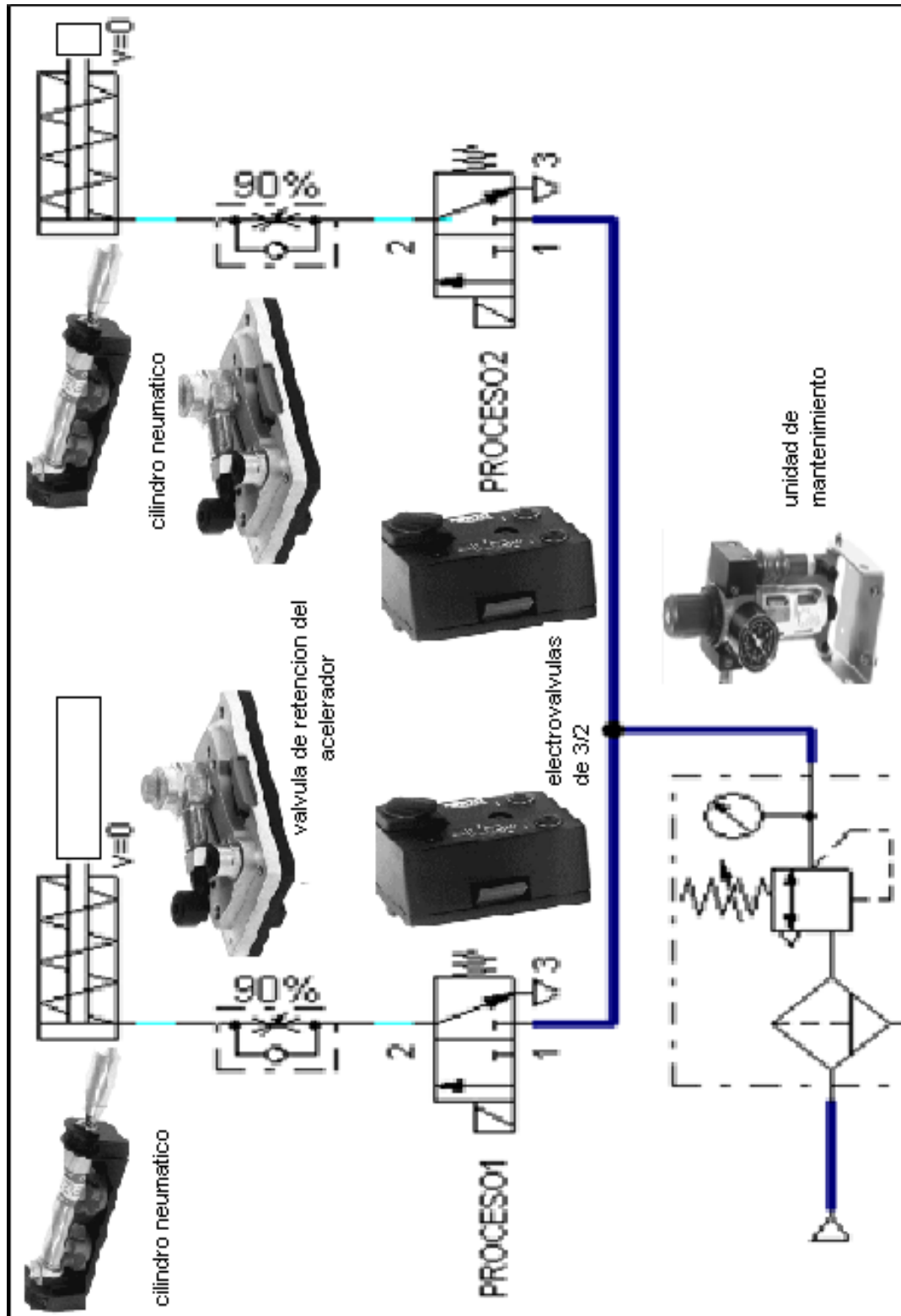


FIGURA 43. Diseño de la estructura neumática para la sellado de escobillas para lavar ropa.

FUENTE: Elaboración propia.

**3.2.1.6. Cálculo de la presión del cilindro de sellado para moldes de madera:**

Para este diseño se tomará como fuerza necesaria un promedio de 400 N para poder lograr el sellado de escobillas para lavar ropa, adicionalmente cuenta con un muelle con una fuerza de 50N de retorno, esta medida se corrobora con respecto a datos experimentales, siguiendo el proceso de sellado de escobillas para lavar ropa que se viene realizando actualmente, a base de la fórmula N° 1:

$$F = P \times S \dots\dots\dots (1)$$

Datos:

**F:** fuerza en newton.

**P:** presión en barómetros.

**S:** área de la superficie en metros.

Se requiere que la efectividad sea a un 85% del cálculo teórico.

Se utiliza una regla de tres simple:

$$400 \text{ ----- } 0.85$$

$$X \text{ ----- } 1$$

$$X = 470.588 \text{ --- } F1$$

$$F1 + 50 = 470.588 + 50 = P \times S = P \times (\pi(4(10^{-2}))^2)$$

$$P = \frac{\frac{400}{0.85} + 50}{\pi \times 0.04^2}$$

$$P = 1.036 \times 10^5 \text{ N/m}^2$$

Se calcula que el diámetro es de 4 cm y va a trabajar con una eficiencia del 85% y tiene un retorno de 50 N y se desea obtener una fuerza de 400N.

### 3.2.1.7. Cálculo de la presión del cilindro de abastecimiento:

Para este diseño se tomara como fuerza necesaria un promedio de 200 N de fuerza para poder lograr el sellado de escobillas para lavar ropa, adicionalmente cuenta con un muelle con una fuerza de 50N de retorno, esta medida se propone como diseño. Se realiza el cálculo basándose en la fórmula N° 1:

$$F = P \times S$$

Se requiere que la efectividad sea a un 85% del cálculo teórico.

Se utiliza una regla de tres simple:

$$200 \text{ ----- } 0.85$$

$$X \text{ ----- } 1$$

$$X = 235.294 \text{ ----- } F1$$

$$F1 + 50 = 235.294 + 50 = P \times S = P \times (\pi(4(10^{-2}))^2)$$

$$P = \frac{\frac{200}{0.85} + 50}{\pi \times 0.04^2}$$

$$P = 0.5678 \times 10^5 \text{ N/m}^2$$

Se calcula que el diámetro es de 4 cm y va a trabajar con una eficiencia del 85% y tiene un retorno de 50 N y se desea obtener una fuerza de 200N.

De los cálculos realizados anteriormente se completa la tabla siguiente en la cual especifica los valores necesarios que deberán cumplir los cilindros que se van a utilizar. Véase la tabla 3.2 de características técnicas.

TABLA 3 2: Características requeridas en los cilindros neumáticos.

	tipos	Fuerza (N)	Presión ( $N/m^2$ )	Longitud del Vástago (cm)
<b>cilindro de sellado de escobillas para lavar ropa</b>	Simple efecto	400	$1.036 \times 10^5$	15
<b>cilindro de abastecimiento</b>	Simple efecto	200	$0.5678 \times 10^5$	18

FUENTE: elaboración propia.

### 3.2.2. Diseño eléctrico:

Para este diseño se incorporará el sistema de potencia del motor que se encarga del funcionamiento de la banda transportadora. Véase la figura N°44.

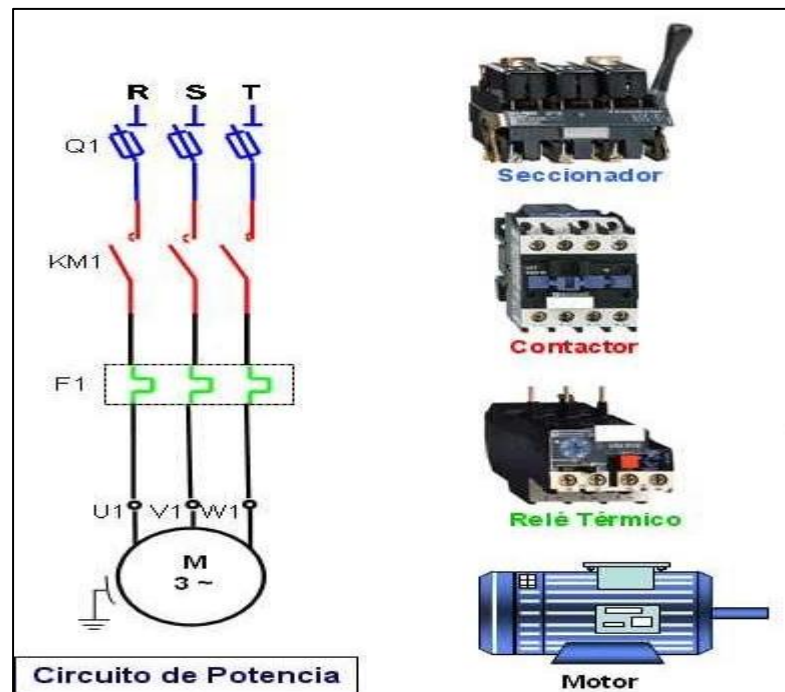


FIGURA 44. Diagrama de potencia del motor.

FUENTE: <http://electricidad-ibf.blogspot.pe/p/control-y-diseno.html>

#### 3.2.2.1. Especificaciones del motor para fajas transportadoras

Se toma como referencia al motor reductor usado en la elaboración de las fajas transportadoras de botellas. En los cuales se observa los beneficios de la combinación de SIMOGEAR con SIMAMICS G110M. Véase la siguiente tabla 3.3.

**Motor con variador de frecuencia integrado.**

- Rápido y fácil arranque – aún en sitio
- Versatilidad y máxima flexibilidad
- Diseño compacto
- Funciones de seguridad integradas
- Comunicaciones integradas
- Soporte a Totally Integrated Automation

TABLA 3 3. Especificaciones técnicas del motor.

Datos técnicos	
Voltaje / frecuencia	3-fases 380 – 500 V -10% +6% con 50/60 Hz +/-5%
Rango de potencia	0,37 – 4kW
Clase de protección	hasta IP66
Temperatura ambiente	-10°C a 40°C sin reducción / hasta 55°C con reducción
EMC	De acuerdo a IEC 61800-3, categoría 2
Estándares	CE, UL, cUL, c-Tick
Tecnología de seguridad	STO de acuerdo a IEC 61508 SIL2, ISO 13849 PLd,
Comunicación	USS, Modbus, PROFIBUS, PROFINET, Ethernet IP
Procedimiento de reglamentación	U/f, SLVC
Funciones	Quick Stop, función de interruptor de limite, funciones libres de bloques (función SPS)
Frenado	Resistencia de frenado integrada (opcional), freno de detención, software de frenado
Configuraciones en la orden	Convertidor disponible para instalación independiente o como una unidad completa de accionamiento con

FUENTE: <http://www.industry.siemens.com/drives/global/en/geared-motor/simogear/simogear-sinamics-g110m/pages/default.aspx>.



### 3.2.3. Diseño electrónico:

En este diseño se indicará los sensores conectados y las luces informativas para una mejor comprensión del sistema a diseñar para ello se indicaran las entradas y salidas. Véase la siguiente figura N°45.

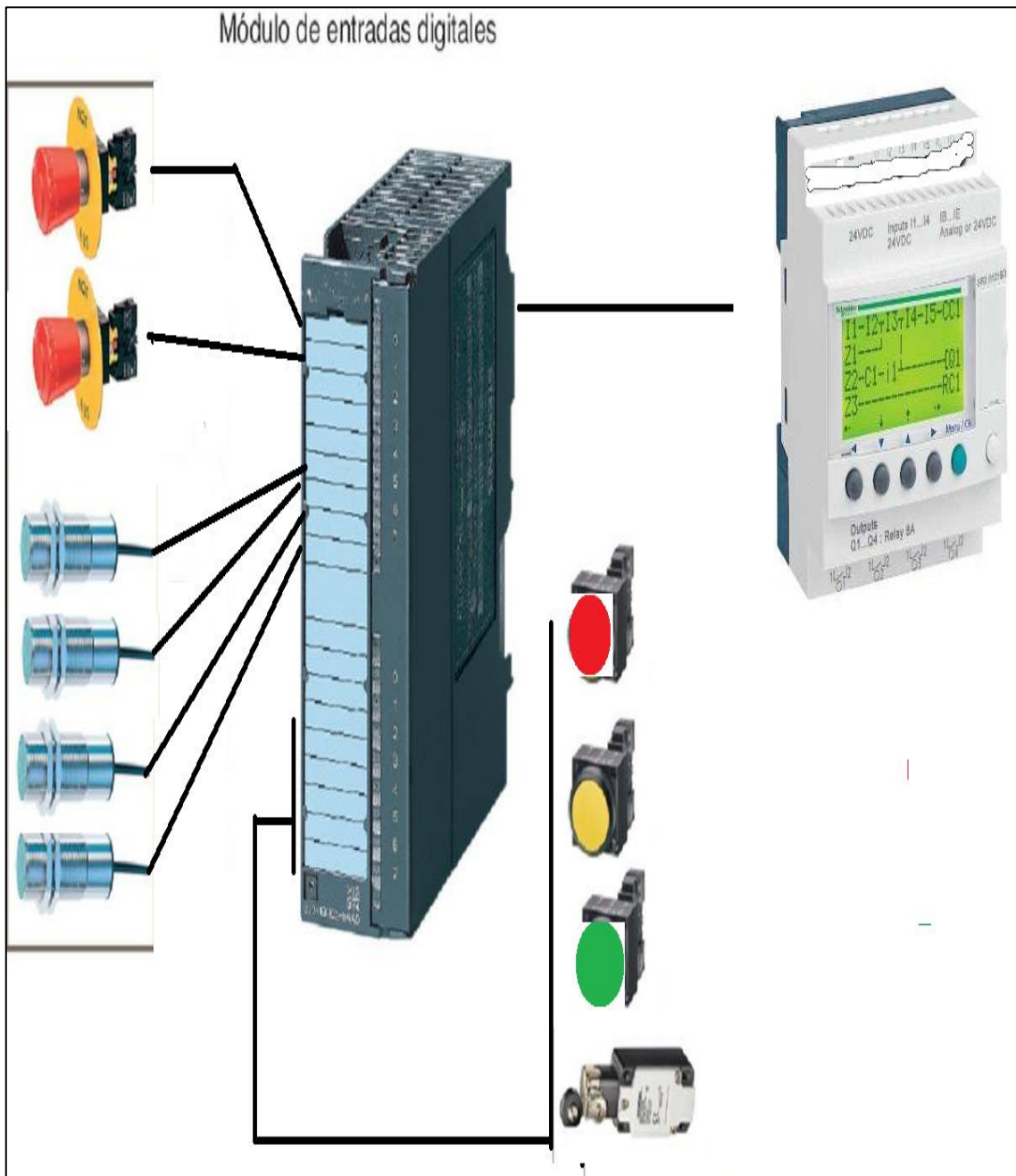


FIGURA 45. Estructura electrónica del sistema.

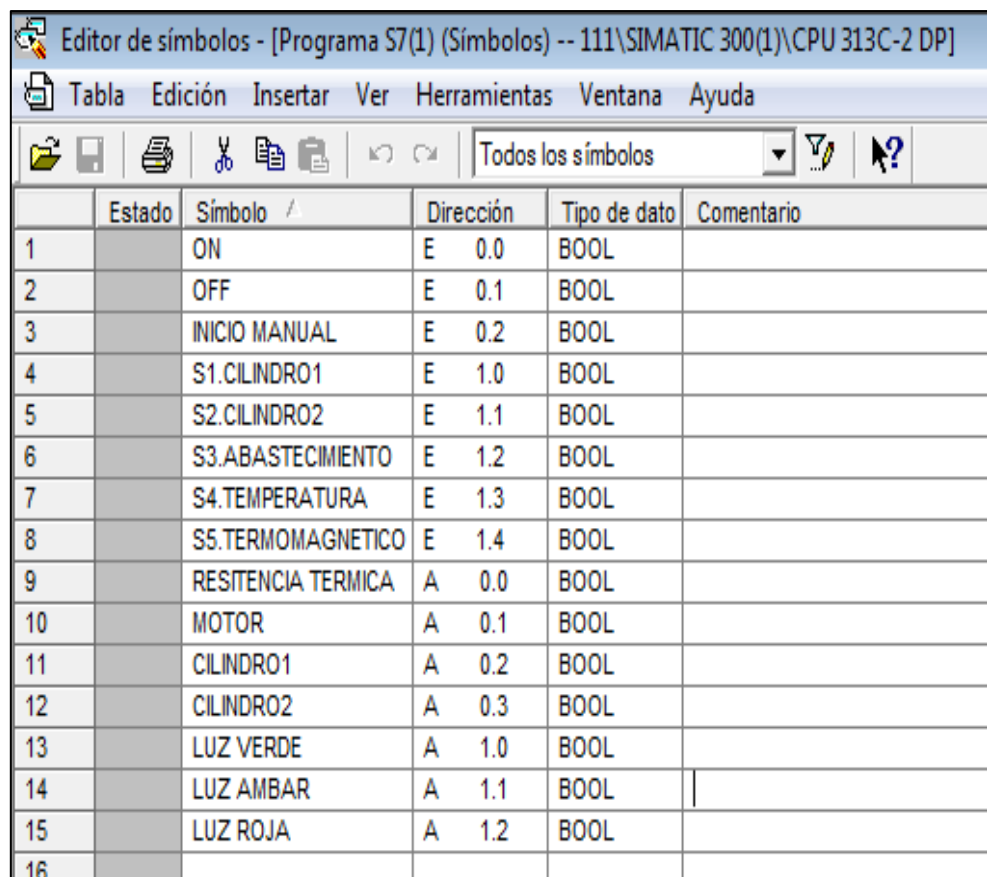
FUENTE: elaboración propia.

### 3.2.4. Diseño de la programación:

Para una mejor descripción de la programación se procederá a especificar las variables de entradas y salidas que se usarán en el diseño, posteriormente se indicarán como quedarán las entradas y salidas y por último se enfocará en la estructura netamente del diseño.

#### 3.2.4.1 Variables

Se procede a especificar las variables de entrada y salida que se han de aplicar en el diseño y se renombrarán para una mayor comprensión de las funciones que van a realizar. Véase la siguiente figura N° 46.



The image shows a screenshot of the 'Editor de símbolos' (Symbol Editor) window in SIMATIC Manager. The window title is 'Editor de símbolos - [Programa S7(1) (Símbolos) -- 111\SIMATIC 300(1)\CPU 313C-2 DP]'. The menu bar includes 'Tabla', 'Edición', 'Insertar', 'Ver', 'Herramientas', 'Ventana', and 'Ayuda'. The toolbar contains icons for file operations and a search dropdown set to 'Todos los símbolos'. Below the toolbar is a table with the following columns: 'Estado', 'Símbolo /', 'Dirección', 'Tipo de dato', and 'Comentario'. The table lists 16 variables, numbered 1 to 16 in the first column. Variables 1-8 are inputs (E), and variables 9-16 are outputs (A). All are of type 'BOOL'.

	Estado	Símbolo /	Dirección	Tipo de dato	Comentario
1		ON	E 0.0	BOOL	
2		OFF	E 0.1	BOOL	
3		INICIO MANUAL	E 0.2	BOOL	
4		S1.CILINDRO1	E 1.0	BOOL	
5		S2.CILINDRO2	E 1.1	BOOL	
6		S3.ABASTECIMIENTO	E 1.2	BOOL	
7		S4.TEMPERATURA	E 1.3	BOOL	
8		S5.TERMOMAGNETICO	E 1.4	BOOL	
9		RESITENCIA TERMICA	A 0.0	BOOL	
10		MOTOR	A 0.1	BOOL	
11		CILINDRO1	A 0.2	BOOL	
12		CILINDRO2	A 0.3	BOOL	
13		LUZ VERDE	A 1.0	BOOL	
14		LUZ AMBAR	A 1.1	BOOL	
15		LUZ ROJA	A 1.2	BOOL	
16					

FIGURA 46. Definición de las entradas y salidas.

FUENTE: Elaboración propia.

Posteriormente se procede a especificar como quedaran definidas exteriormente las entradas en el PLC, de acuerdo al diseño realizado. Véase la siguiente figura N°47 que define las entradas y salidas.

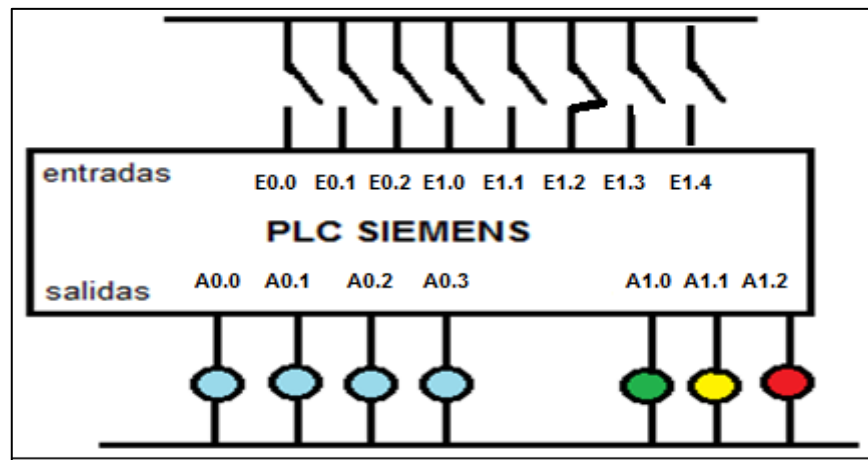


FIGURA 47. Diagrama en PLC de entradas y salidas.

FUENTE: Elaboración propia.

### 3.2.4.2. Programación:

Para la programación del sistema se realiza una división de funciones, la primera parte corresponde al sistema de calentamiento de la resistencia térmica la cual dependerá de los valores de temperatura generados por el sensor de temperatura, el cual tiene un rango de 0 a 500°C y su salida analógica tiene rango de 0 a 10 V. Al momento de encender la máquina se activara y comenzara a censar los valores hasta que llegue la temperatura establecida que es de 350°C de acuerdo al proceso de sellado de escobillas para lavar ropa que ya se viene realizando. Véase la tabla 3.4.

TABLA 3 4. Tabla de los puntos de ignición de los tipos de madera.

Tipo de madera	Temperatura °C
Madera blanda	310 - 350
Madera dura	313 - 393

FUENTE: [https://es.m.wikipedia.org/wiki/punto\\_de\\_ignicion](https://es.m.wikipedia.org/wiki/punto_de_ignicion).

Posteriormente se realiza la graficar la zona de trabajo en la cual la temperatura deberá de mantenerse estable para que el sellado de escobillas para lavar ropa sea efectivo. Ver figura N°48.

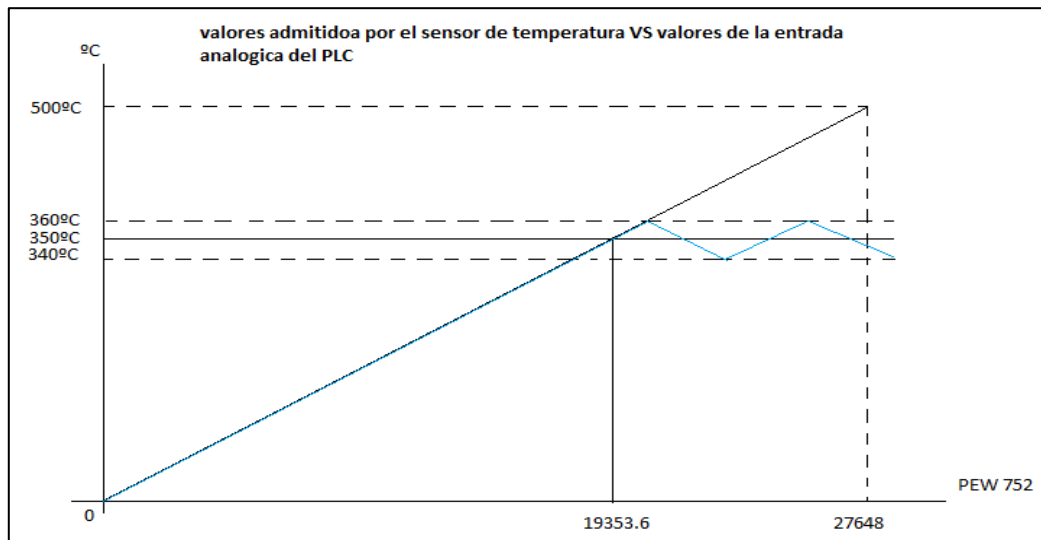


FIGURA 48. Curva de la temperatura en función a la entrada del PLC.

FUENTE: Elaboración propia.

Se procede a realizar un escalamiento para poder convertir el rango de los valores de temperatura de 0 a 500°C en proporción a la entrada del PLC el cual va de 0 a 27648. Con un rango de trabajo de voltaje de 0 a 10V. Posteriormente se le da una variación de  $\pm 10^\circ\text{C}$  como zona de trabajo para impedir que la resistencia llegue sobrecalentarse y se reduzca el tiempo de vida de este equipo, a base de la fórmula N°2.

$$TEMP = \frac{500 \times PEW752}{27648} \dots\dots\dots (2)$$

con PEW752 que varia entre h(0 a 27648)

Se verifica el proceso final de la programación con respecto al proceso de calentamiento de la resistencia térmica, véanse las figuras posteriores.

Realizada en:

## “SIMATIC STEP 7 professional”

Esta parte corresponde a la parte inicial de la programación, se verifica el inicio (ON) el final del proceso (OFF) y el sensor que detiene el proceso (E1.4). Véase la figura N°49.

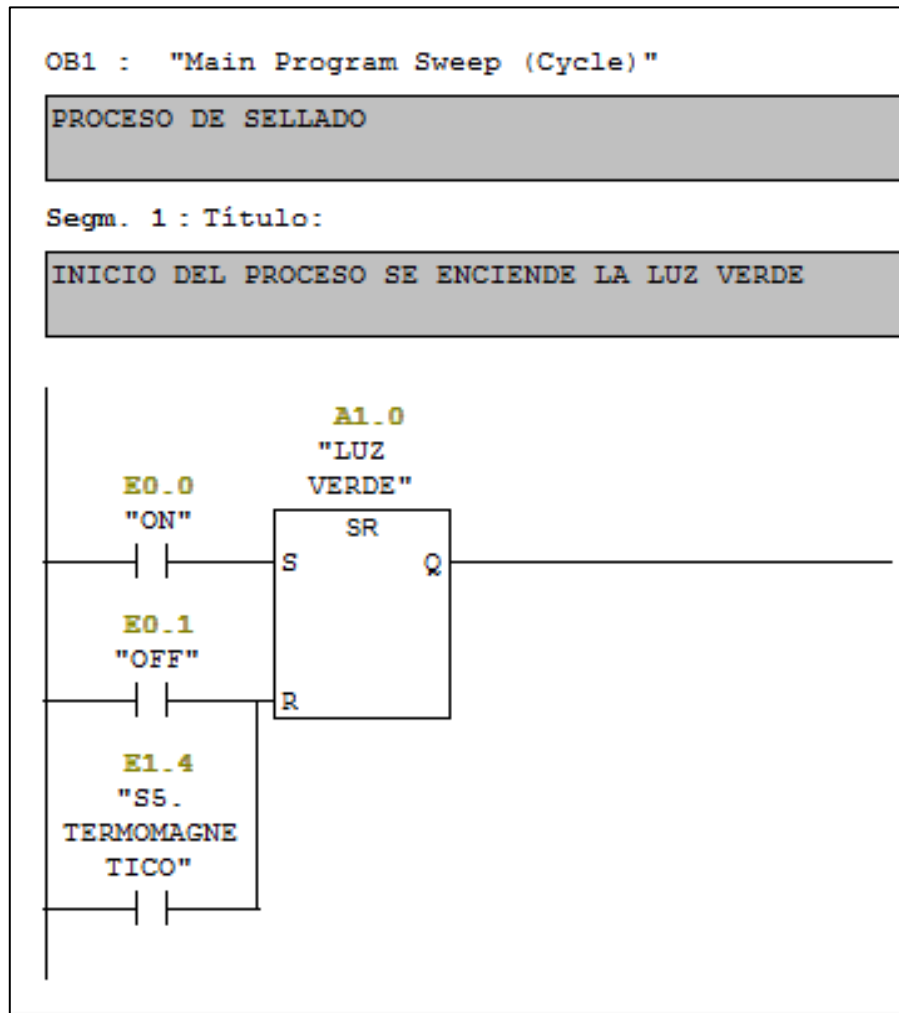


FIGURA 49. Inicio del proceso de calentamiento PLC.

FUENTE: Elaboración propia.

Posteriormente a ello se debe de realizar el escalamiento el cual puede ser diseñado mediante un proceso de conversión de las entradas mediante el comando “MOVE” y posterior a ello realizar la transformación a valores reales para su tratamiento, o de lo contrario utilizar la función “FC 105” la cual se encuentra en las librerías de comandos. Véase la siguiente figura N°50.

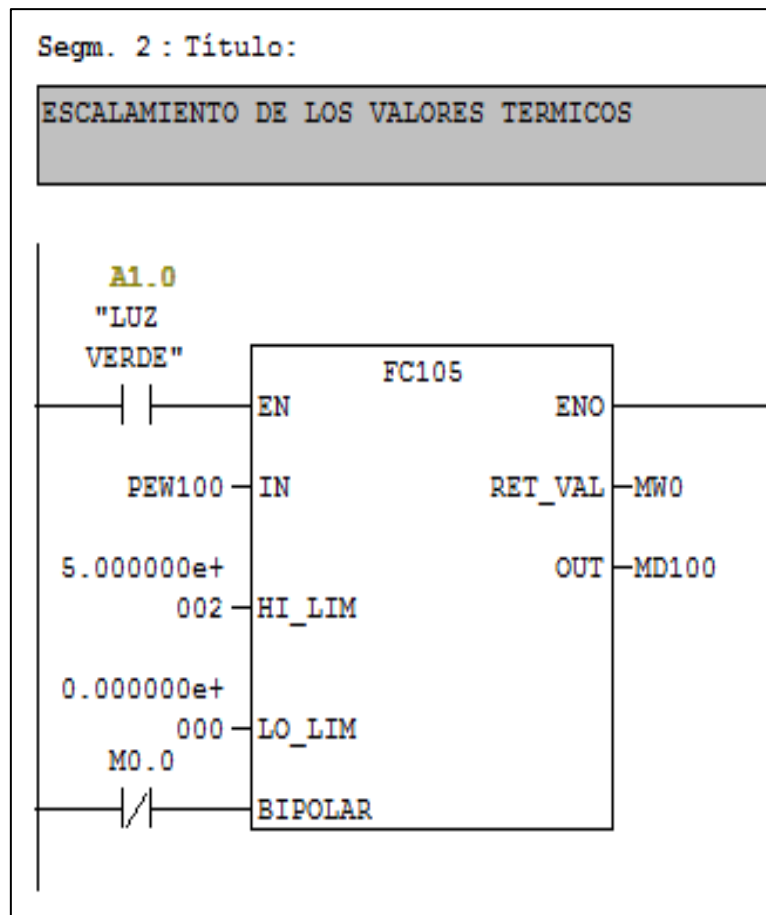


FIGURA 50. Proceso de escalamiento de la entrada analógica.

FUENTE: Elaboración propia.

Luego se procede a establecer el rango de trabajo de la resistencia térmica, de acuerdo al proceso de sellado de escobillas para lavar ropa que se viene realizando con el sistema mecánico se deduce que este está dentro del rango entre los 340 a 360 °C, es por ello que esta información también será incluida en el proceso de programación para que el sellado de escobillas para lavar ropa sea óptimo, posterior a ello también se verifica en la programación una comparación con el valor de 335°C esto indicara que cuando el sellado de escobillas para lavar ropar se encuentra esa temperatura que se comience a encender el proceso de transporte. Véase la siguiente figura N°51.

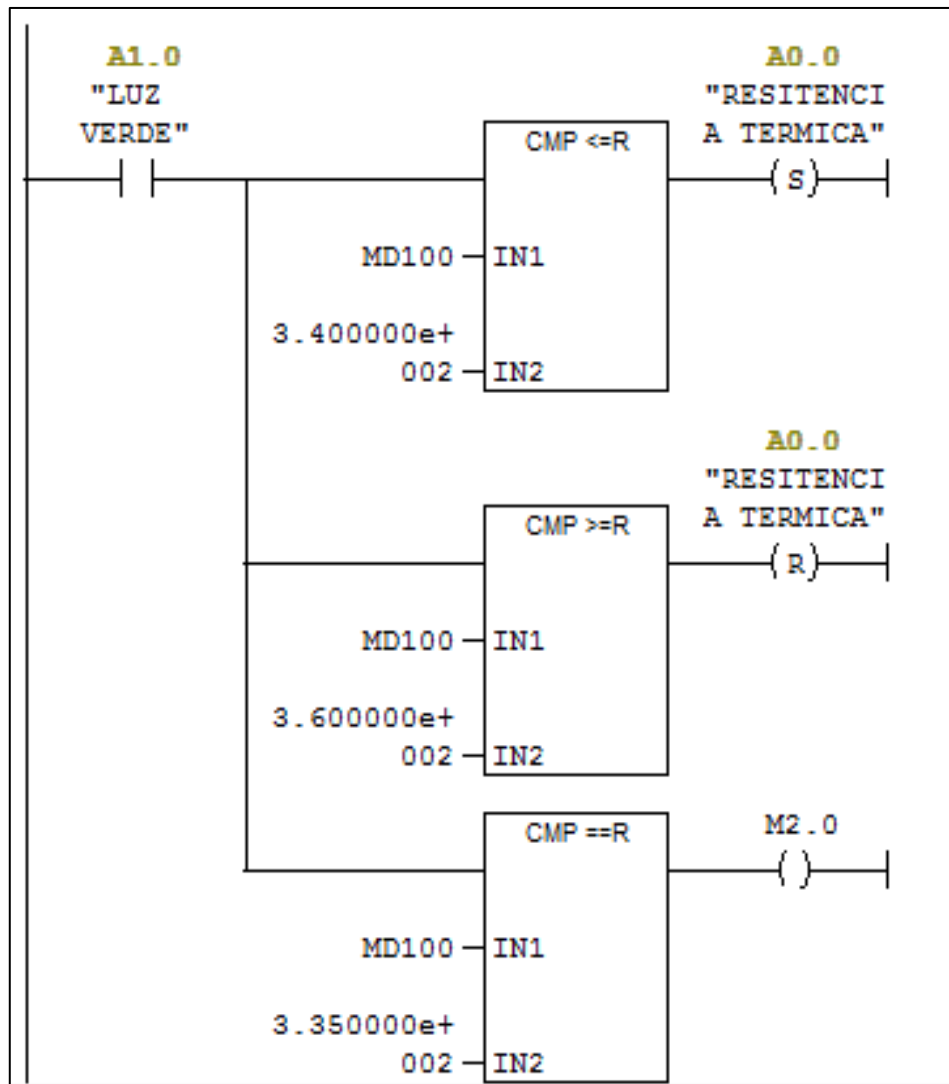


FIGURA 51. Proceso de comparación encargado de hacer que la temperatura oscile entre (340-360) °C.

FUENTE: Elaboración propia.

Con respecto al funcionamiento de la segunda fase el cual comprende la banda transportadora y el uso de los cilindros neumáticos el proceso es el siguiente:

Una vez que el sello llegue a la temperatura indicada, el sensor **S1** verificará que haiga moldes de madera almacenadas en el depósito, de lo contrario la banda transportadora no comenzará su recorrido, una vez que se verifique esto y ya se depositen los moldes la banda transportadora comenzará a girar hasta que se detecte el sensor **S2**, detectado este sensor

se detendrá la banda transportadora por un periodo de tres segundos tiempo suficiente para que el cilindro neumático 1 empuje el vástago haciendo que el molde de madera entre al circuito de la banda transportadora, este proceso se realizará en el segundo 2 después de detenerse la banda transportadora y tendrá una duración de dos segundos, luego volverá a su estado inicial. Pasado los tres segundos se reanudará el recorrido de la banda transportadora hasta que **S1** se active de nuevo, si se procede activar el sensor **S1 y S2** se detiene la banda transportadora por tres segundos, en el primer segundo se activa el cilindro neumático y el vástago con el sistema de sellado de escobillas para lavar ropa incorporado desciende por un periodo de dos segundos, luego vuelve a su estado inicial. Véase el diagrama de las figuras posteriores. Véase la descripción del proceso en la figura N°52.

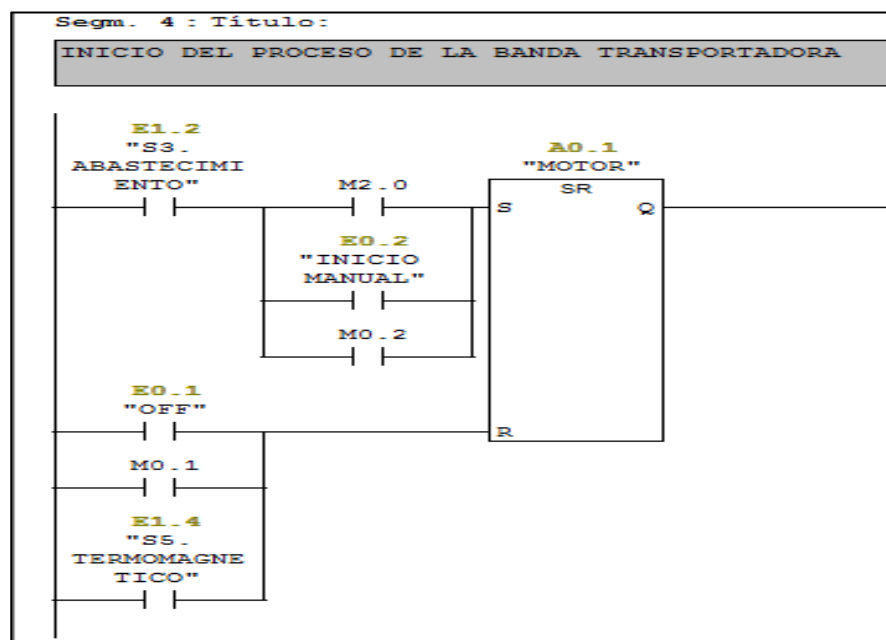


FIGURA 52. Una vez activada M2.0 se procede a dar inicio de la banda transportadora.

FUENTE: Elaboración propia.



Una vez que la resistencia alcanzo su temperatura y se activa el proceso de la banda transportadora, no antes sin verificar que estén cargados los molde para su sellado de escobillas para lavar ropa. La banda transportadora empezará a girar hasta que el sensor S1 detecte al separador de moldes y este se detenga, el siguiente bloque describe este proceso, se verifica que tiene como activador a la entrada E1.0 este hace que se desenchave el bloque anterior (la faja transportadora se detenga) y me active el siguiente proceso. Véase la figura del bloque N°53.

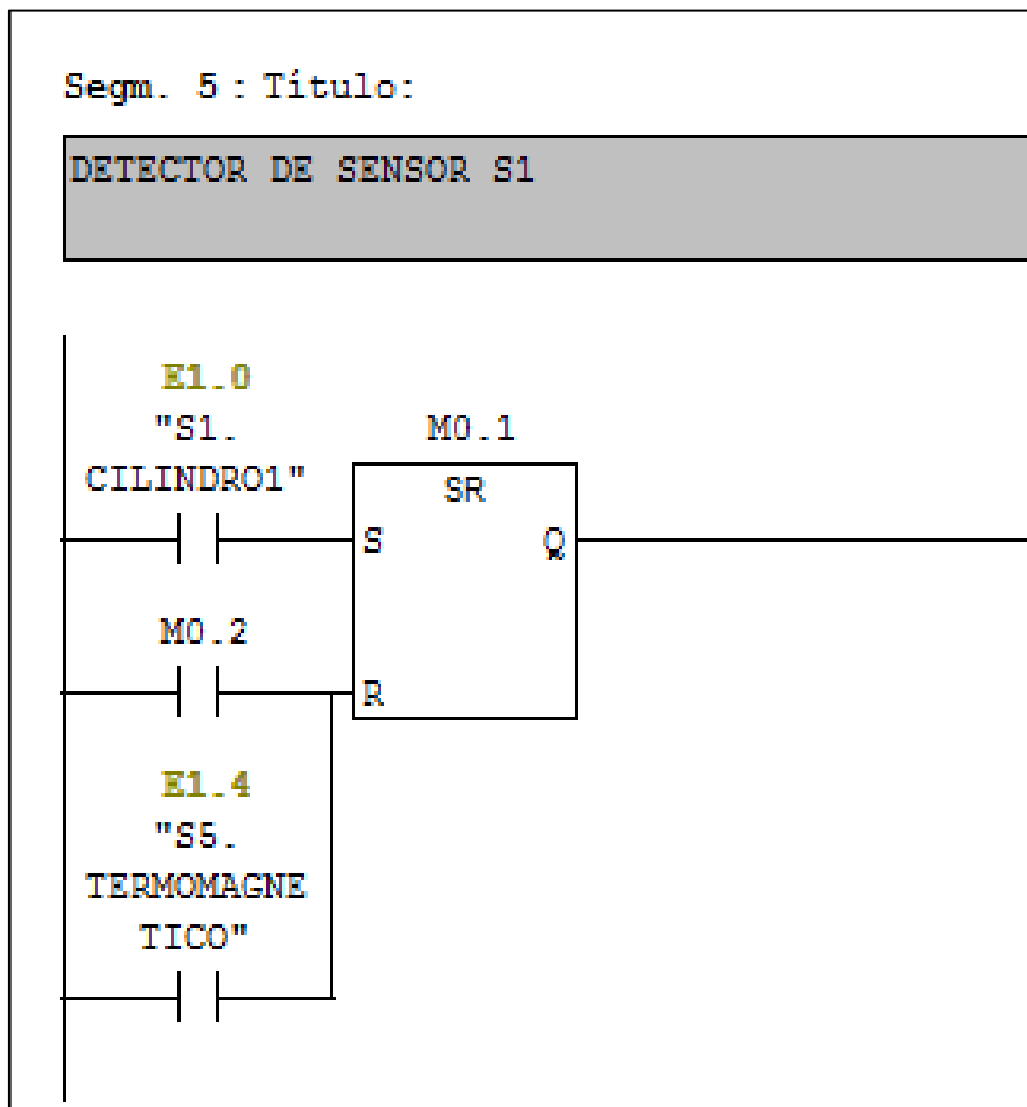


FIGURA 53. Se describe el funcionamiento de la entrada del sensor del cilindro 1.

FUENTE: Elaboración propia.

El siguiente proceso describe que después de que se active M0.1 y la faja transportadora se detenga, este generará un tiempo de para de tres segundos para que el molde de madera pueda ingresar hacia el sistema de transporte, es por ello que en temporizador descrito en la posterior figura indica que después del tiempo de retardo de tres segundos generara la activación de M0.2 esto indica la reanudación del proceso de la faja transportadora. Véase la siguiente figura descrita N°54.

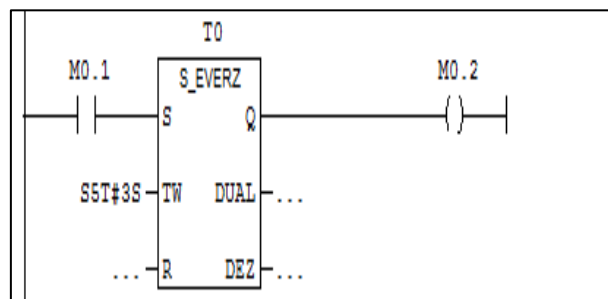


FIGURA 54. Proceso de retardo que demora en insertar el molde de madera a la banda transportadora.

FUENTE: Elaboración propia.

El siguiente bloque indica que después que se detuvo la faja transportadora y después que se activó el temporizador T0, un segundo después de esto se procede a activar el siguiente temporizador T1, el cual dará inicio a la activación del cilindro neumático 1. Véase la figura descrita N°55.

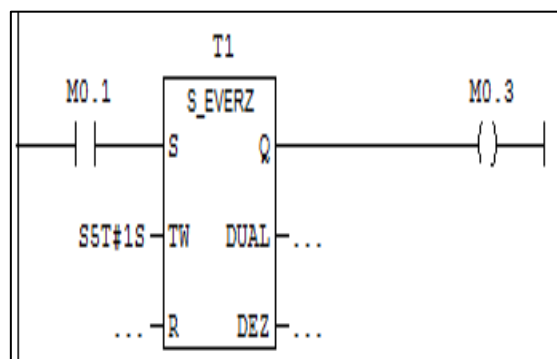


FIGURA 55. Tiempo de retardo a la salida del cilindro neumático.

FUENTE: Elaboración propia.

Después de que se active M0.3, se cierra el circuito este generará que se active el cilindro C1, el cual empujará un molde de madera hacia un casillero de la faja transportadora, este proceso tendrá un tiempo de duración de dos segundos, en caso ya se encuentre un bloque centrado en el proceso de sellado de escobillas para lavar ropa este realizara el sellado de escobillas para lavar ropa en el mismo tiempo aproximado de dos segundos antes que se reinicie el proceso debido a que para este proceso se deberá de activar el sensor S2. Véase la figura posterior N°56.

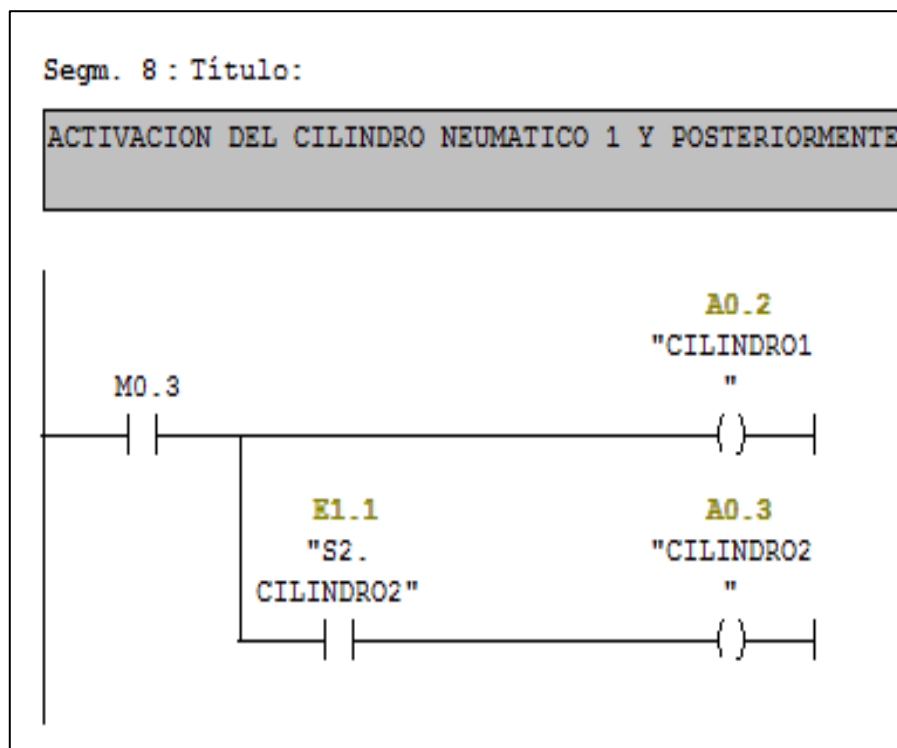


FIGURA 56. Con la activación de M0.3 se procede a la salida del vástago 1 y si se activa **S2** el cilindro 2 se encarga del sellado de escobillas para lavar ropa.

FUENTE: Elaboración propia.

Si se llegara a generar que el motor sufra un recalentamiento este generará que el sensor termo magnético se active para poder detener el proceso y se encenderá una luz roja la cual nos alertara de este hecho, para así poder tomar las medidas necesarias para este caso. Véase la siguiente figura N°57.

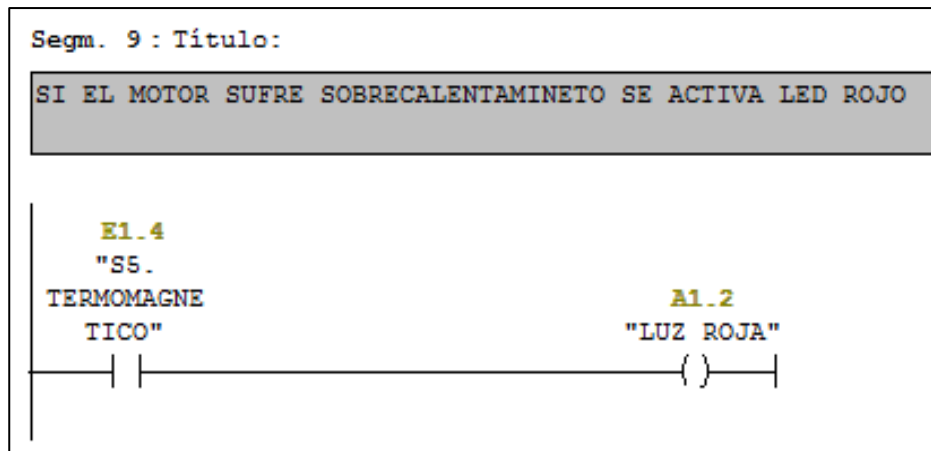


FIGURA 57. Si el motor tiene sobrecalentamiento se activara el sensor térmico y este generara que se encienda la luz roja.

FUENTE: Elaboración propia.

Adicionalmente también se le integrará un sistema de verificación de moldes de madera el cual será detectado por un sensor, en caso no detecte bloques se activara emitiendo una luz ámbar para poder informar de dicho acontecimiento para ello se insertó el siguiente bloque de programación. Véase la figura N°58.

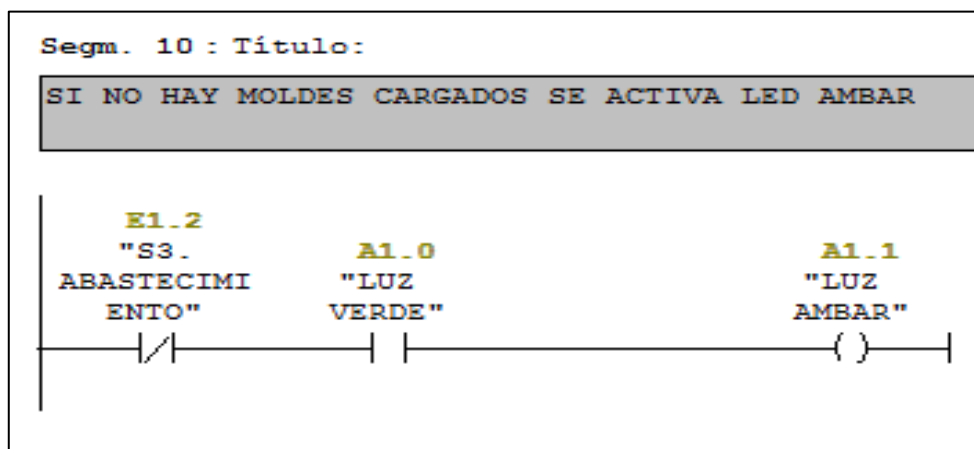


FIGURA 58. Si el almacén de bloques de madera este vacío se encenderá la luz ámbar.

FUENTE: Elaboración propia.

### 3.2.5 Análisis de costos de implementación

Para poder emitir que tan viable es este diseño en comparación a una selladora mecánica es necesario analizar los gastos o inversión de capital para poder implementar esta selladora y comparar los costos y beneficios que traería automatizar este proceso.

Es importante indicar que los precios que se muestran en las siguientes tablas, fueron obtenidos mediante la ayuda de un trabajador que labora en la implementación de estas máquinas debido a que los datos son confidenciales, es por ello que talvez los costos sean relativos al monto general de implementación de las maquinas.

#### 3.2.5.1 costos de una selladora mecánica

Este sistema realiza el sellado de forma manual, es por ello que el promedio de sellado no es constante y se rige a velocidad de sellado del operador. Véase en la tabla 3.5 se muestra los costos de implementación de esta máquina.

TABLA 3 5: Costos de equipos y materiales para la implementación de la maquina selladora

<b>sistema de sellado mecánico para madera:</b>	<b>costo/soles</b>
base de soporte	650
resorte metálico	200
resistencia térmica	250
bloque encapsulador	170
aisladores	80
cables térmicos	50
interruptor	60
separadores de cerámica	35
control de temperatura	120
regulador	80
variación adicional	50
implementación	800
total	2545
proceso de sellado: un molde cada 10 segundos aprox// cuando el sello está a temperatura mayores a los 335°C	

FUENTE: Elaboración propia.

### 3.2.5.2 Estación de sellado HT

Este sistema de sellado es más estético, ocupa menos espacio, y tiene como compresor un sistema neumático constituido por un pedal con un conductor que conecta un cilindro neumático el cual se encarga de ejercer la presión correspondiente para sellar los moldes de madera, al igual que el anterior sistema también cuenta con un regulador de temperatura para evitar que la resistencia térmica sobrepase su rango de trabajo. Véase la tabla 3.6 en la cual se muestra los costos promedio de implementación de este sistema. Véase la figura N° 59 de los tipos de maquinas selladoras.

TABLA 3 6: Costos de equipos y materiales para implementar la estación de sellado HT.

selladora neumática	costo/soles
estructura de soporte	720
cilindro neumático	500
válvula de aire	90
control de temperatura	140
resistencia térmica	250
bloque encapsulador	150
cable térmico	50
manguera de aire	100
gastos adicionales	800
implementación	2000
total	4800
velocidad de sellado es de un molde cada nueve segundos aprox.	

FUENTE: Elaboración propia.



**Nuevo! Estación de sellado HT.**

Nueva herramienta de alta producción, con grabados precisos y sumamente segura.

Dotada de una resistencia de alta velocidad y potenciómetro a 220v, puede ser usada para el grabado de encino, pino, cuero, plástico, acrílico y muchos más.

<b>Fuerza</b>	Pneumatica (Aire) 75psi
<b>Alimentación</b>	220 Voltios
<b>Consumo</b>	500 watts
<b>Área Máxima</b>	4.5" x 2"
<b>Peso Aprox.</b>	10Kg.
<b>Temperatura</b>	500°C aprox.
<b>Tiempo de Entrega</b>	15 días hábiles más envío. Urgencia en 7 días hábiles.

FIGURA 59: Vista frontal de la estación de sellado HT.

FUENTE: <http://www.apabsa.com/sellos/#formaContacto>.

### 3.2.5.3 costos de implementación de la selladora automática para moldes de madera para la empresa REY LEON.

En este cuadro se informara del costo que tendría que invertir la empresa para poder implementar el diseño de la automatización de sellado de los moldes de madera mediante el uso de PLC. En este apartado se brinda la información de los costos de equipos y materiales, con los valores monetarios calculados a la fecha (estos precios podrían variar dependiendo el mercado). Véase la siguiente tabla 3.7 de costos.

TABLA 3 7: Costos de equipos y materiales para la implementación

costos de materiales e implementación	cant	costo/unit	costo total
Estructura de la banda transportadora	1	1000	1000
estructura del sistema de sellado	1	400	400
estructura del almacenamiento de moldes	1	450	450
motor regulador de velocidad serie ML90L-4	1	600	600
cilindro neumático	2	350	700
sistema de sellado	1	325	325
PLC logo	1	600	600
foto-sensores	3	350	1050
válvula neumática	2	89	178
sensor de temperatura	1	50	50
manguera de aire	2	50	100
pulsadores	4	25	100
conectores	1	45	45
gabinete	1	170	170
adicionales	1	1000	1000
implementación	1	2000	3000
total			9768
velocidad de sellado autónomo calculado es de un molde cada 4 segundos aprox			

FUENTE: Elaboración propia.

Con respecto a la comparación de las maquinas, se verifica que el que se planteó en el diseño tiene un costo más elevado pero la velocidad de sellado es más rápida, constante y autónoma, no requiere un personal dedicado. Esto a largo plazo reduce costo de personal y aumenta la velocidad de producción.

### 3.3 REVISIÓN Y CONSOLIDACIÓN DE RESULTADOS

#### 3.3.1 Simulación del diseño mediante uso del STEP 7 SIMATIC

Se corrobora que el tiempo establecido de tres segundos para las determinadas funciones que se deben realizar en el transcurso de los procesos, tanto del sensor 1 que corresponde al de la válvula neumática 1 y el sensor dos el cual corresponde a la activación de la válvula neumática 2, es el idóneo porque debido a que le da el tiempo necesario para su activación y a la vez para el desplazamiento de la faja transportadora. Con ello se deduce que por cada cuatro segundos aproximadamente se estará sellando cada molde de madera. Véase el proceso que sigue la programación en el simulador en la figura N°60.

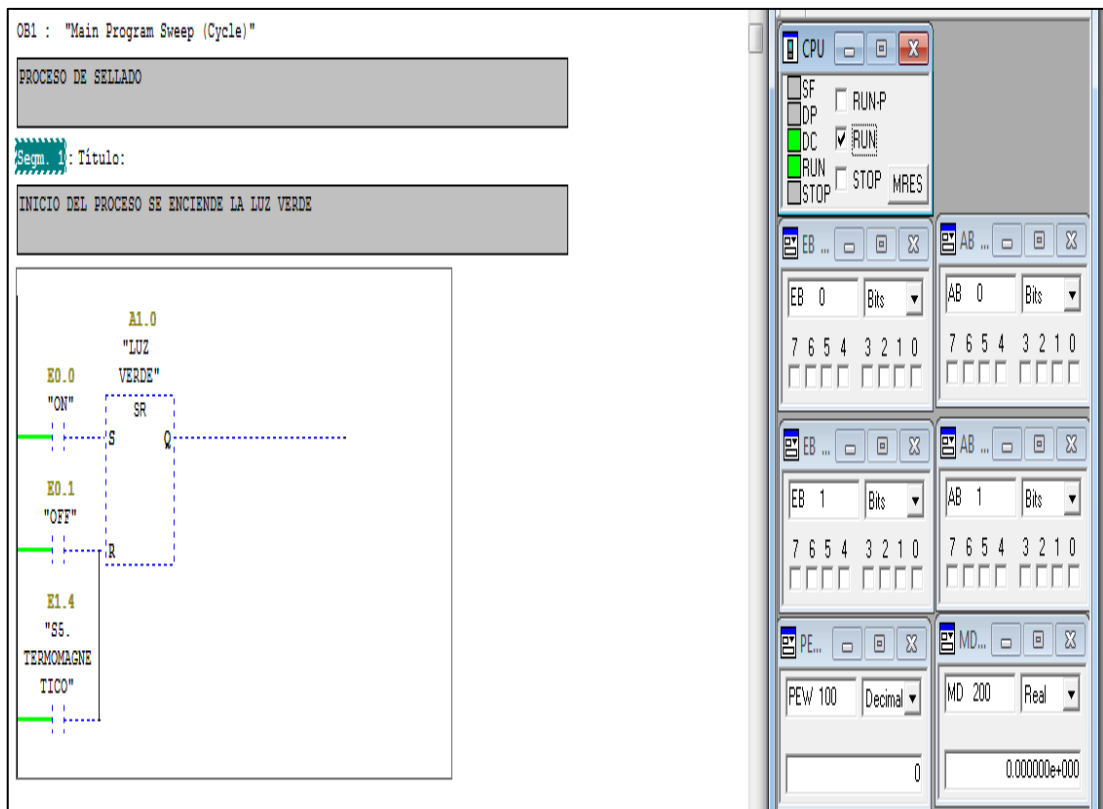


FIGURA 60. Se pone a encender la programación, se verifica que esta correcto el desarrollo del sistema.

FUENTE: Elaboración propia.



Se procede a encender el proceso mediante el uso del botón “ON”, antes que ello se deberá especificar que el sensor de abastecimiento este detectando bloques de madera para escobillas, para que el proceso se pueda realizar, después de ello se verifica que se encenderá la luz verde indicando que se inició la operación y este activará la resistencia térmica la cual empezará a calentar. Véase la siguiente figura N°61.

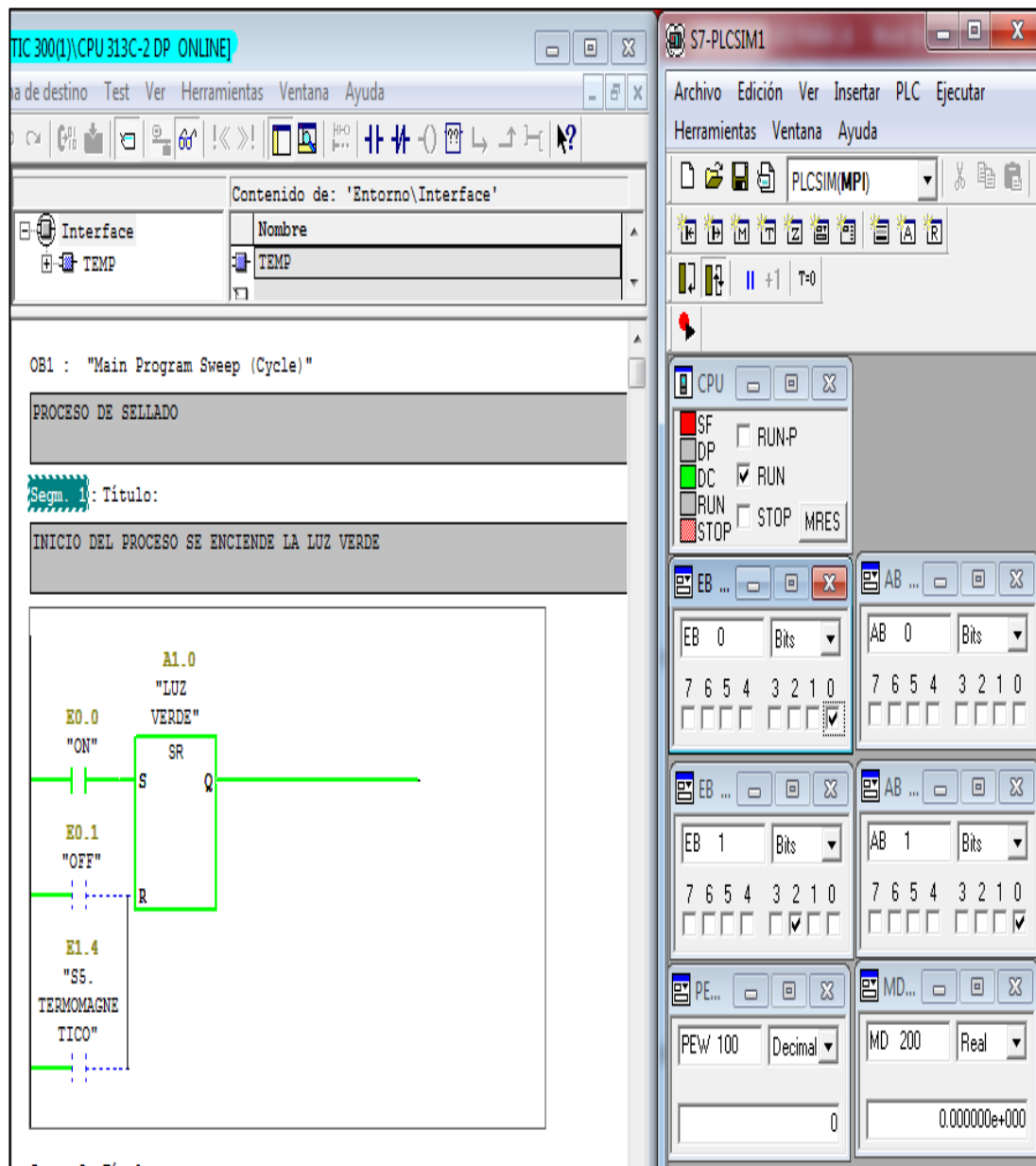


FIGURA 61. Activación del proceso de calentamiento de la resistencia térmica.

FUENTE: Elaboración propia.

Se verifica que queda activado la función FC105, este generara que la resistencia térmica comenzará a calentarse, adicionalmente el sensor de temperatura generará valores que serán censados para que la resistencia térmica llegue a la zona de trabajo que está registrado en un rango de 340 a 360°C. Véase la siguiente figura N°62

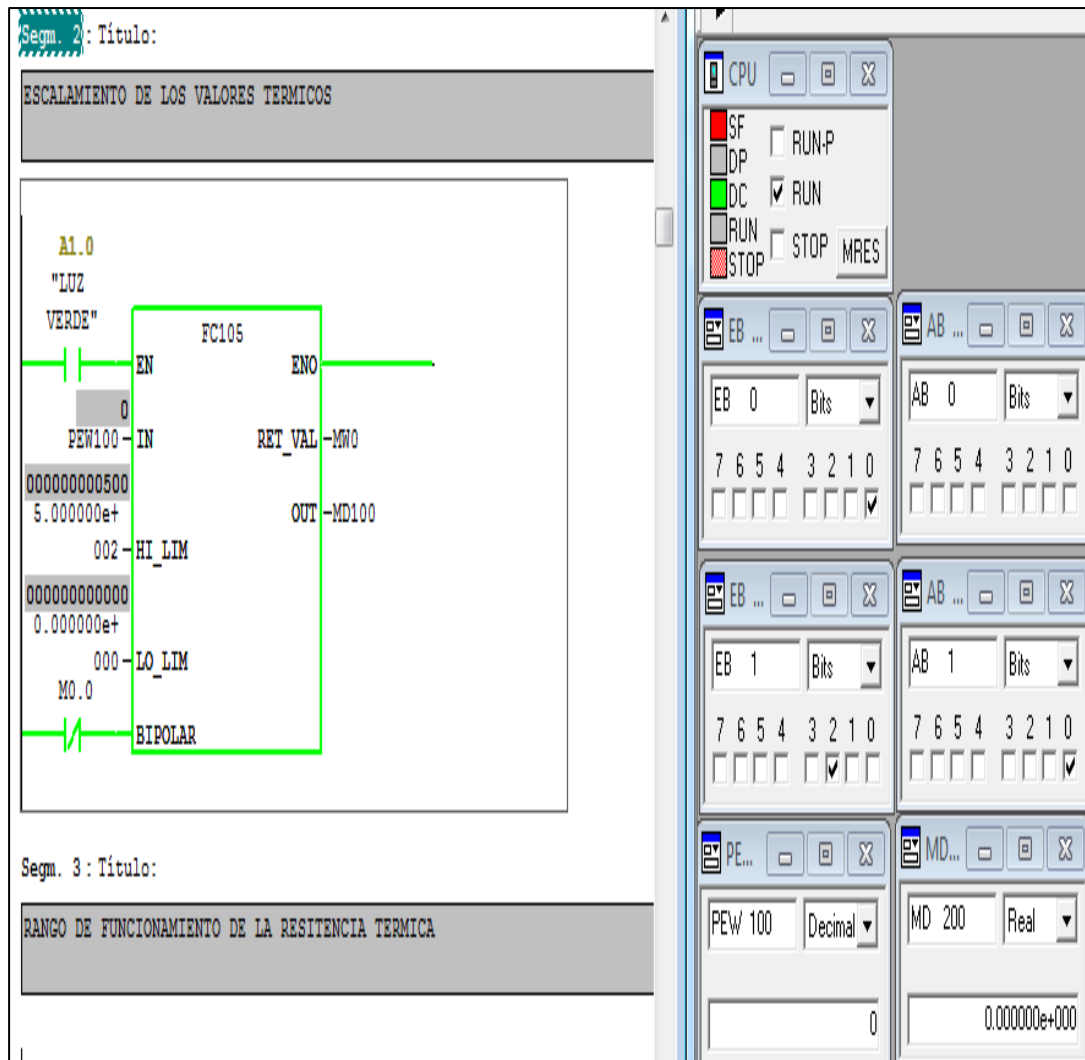


FIGURA 62. Activación de la banda transportadora.

FUENTE: Elaboración propia.

Se verifica que la resistencia térmica comenzará a calentarse debido a que todavía no llega a la zona de trabajo, es por ello que en la siguiente figura N°63 se observará como está activado el bloque de calentamiento de la resistencia térmica y también la luz verde de activado el proceso.

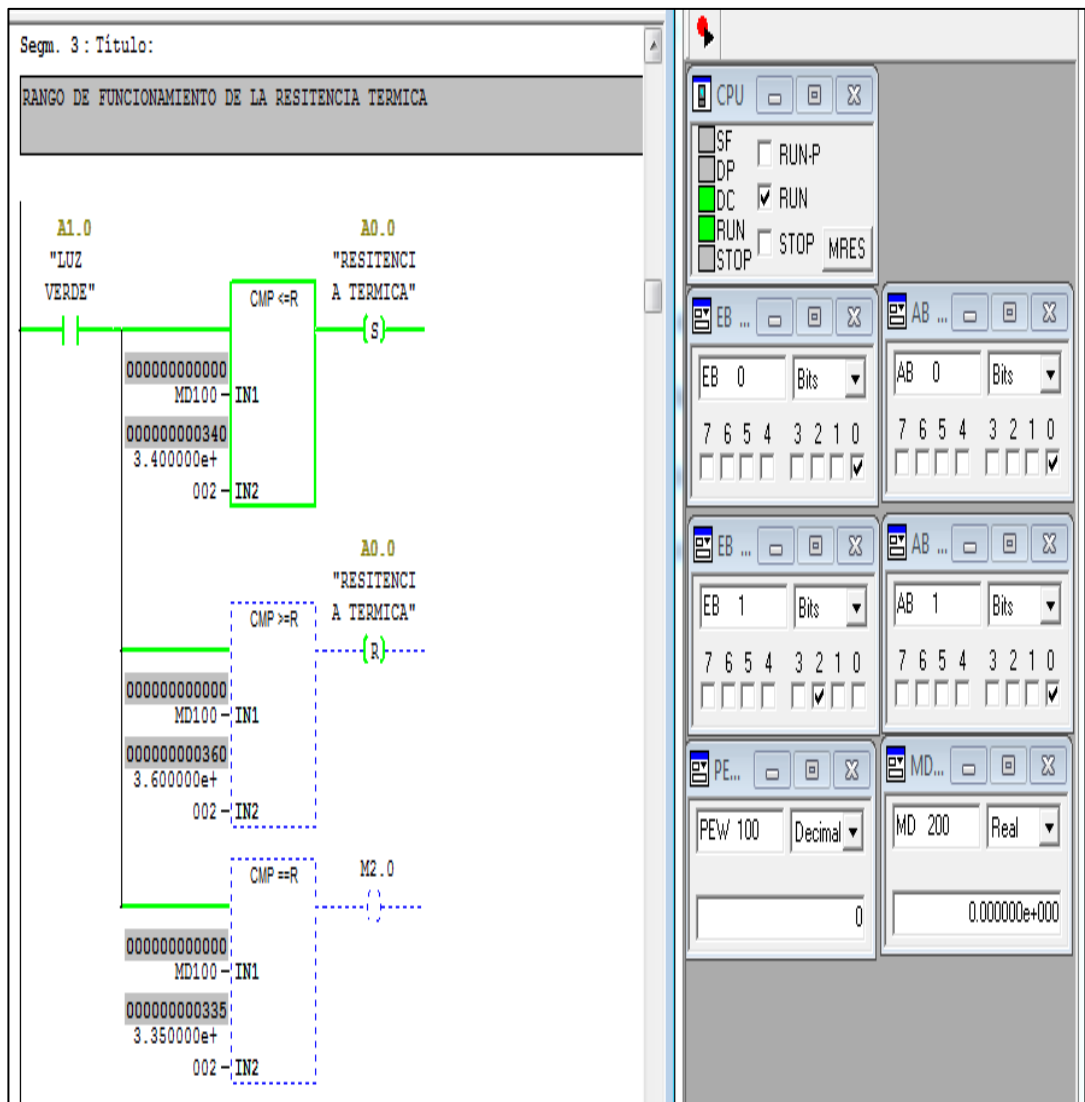


FIGURA 63. Activación de la banda transportadora.

FUENTE: Elaboración propia.

Posterior a ello los comparadores estarán activos, una vez que la temperatura llegue a los 335 °C, la faja transportadora se activara como se muestra en la siguiente figura N°64 la cual hará que los moldes de madera comiencen a ser almacenados en la faja transportadora para su posterior sellado de escobillas para lavar ropa.

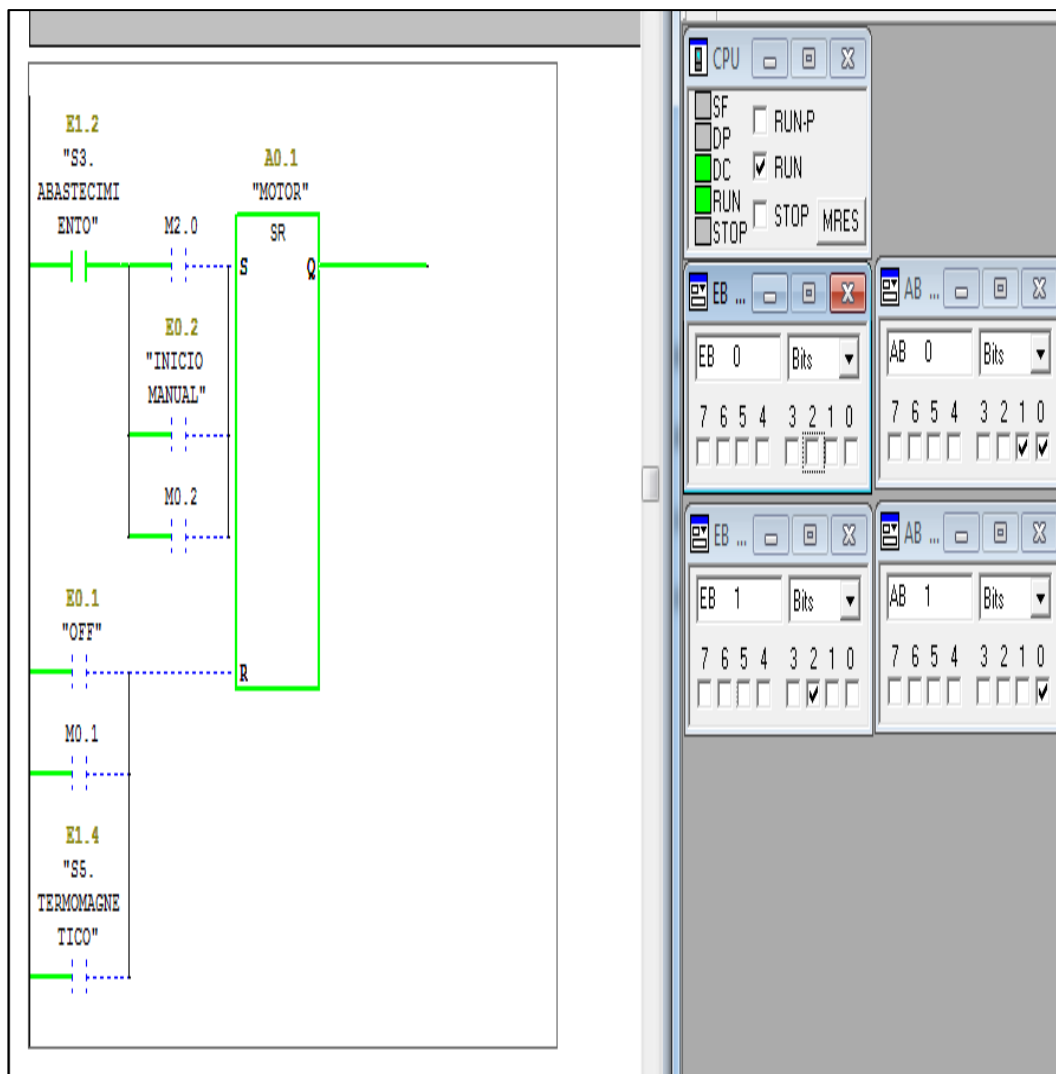


FIGURA 64. Detección del sensor S1.

FUENTE: Elaboración propia.

Una vez que la faja transportadora comience a girar este proceso se realizará hasta que el sensor del cilindro 1 detecte que hay un bloque disponible, después de ello se detendrá por un periodo de tres segundos como se describe en la siguiente figura N°65.

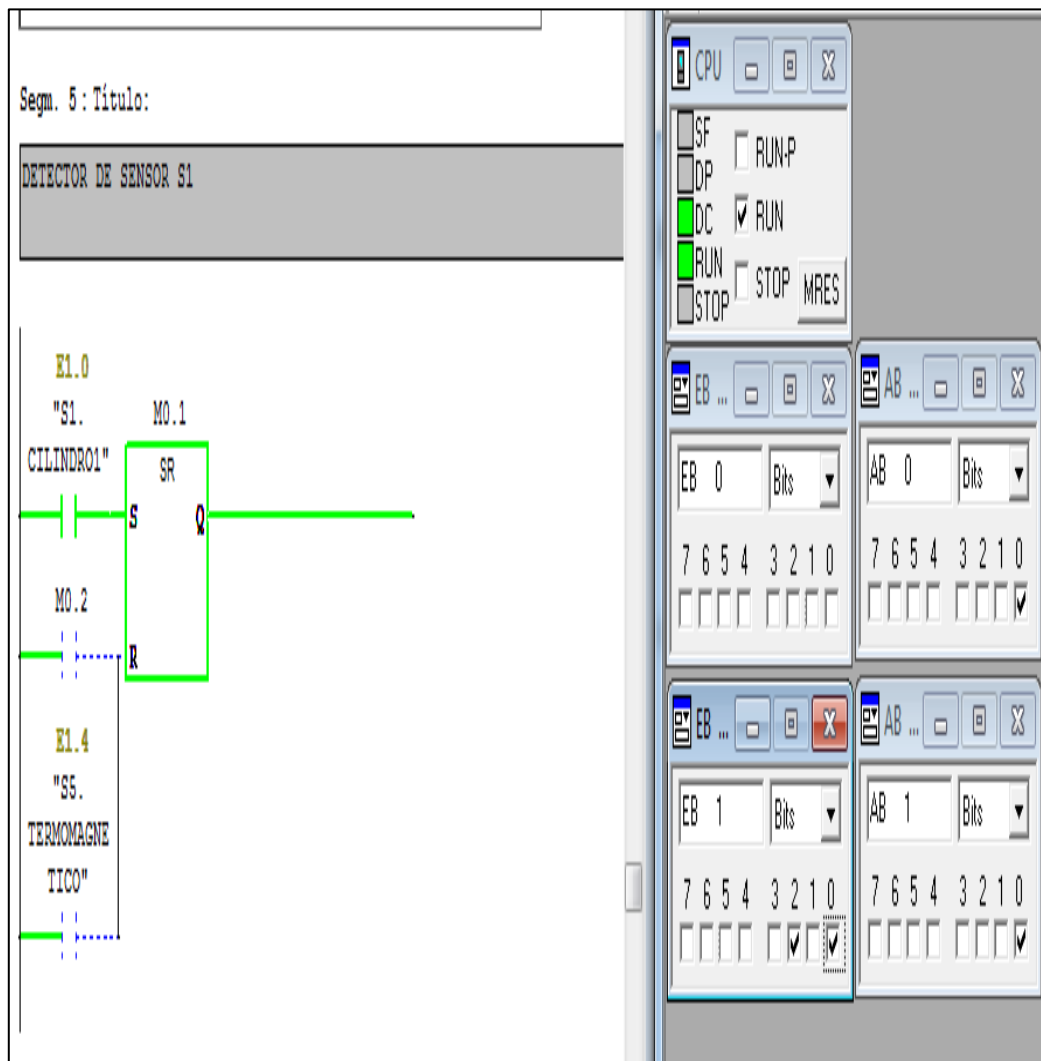


FIGURA 65. Inserción del molde a la banda transportadora.

FUENTE: Elaboración propia.

Después de un segundo posterior a ello se activará el cilindro neumático, haciendo que el vástago empuje un molde hacia la faja transportadora, este proceso lo deberá de realizar en un tiempo de dos segundos como se muestra en la siguiente figura descrita. Véase la siguiente figura N°66.

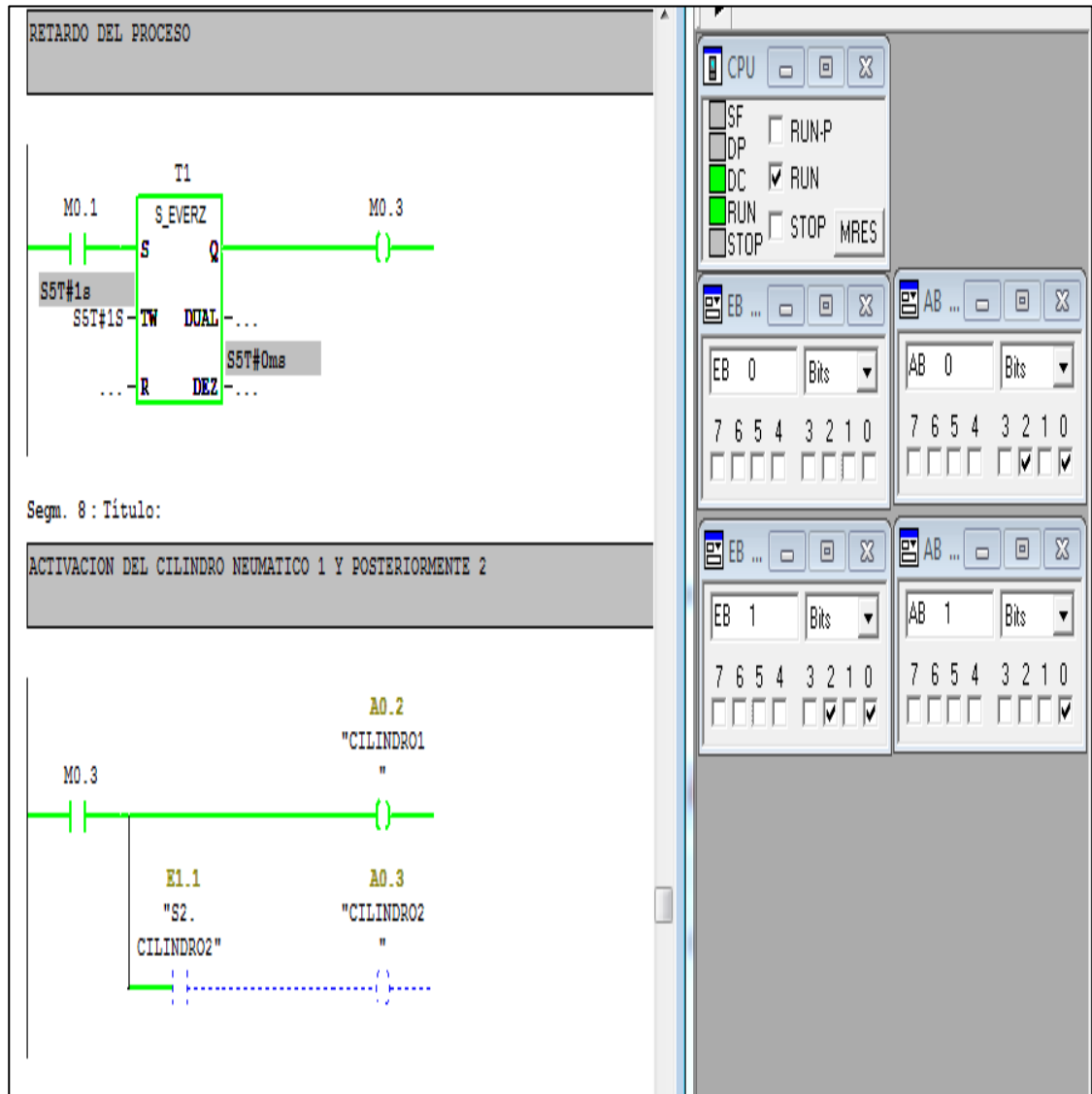


FIGURA 66. Proceso de transporte del molde de madera.

FUENTE: Elaboración propia.

Posterior a ello cuando se llegue a activar el sensor del cilindro 2, S2 este generará que el cilindro neumático empuje el vástago del sellado de escobillas para lavar ropa durante un tiempo de dos segundos, para que así pueda lograr realizar el sellado de escobillas para lavar ropa en el molde de madera. Véase la programación descrita en la siguiente figura N°67.

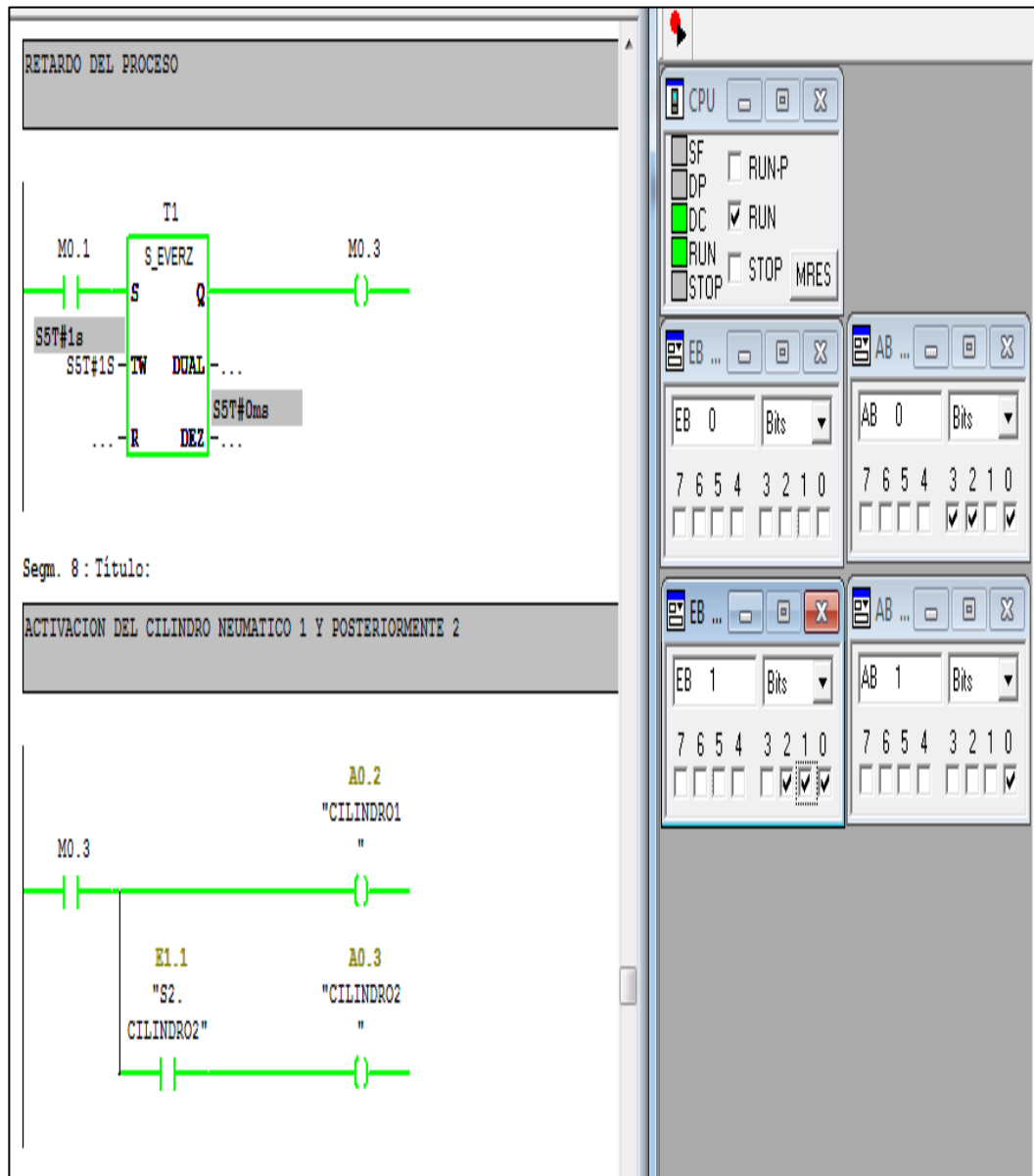


FIGURA 67. Proceso de sellado de escobillas para lavar ropa del molde de madera.  
FUENTE: Elaboración propia.

Se verifica que si no hay bloques disponibles la luz ámbar se encenderá y la faja se detendrá hasta que se llenen los moldes. Después de ello el proceso se retomara de nuevo realizándose cíclicamente, hasta que se apague la maquina o el sensor termo-magnético del motor se active. Véase la siguiente figura N°68.

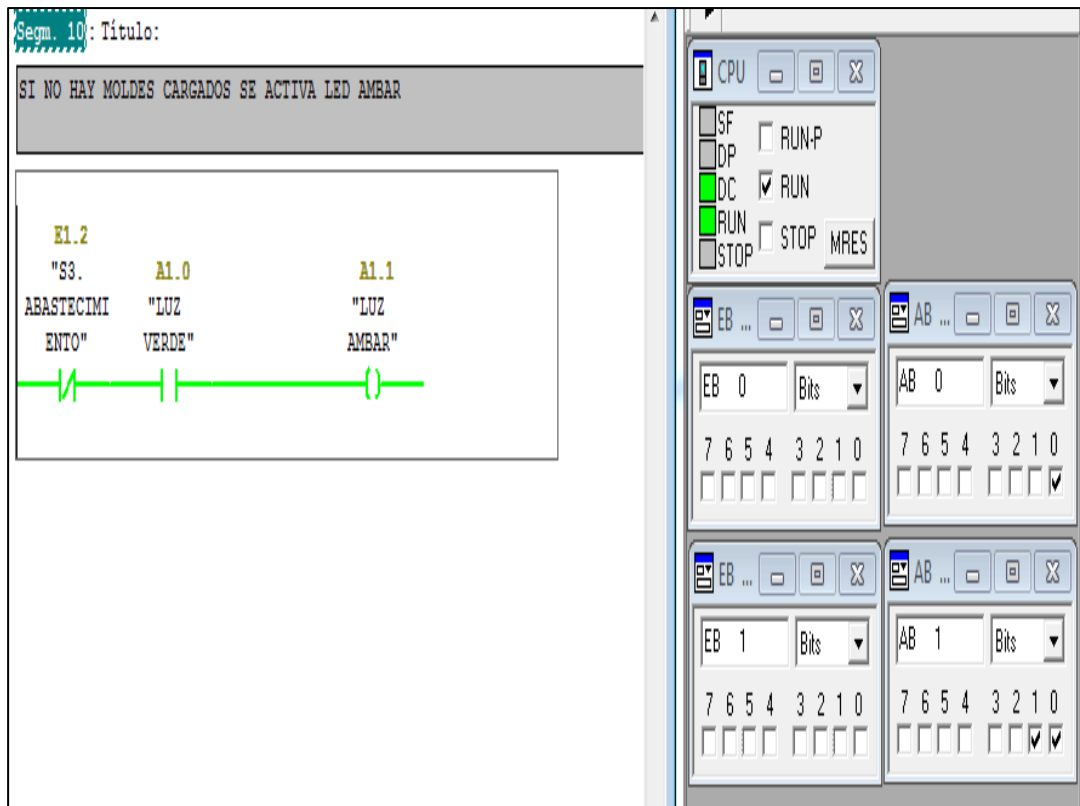


FIGURA 68. Reanudación del proceso de sellado de escobillas para lavar ropa.

FUENTE: Elaboración propia.



## CONCLUSIONES

- Se logró el diseño de automatización de un sistema de sellado térmico para moldes de madera de escobillas utilizando un PLC siemens s7-313 para la empresa Rey León S.A. verificando que es eficiente logrando obtener como tiempo promedio de sellado de escobillas de 4 segundos aproximadamente a comparación del proceso manual que tarda 10 segundos.
- Se logró el diseño del circuito electro-neumático para cumplir con la necesidad del transporte y sellado de los moldes de madera de escobillas y el tipo de material usado en la fabricación de los sellos para moldes.
- Se logró dimensionar la resistencia térmica que cumplan con los requisitos necesarios para el sellado de los moldes de madera que puede trabajar a temperaturas de 300°C a 400°C.
- Se logró diseñar la programación del PLC Siemens para realizar el funcionamiento físico e integral del proceso de transporte y sellado de moldes de madera utilizando el software Simatic Step 7.
- Se logra corroborar a nivel experimental en la empresa que el rango de temperatura al que se puede impregnar la marca de sello en la madera puede variar entre 340°C a 360°C, es por ello que se asigna en la programación un rango de temperatura que varía entre los  $\pm 10^{\circ}\text{C}$  de la temperatura promedio de 350°C.

## RECOMENDACIONES

- Se recomienda que a este diseño se le incluya un brazo mecánico, que se encargue de realizar el proceso de transporte y de sujeción de los bloques para el sellado de escobillas para lavar ropa, el cual podría tener un costo y un diseño más elaborado en futuros proyectos enfocados al sellado térmico.
- Se recomienda que al momento de realizar la programación, este se desarrolle de forma ordenada y si es posible utilizar comentarios sobre las instrucciones de los procesos, esto servirá para que el desarrollo sea más entendible y en el caso de que pueda haber futuras modificaciones sea más fácil ubicar el punto de modificación para así realizarlo de la manera más óptima.
- Este diseño propuesto podrá ser realizado utilizando el uso de la plataforma arduino y un software libre, sin embargo se deberá de acoplar tarjetas compatibles a los rangos de trabajo, lo que generara que se deba de acoplar más tarjetas en el diseño electrónico incrementando el costo total del proyecto.

## BIBLIOGRAFÍA

**[1]** (Pere, 2012)

Pere Ponsa Antoni Granoles. (2012). Diseño y automatización industrial en el departamento de Cataluña-España. Recuperado el 12 de 2017, del repositorio digital de libros de automatización industrial y uso de PLC de <https://es.slideshare.net/maestroconalep/interfaz-14112036>

**[2]** (daneri, 2008)

Daneri. (2008). PLC Automatización Industrial en el departamento de Valencia-España. Recuperado el 12 de 2017, de repositorio digital de libros de la UPA: <http://www.etp.com.py/fichaLibro?bookId=71489>

**[3]** (APABSA sistema de sellado a calor, 2016)

APABSA sistema de sellado a calor (2 de 2016). Recuperado el 12 de 2017, de apabsa: <http://www.apabsa.com/sellos/#formaContacto>.

**[4]** (Scharf, 2005)

SCHARF, S. (2005) Electro-neumática nivel básico. 5ta. Ed. Del departamento de México DF – México. Recuperado el 12 de 2017, del repositorio digital de libros de tesis de la UPS: <https://es.scribd.com/document/284065723/TESIS-MODULO-DIDACTICO-PARA-AUTOMATIZACION-INDUSTRIAL-pdf>

**[5]** (Creus, 2011)

Creus Solé, A. (2011) Neumática e Hidráulica. ALFAOMEGA 2ªed. Del departamento de México D.F.-México. Recuperado el 12 de 2017, del repositorio digital de libros: <https://es.slideshare.net/artemarbuques/neumatica-e-hidraulica-creus>

**[6]** (Vasques, 1998)

José Ramírez Vásquez (1998). Esquemas de contactores. Del departamento de Puerto rico. Recuperado el 12 de 2017, del repositorio digital de libros: <http://joachimfest.info/pdf-links/libro-descargar-gratis-26247.html>

**[7]** (Roldan, 2011)

Roldan, J. (2011) Motores Eléctricos y Automatismos de Control. PARANINFO. Del departamento de México D.F.-México. Recuperado el 12 de 2017, del repositorio digital de libros: <https://www.casadellibro.com/libro-motores-electricos-automatismos-de-control/9788428316965/274309>

**[8]**(Cintas transportadoras, 2010)

Cintas transportadoras (2010). Recuperado el 12 de 2017 de: <http://descom.jmc.utsm.cl/sgeywitz/procesos/CINTAS.htm>. (2010).

**[9]**(Sensores SILICA, 2011)

Sensores SILICA aplicados a la industria (2011). Recuperado el 12 de 2017, de: <http://www.scribd.com/doc/3838277/sensores-varios-tipos>. (2011).

**[10]** (SIEMENS equipos PLC, 2012)

SIEMENS equipos PLC. (2012). Recuperado el 12 de 2017 de SIEMENS: <http://www.swe.siemens.com/spain/web/es>. (2012).

**[11]**(Sistemas inteligentes, 2012)

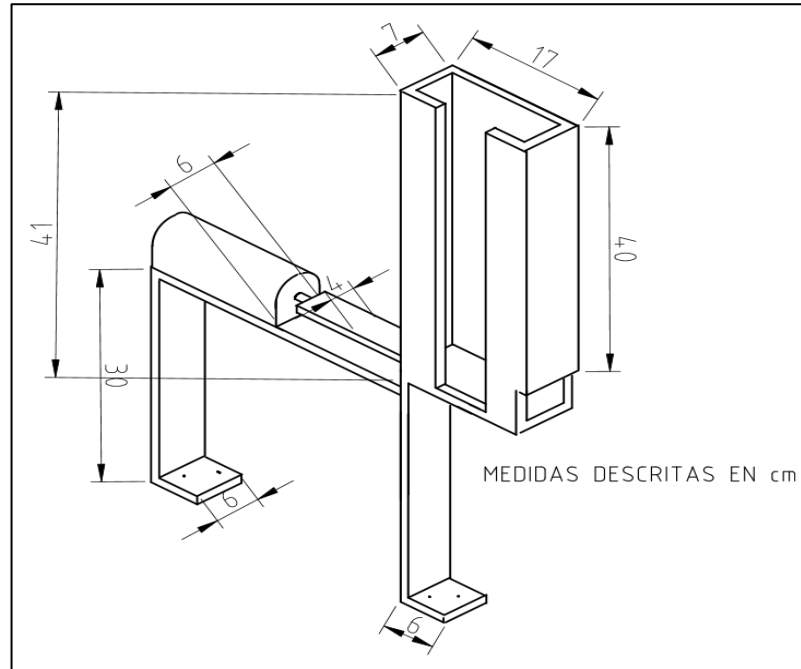
Sistemas inteligentes (2012). Recuperado el 12 de 2017, de: <http://www.profesores.frc.utn.edu.ar/industrial/sistemasinteligentes/UT3/>

**[12]**(Sistemas autónomos, 2012)

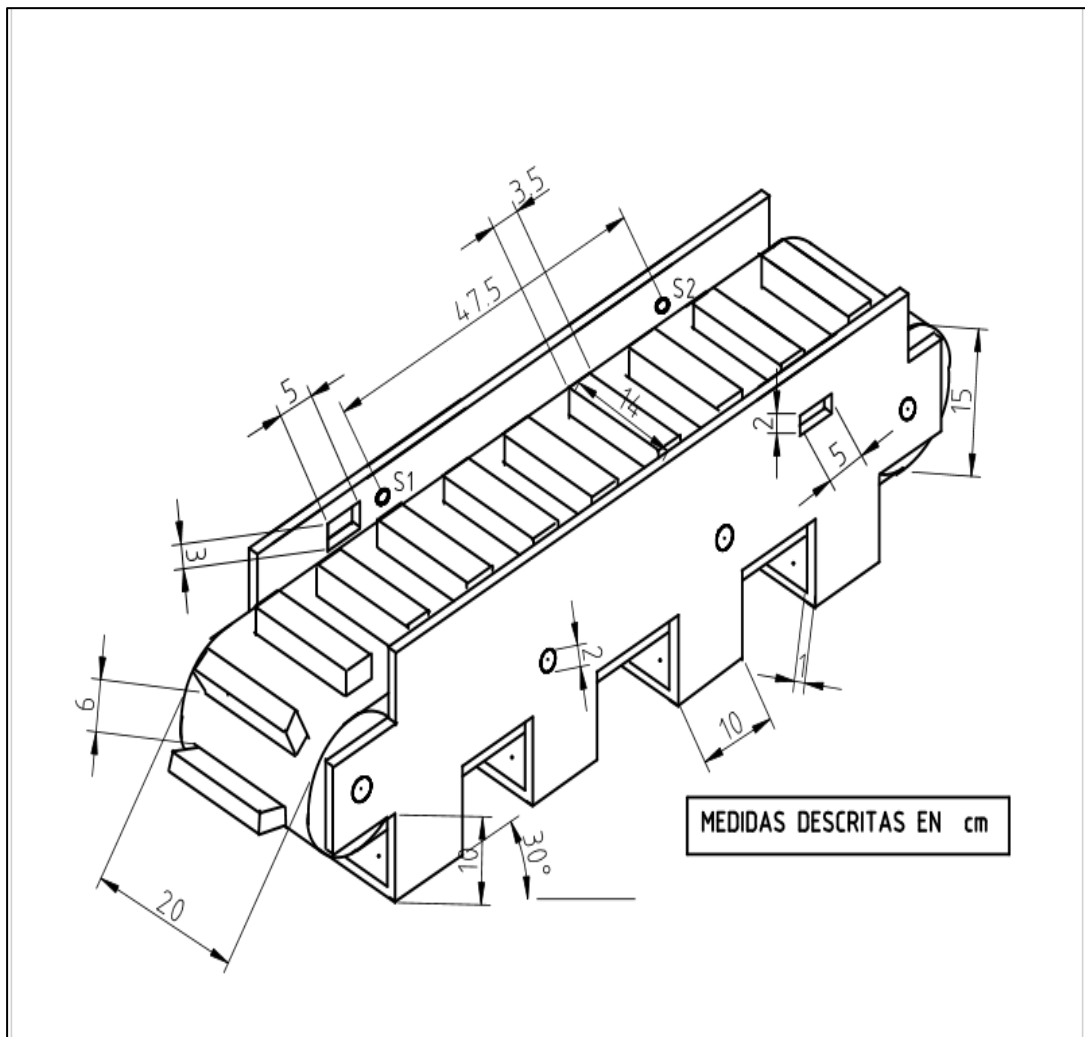
Sistemas inteligentes (2012). Recuperado el 12 de 2017, de: <http://www.profesores.frc.utn.edu.ar/industrial/sistemasinteligentes/UT3/plc/PLC.html> (2010).

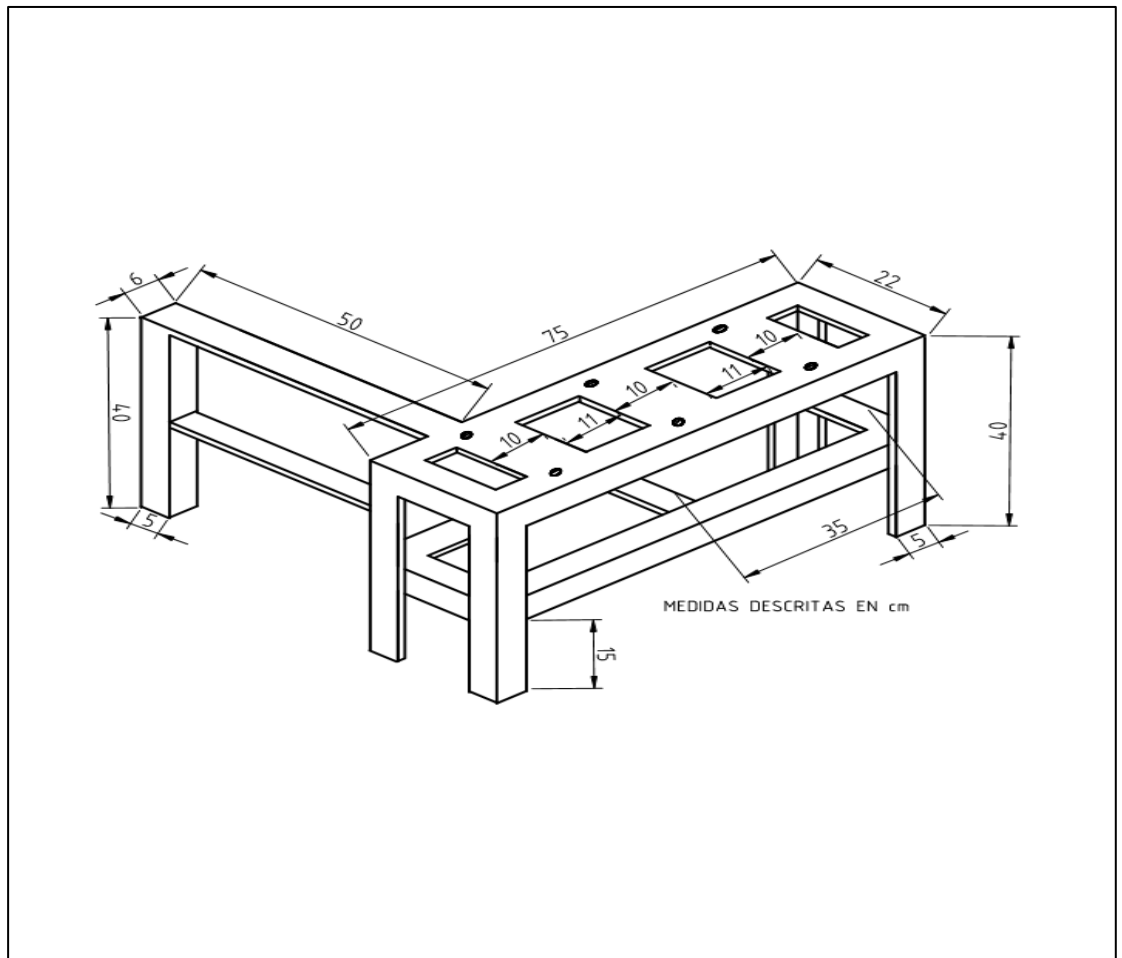
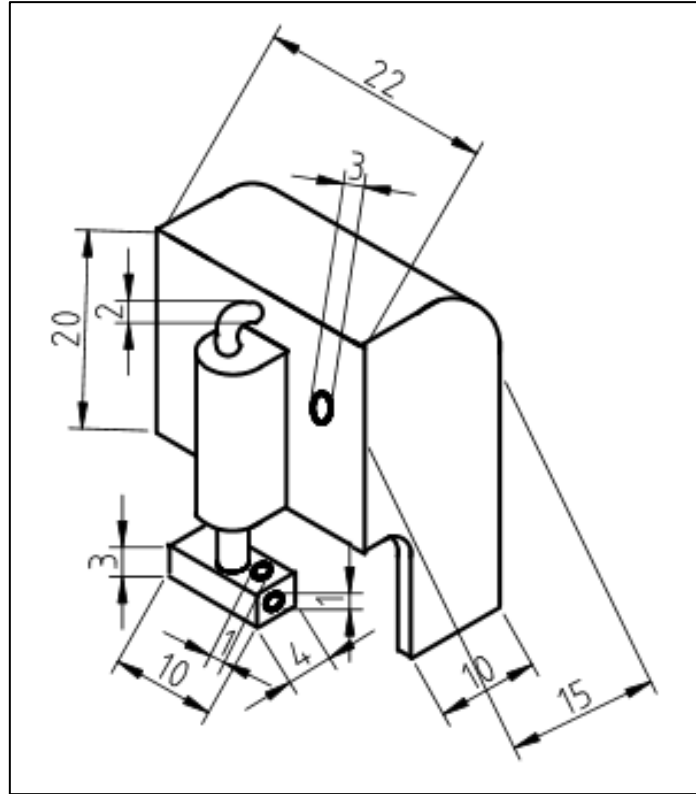
# **ANEXOS**

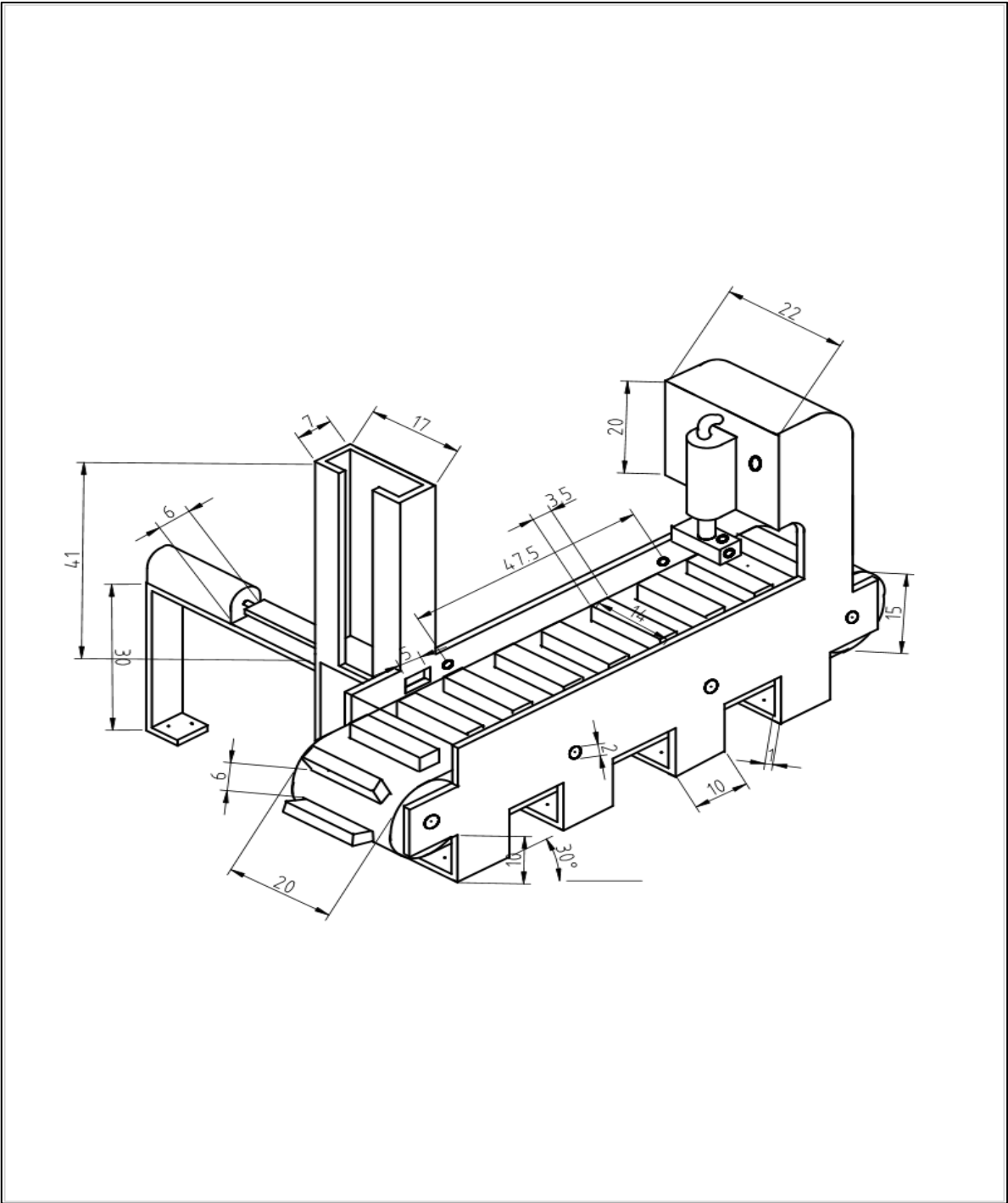
## Anexo1: esquemas del diseño mecánico



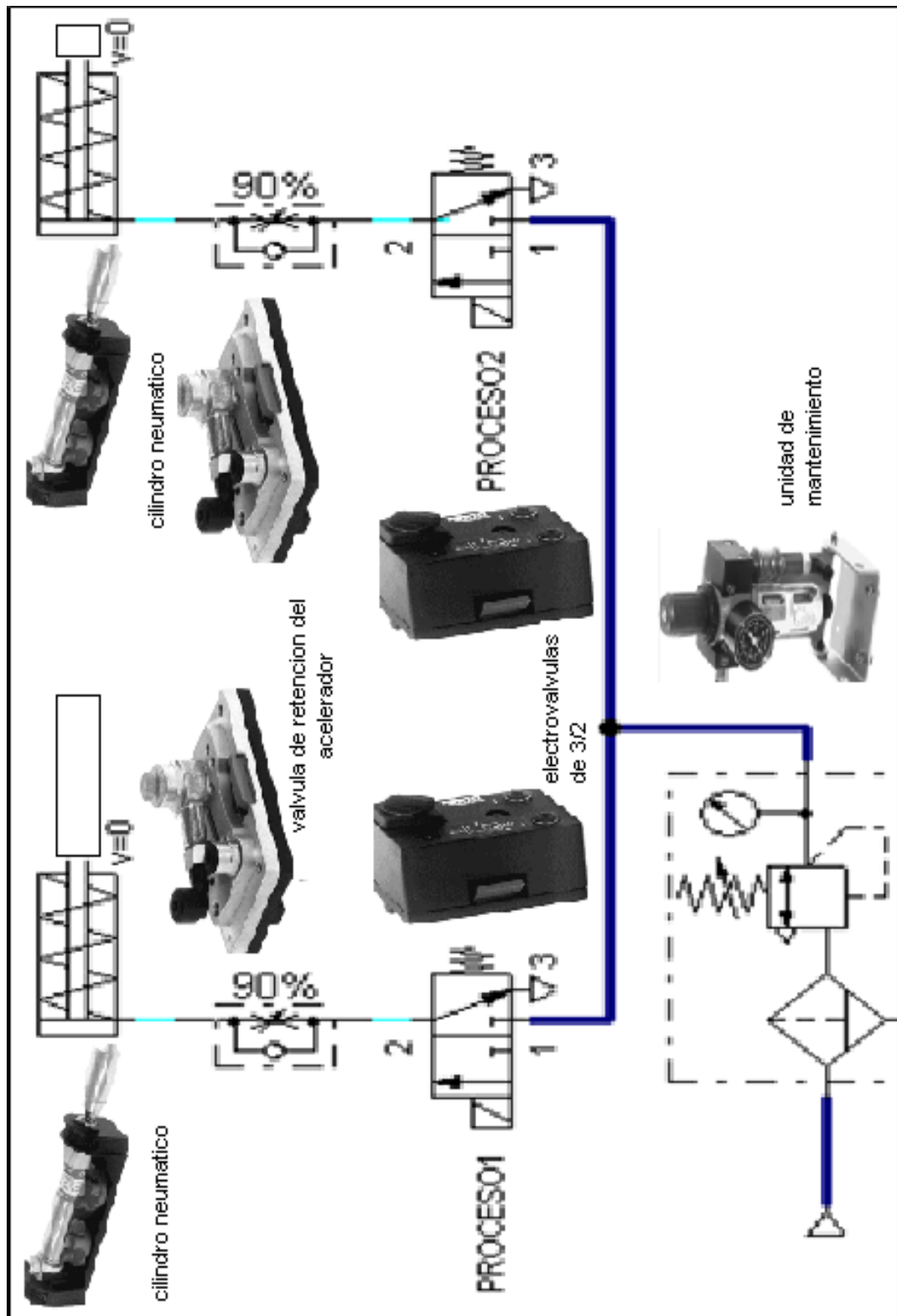
### Proceso de almacenamiento



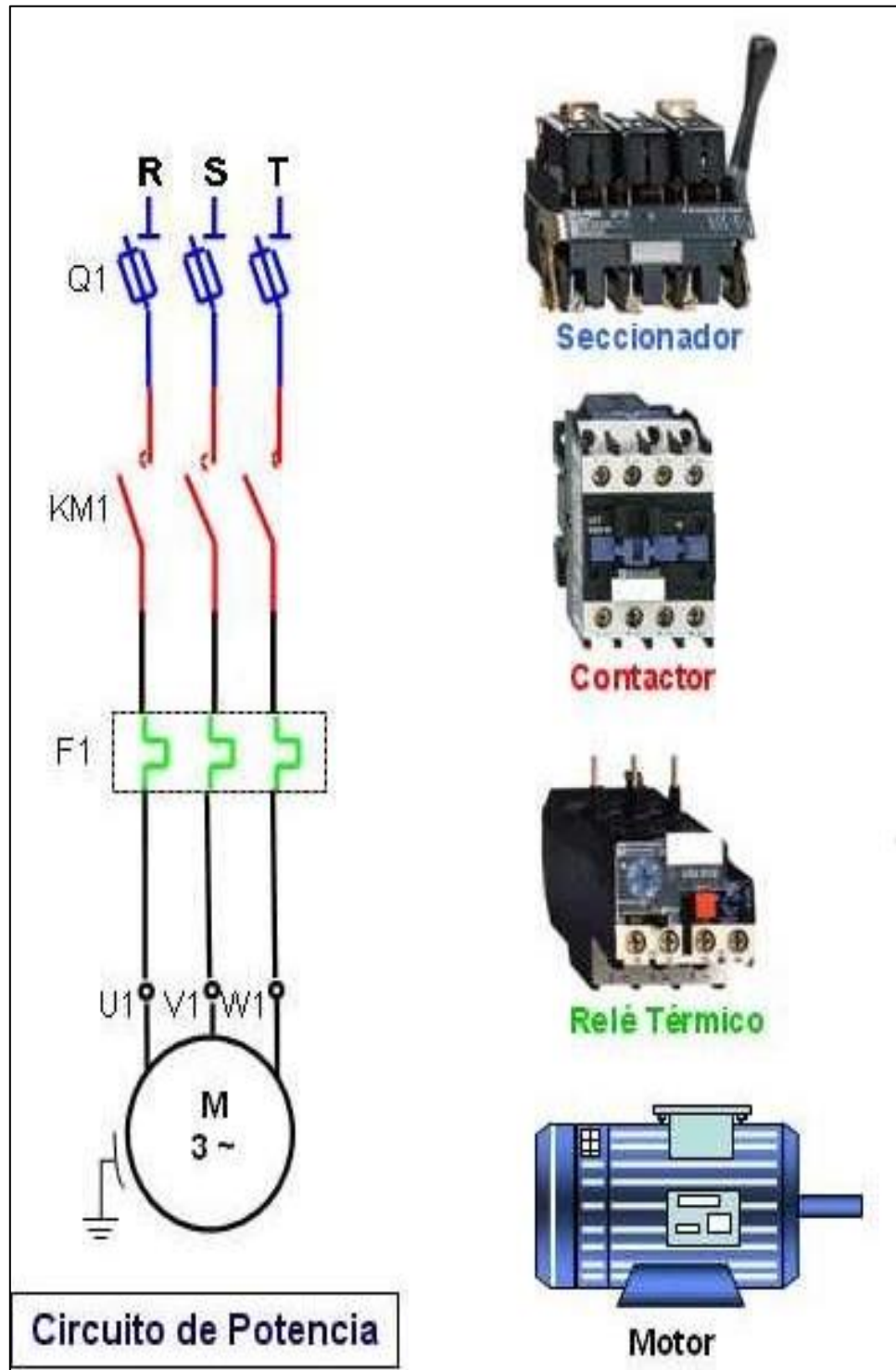




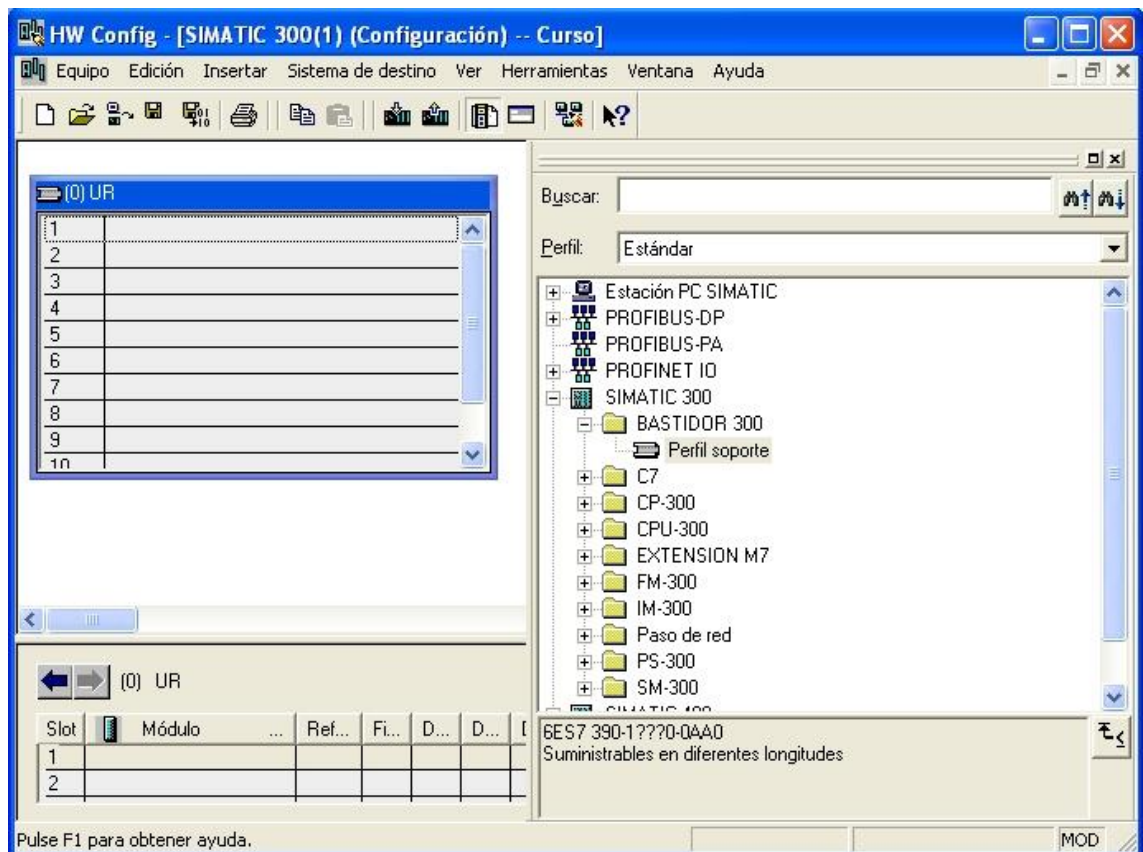




Anexo2: esquema eléctrico



### Anexo3: Software SIMATIC SIULADOR STEP 7 y simulación

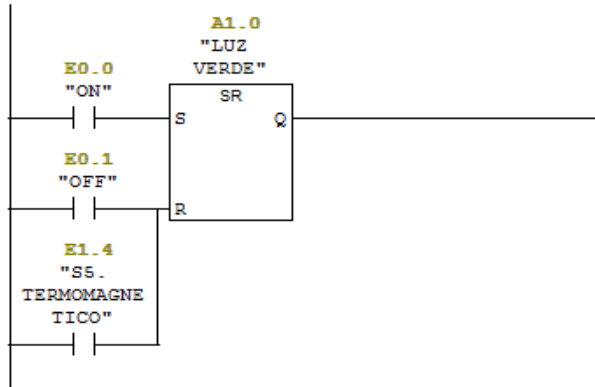


OB1 : "Main Program Sweep (Cycle)"

PROCESO DE SELLADO

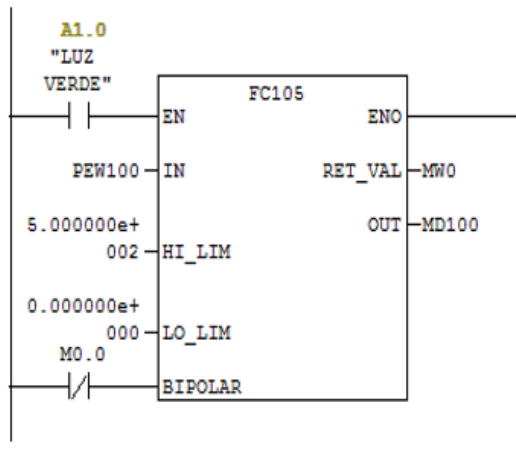
Segm. 1 : Titulo:

INICIO DEL PROCESO SE ENCIENDE LA LUZ VERDE

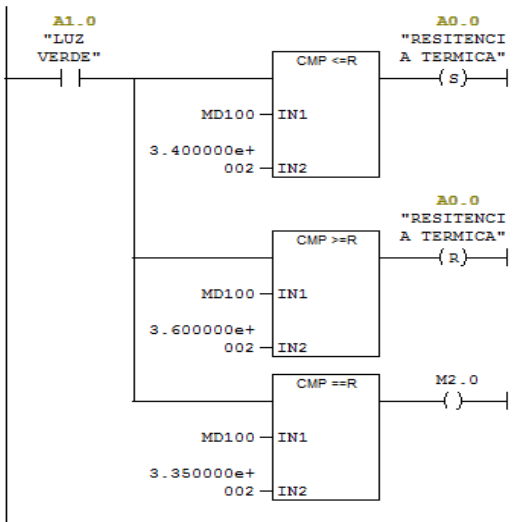


Segm. 2 : Titulo:

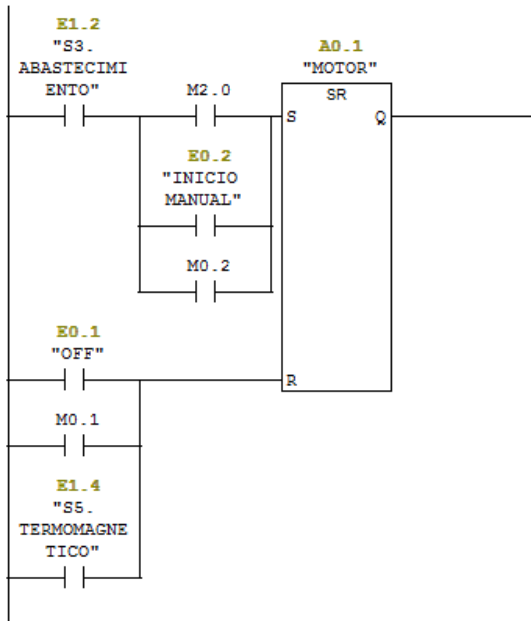
ESCALAMIENTO DE LOS VALORES TERMICOS



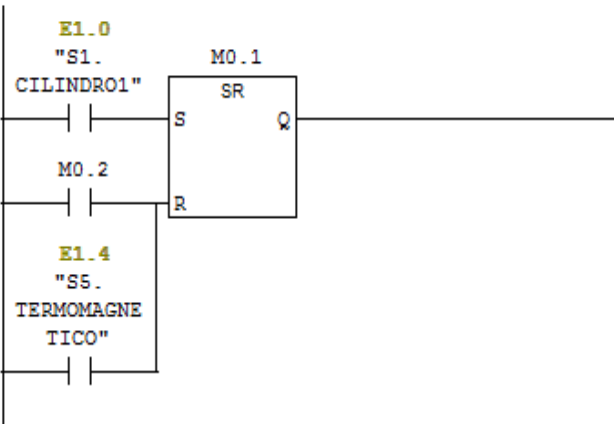
RANGO DE FUNCIONAMIENTO DE LA RESISTENCIA TERMICA



INICIO DEL PROCESO DE LA BANDA TRANSPORTADORA

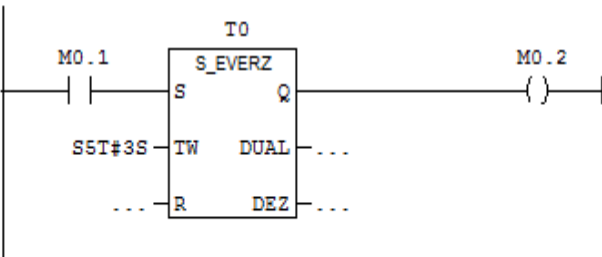


DETECTOR DE SENSOR S1



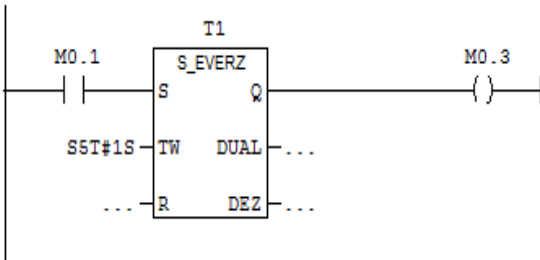
Segm. 6 : Titulo:

TIEMPO DE TRANSPORTE DEL MOLDE A LA FAJA TRANSPORTADORA



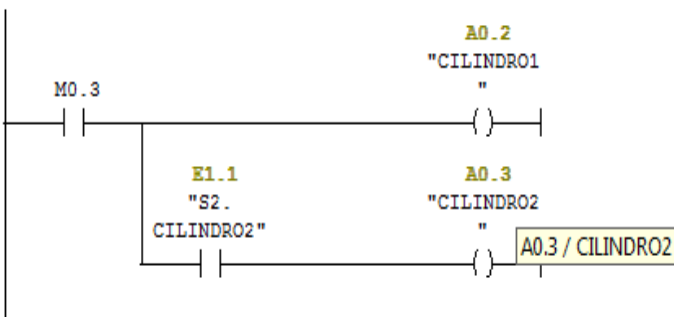
Segm. 7 : Titulo:

RETARDO DEL PROCESO



Segm. 8 : Titulo:

ACTIVACION DEL CILINDRO NEUMATICO 1 Y POSTERIORMENTE 2

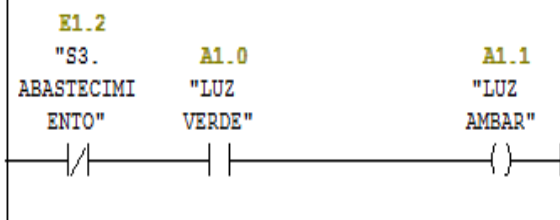


SI EL MOTOR SUFRE SOBRECALENTAMIENTO SE ACTIVA LED ROJO



Segm. 10 : Titulo:

SI NO HAY MOLDES CARGADOS SE ACTIVA LED AMBAR



## Anexo 4: especificaciones técnicas

### a) Especificaciones del sensor de temperatura

#### Descripción general:

Encabezado temperatura serie jt es un sensor de temperatura se compone, módulo y vivienda. la temperatura Cabecera es de clase un tipo de PT100 o PT1000. A señales acondicionado salida es proporcional a temperatura aplicada Que es Amplificado, compensado y recortada por un construir-en digital ASIC. Grasa de silicona conductora de calor es llena el interior Header a Garantizar la rápida conductora del calor y resistencia ACOID presione para el pt. Esta serie, junto con control indtrumentation o PLC para formar un sistema de control de automatización, ha sido ampliamente Aplicado en temperatura Control de procesos en las industrias de la metalurgia, energía, petrificación, alimentos y medicinas.

#### Características:

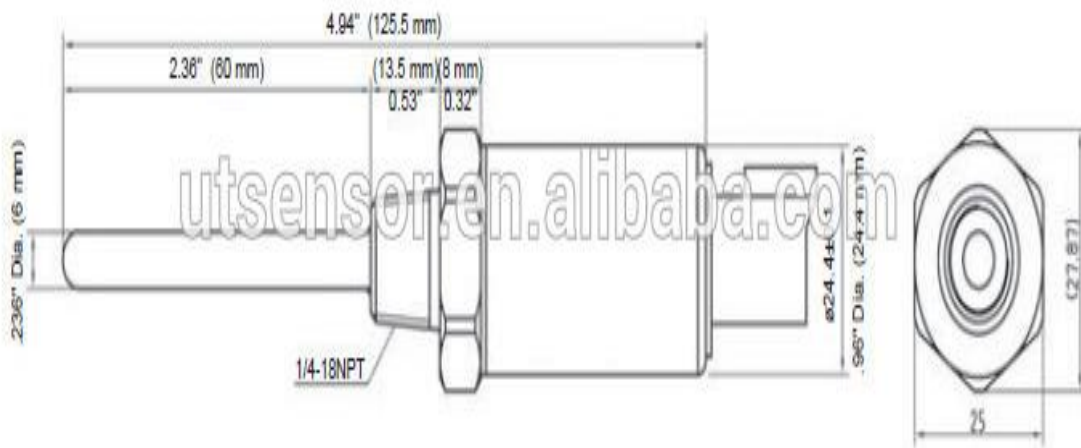
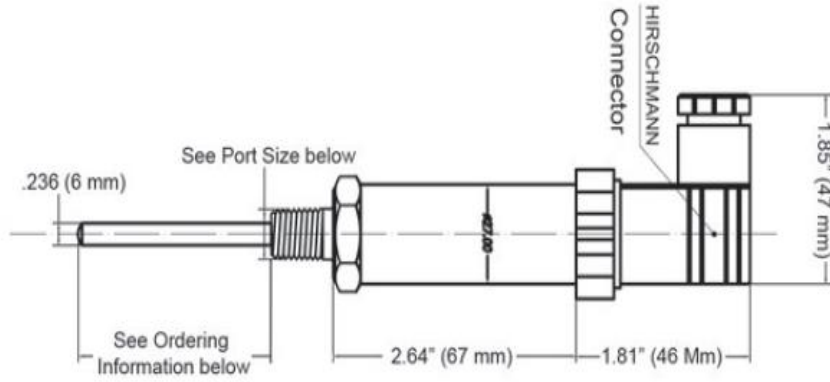
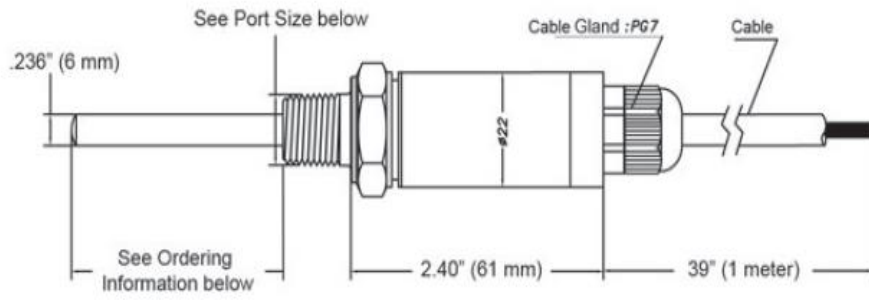
- Construcción de acero inoxidable, buena vibración y la estabilidad
- Buena linealidad y mutabilidad
- Emi/rfi
- Tamaño compacto, conexión flexible y posición de instalación

#### Especificaciones en 25 C grados:

Temperature range	-50~600°C
Total accuracy	±0.2%FS, 0.5%FS
Media compatibility	304ss (316ss please contact factory)
Stability	< 0.25%/yr (typical)
Supply voltage	5V or 10~30 V DC
Output (typ)	0.5V (analogue) 2.0mA (5) DC
	Or Ohm
Temperature coefficient	±±0.005%/V
Error on supply voltage	±±0.005%/V

Principio	PT100
	PT1000
Salida	0.5-4.5 V DC @ 5 VDC
	4-20mA @ 10-30 V DC
	0-5 V DC a 10-30 V DC
	0-10 V DC a 10-30 V DC
	Resistencia de salida
	Otros tipos
Conexión eléctrica	Cable, Packard Conector o Hirschman conector
Método de montaje	No, el perno fijo o perno móvil
Montaje	M20 * 1.5, 1/4npt, g1/4 u otros
Rango	-50-600c grados
Precisión	± 5% f.s, ± 25% f.s,
Longitud de la sonda	Min: 30mm max: 300mm
Sonda Dia	6mm

Dimensión:





b) Especificaciones del sensor óptico

OPTICAL FIBER SENSOR  
**BF4R SERIES**

M A N U A L



Thank you very much for selecting Autonics products.  
Please read this manual carefully before you use this unit.

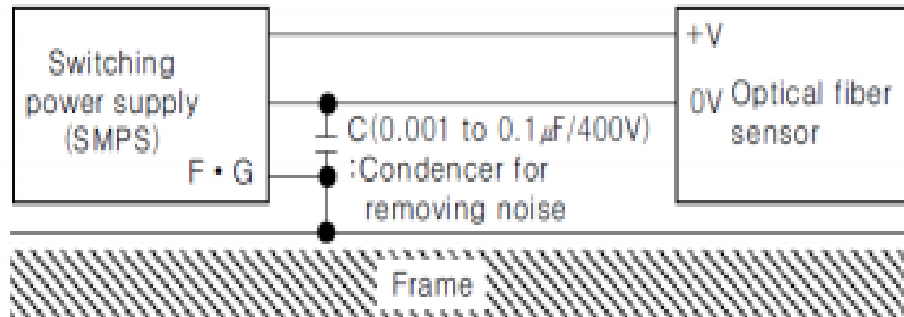
■ **Caution**



**This unit is not designed for safety, therefore when this unit is applied at dangerous application such as serious human injury, serious property damage, be sure to install fail-safe device.**

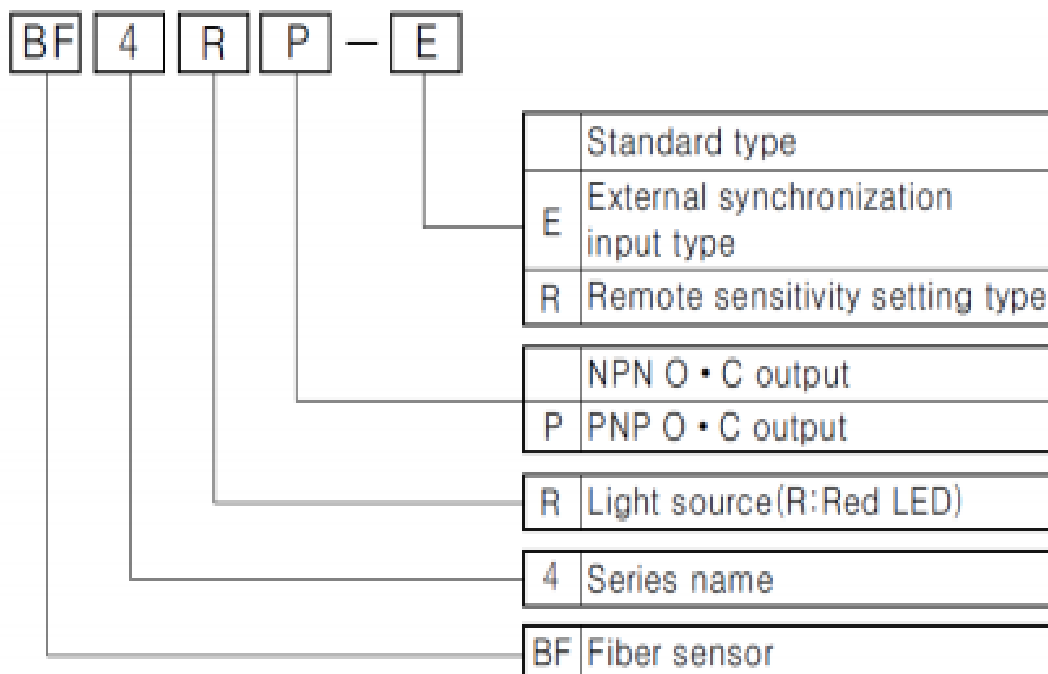
1. Do not scratch the section of optical fiber cable.
2. Intercept a strong light as like sunlight, spotlight under triangulation range of optical fiber cable.
3. Do not apply a strong tensile force to optical fiber cable.
4. In case of install the optical fiber cable, be sure not to curve the optical fiber cable over tolerance that mentioned in our catalogue.
5. When a high voltage or power line pass through near the Amp. cable, be sure to use separated conduit to prevent a sensor from surge or noise.
6. Avoid to install the unit as following place.  
Corrosive gas, oil or dust, strong flux, noise, sunny, strong alkali, acid.
7. In case of connecting inductive load such as DC relay at load, use shielded cable, diode and varistor in order to remove noise.
8. The Amp. cable must be used shortly, because it might be occurred malfunction by noise through the long cable.

9. When it is stained by dirt at a detecting part of the optical fiber cable, please clean the detecting part with dry cloth softly. But don't use an organic materials such as alkali acid, chromic acid.
10. When the unit is supplied switching power supply unit, as a power source please earth Frame ground(F.G) terminal, and connect condenser between 0V and F.G terminals to remove noise.




※Above cautions must be kept because malfunction of unit can be occurred.

## ■ Ordering information



※The above specifications are changeable without any notice of anytime.

## ■ Specification

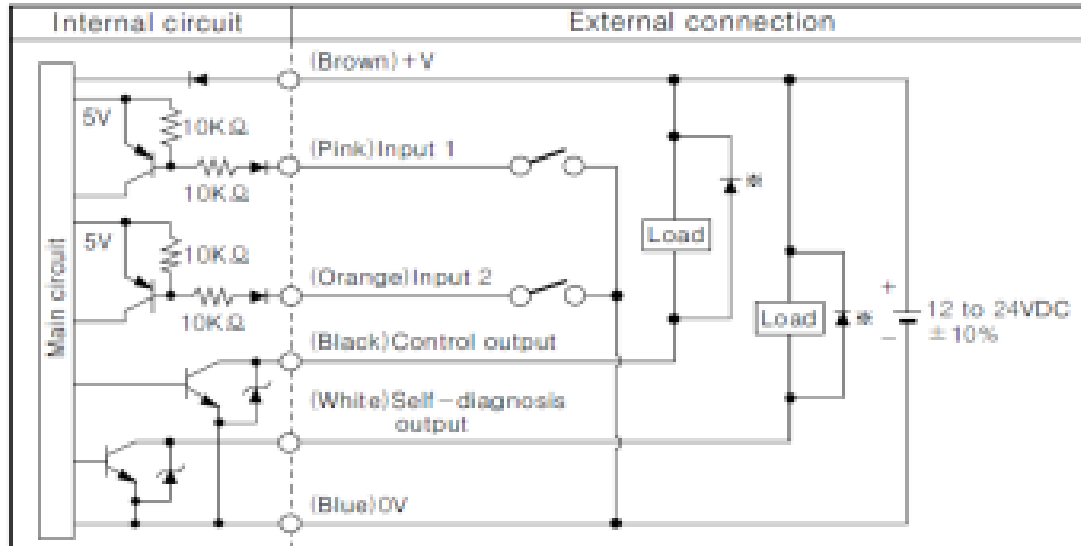
Model	BF4R (Standard type)	BF4R-E (External synchroni- zation input type)	BF4R-R (Remote sensitivity setting type)	BF4RP (Standard type)
Power voltage	12 to 24VDC $\pm$ 10%, Ripple p-p:Max. 10%			
Power consumption	Max. 45mA			
Control output	<b>NPN o · c output</b>			<b>PNP o · c output</b>
	Load current:Max. 100mA Applied voltage:Max. 30VDC Residual voltage:Max. 1V(at 100mA load current), Max. 0.4V(at 16mA load current)			Load current :Max. 100mA, Applied voltage :Max. 30VDC Output voltage Min. power supply - 2.5V
Self-diagnosis output	ON state under unstable sensing(When the target stays for 300ms in unstable area) or ON state when control output short-circuit			
	Load current:Max. 50mA Applied voltage:Max. 30VDC Residual voltage:Max. 1V(at 50mA load current), Max. 0.4V(at 16mA load current)			Load current :Max. 50mA, Applied voltage :Max. 30VDC Output voltage Min. power supply - 2.5V
Operating mode	Setting the sensitivity in front of unit with ON/OFF button			
Protection circuit	Built-in short-circuit protection, Reverse polarity protection device			
Light source	Red LED(Modulated)			
Response time	Max. 0.5ms(Note*1)			
Control output indicator(OUT)	Red LED			
Stable indicator(STAB)	Green LED flickers when the target stays in stable sensing area			
Emission disable input		Built in		
External synchroni- zation function	_____	Built in (Gate/Trigger)	_____	_____
Remote sensitivity setting function		_____	Built in	
Interference prevention function	Built-in selectable FREQ.1 or FREQ.2 by ON/OFF button			
Timer function (Selectable)	Off delay timer (Approx. 40ms fixed)	_____		Off delay timer(Approx. 40ms fixed)
Ambient operating illumination	Sunlight : Max. 11,000Lux, Incandescent lamp : Max. 3,000Lux			
Noise	$\pm$ 240V the square wave noise (pulse width:1 $\mu$ s) by the noise simulator			
Dielectric strength	1000VAC 50/60Hz for 1 minute between all terminals and enclosure			
Insulation resistance	Min. 20M $\Omega$ (at 500VDC) between all terminals and enclosure			
Vibration	1.5mm amplitude at frequency of 10 to 55Hz in each of X, Y, Z directions for 2hour			
Shock	500m/S <sup>2</sup> (50G) X, Y, Z direction for 3 times			
Ambient operating temperature	-10 to 50°C(at non-freezing state)			
Ambient storage temperature	-20 to 70°C(at non-freezing state)			
Ambient humidity	35 to 85%RH			
Material	Case : Heat-resistant ABS, Case cover : Polycarbonate			
Cable	$\phi$ 4, 4P, Length:2m		$\phi$ 4, 6P, Length : 2m	$\phi$ 4, 4P, Length:2m
Weight	About 65g			
Approval				

\* (Note1) Frequency 1 (Normal mode):Max. 0.5ms, Frequency 2:Max. 0.7ms

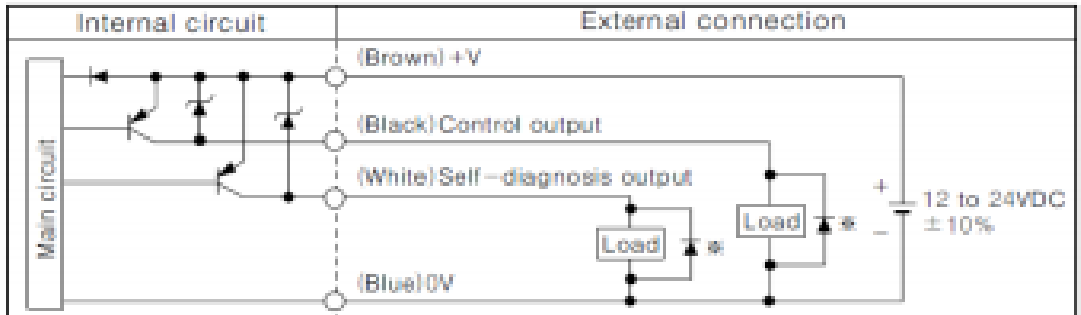
\* The weight of above chart is net weight.

## ■ Control output

### ●NPN O · C output



### ●PNP O · C output

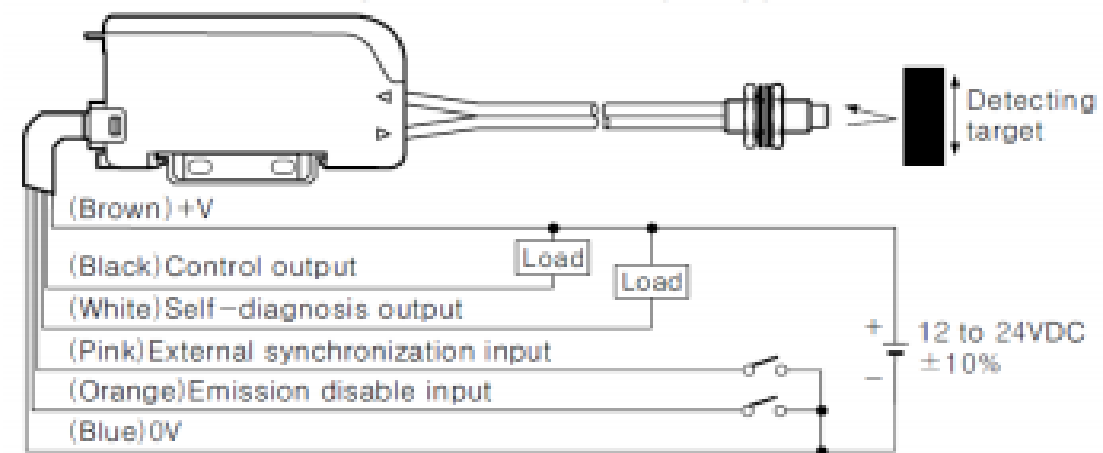


Model	BF4R (Standard type)	BF4R-E (External synchronization input type)	BF4R-R (Remote sensitivity setting type)
Input cable	—————	External synchronization input	ON input of external sensitivity setting
Input 1	—————	External synchronization input	ON input of external sensitivity setting
Input 2	—————	Emission disable input	OFF input of external sensitivity setting

\* Connect Diode at external terminal for inductive load.

## ■ Connection

### ●BF4R-E(External synchronization input type)





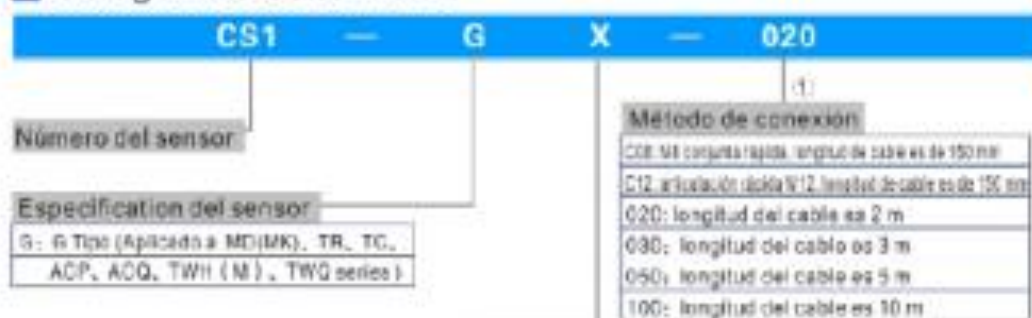
#### Dimensiones



#### Especificación

Modelo	CS1-G	CS1-P	CS1-X	CS1-M
Característica	Tipo de NPN normalmente abierto		Tipo de PNP normalmente abierto	
Tipo de sensor	Interruptor de inyección inductivo		Tipo de NPN	Tipo de PNP
Unidad de funcionamiento (V)	0-240V AC/DC		0-24V DC	
Máx. Corriente de salida (mA)	100		200	
Corriente de inyección (V)	Máx. 10		Máx. 0	
Consumo de corriente	N/A		15mA Máx. @ 24V	
Carga de salida (A)	2.1A Máx. @ 240V AC		0.5A Máx. @ 240V AC	
Cable	4 x 0.25, 4 conductores (3 cables de cobre PVC, 1 cable de aluminio)		4 x 0.25, PVC (3 cables de cobre, 1 cable de aluminio)	
Indicador	LED rojo	LED	LED rojo	
Tipos de conexión	N/A		Código Máx.	
Resistencia (kΩ)	60-70		60-70	
Máx. Presión (MPa)	200		100	
Módulo (mm)	60		60	
Vibración (mm/s)	30		30	
Rango de temperatura (°C)	-10-70		-10-70	
Caja de protección	IP67/IP69K		IP67/IP69K	
Grado de protección	N/A		protección IP67 (para el ambiente) protección de alta presión IP69K	

#### Código de ordenamiento



#### Modelo del sensor

En blanco:	Tubería magnética de resorte de dos líneas de con contacto / normalmente abierto
N:	NPN de tres líneas sin contacto (la corriente fluye hacia adentro) / normalmente abierto
P:	PNP de tres líneas sin contacto (la corriente fluye hacia afuera) / normalmente abierto
X:	Tubería de resorte de dos líneas con el contacto magnético, sin la luz indicadora / normalmente abierto

① Nota: La articulación rápida que se adjunta al extremo del cable es el tipo de hilo de bronce de tres agujas masculina de junta lineal giratoria. El enchufe hembra de junta tiene que ser ordenada adicionalmente. Por favor, consulte a PVI-44 para los datos específicos.

#### Montaggio

Non sono necessari accessori aggiuntivi per l'installazione dei sensori serie CS1-G (N, P e X): questi possono essere fissati direttamente sulla scanalatura del cilindro in maniera pratica e veloce.

**CS1-G(N, P, X) (Serie ACQ, ACP, MD, MK, TWH, TWQ, TC)**

**Instalación**

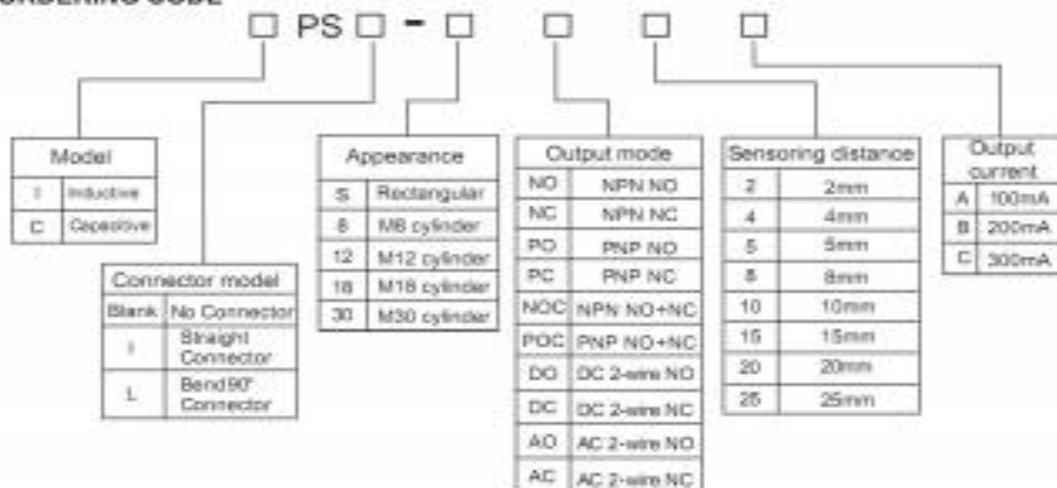
Ajugar el tornillo de sujeción en el interruptor inductivo, conducir el interruptor inductivo a la ranura de instalación y ajustar a la posición correcta. Apriar el tornillo de sujeción para fijarse.

Dear clients, Thanks for choosing IBEST proximity sensors! Before installing and operating the sensors, please read this instruction manual carefully. For any questions, please contact our sales people immediately.

**1. FEATURES**

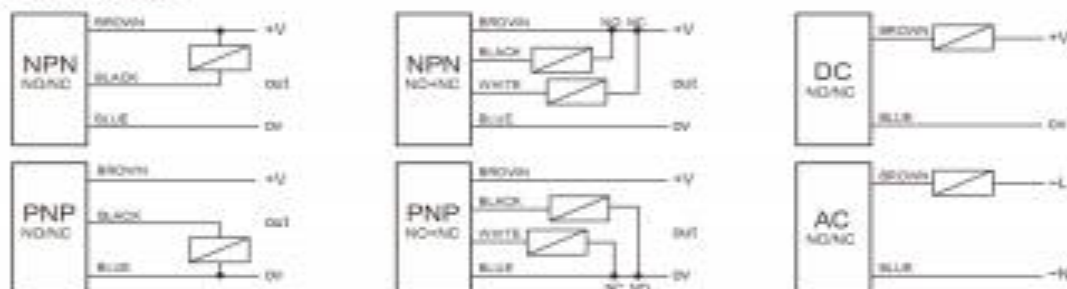
- Inductive and capacitive proximity sensor
- Style: cylinder shape (M8, M12, M18, M30), and rectangular shape
- Shielded or unshielded type;
- DC 2-wire (10-30V DC), DC 3-wire(10-30V DC), DC 4-wire(10-30V DC),AC 2-wire (90-250 AC) type
- Connection mode: 3/4 wire or 3/4 pin connector
- Mounting distance: M8 (1/2mm), M12(2/4mm), M18(5/8mm), M30(10/15mm), "R" style: 5, 10, 15, 20mm
- With LED operation indicator, easily identifiable
- Brass chrome plated, proof of oil, water acid, alkaline
- Standard sensing object: inductive sensor: ferrous metals; capacitive sensor: metal or non-metal objects.
- Protection rate: IP67, water resistant
- Over-current protection
- Widely applied in measuring, Counting, Rpm measuring in mechanism, chemical, paper manufacture light industry, etc

**2.ORDERING CODE**



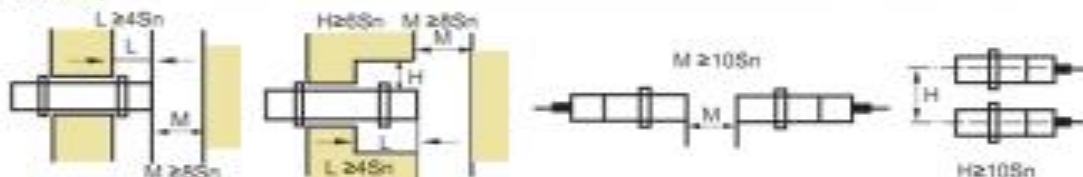
For special request of sensors (i.e.appearance function), please indicate when order.

**3.CONNECTION**



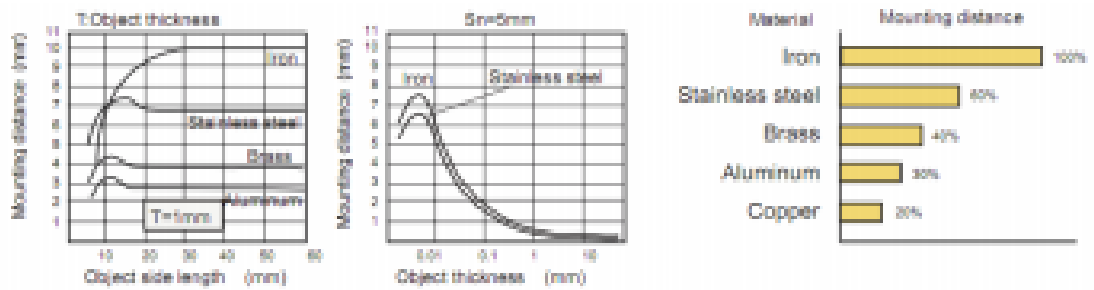
**4.INSTALLATION DEMAND**

If used in an area surrounded by metal or juxtaposed , Install the proximity Sensor as follows . (Sn Sensing distance)



**5.IPS INDUCTIVE PROXIMITY APPLICATION DIRECTION**

- You had better set mounting distance equal 80% sn.
- Please set mounting distance equals 50%sn,when sensor applies in measuring mounting frequency or operating in high speed circumstance.
- Mounting distance varies with measuring object(iron, stainless steel ,brass, copper and aluminum)



### ORDERING CODE AND TECHNICAL SPECIFICATIONS:

a. Inductive proximity sensor

Ordering code	IPS□-8□□□		IPS□-18□□□			IPS□-30□□□			
Dimension									
Out put	DC		DC		AC	DC		AC	
	NPN	PNP	NPN	PNP		NPN	PNP		
Mode	NO	PSUL-18D12A / PSUL-18P12A	PSUL-18D05B / PSUL-18P05B	PSUL-18D08B / PSUL-18P08B	PSUL-18AC05C	PSUL-30D1015B / PSUL-30P1015B	PSUL-30D1515B / PSUL-30P1515B	PSUL-30AC15C	
	NC	PSUL-18C12A / PSUL-18P12A	PSUL-18C05B / PSUL-18P05B	PSUL-18C08B / PSUL-18P08B	PSUL-18AC08C	PSUL-30C1015B / PSUL-30P1015B	PSUL-30C1515B / PSUL-30P1515B	PSUL-30AC15C	
	NO+NC	/	/	PSUL-18D05B / PSUL-18P05B	PSUL-18D08B / PSUL-18P08B	/	PSUL-30D1015B / PSUL-30P1015B	PSUL-30D1515B / PSUL-30P1515B	/
	DO	PSUL-18D12A	PSUL-18D05B	PSUL-18D08B	/	PSUL-30D1015B	PSUL-30D1515B	/	
	DC	PSUL-18D12A	PSUL-18D05B	PSUL-18D08B	/	PSUL-30D1015B	PSUL-30D1515B	/	
Mounting distance	1mm/2mm		5mm/8mm			10mm/15mm			
Sensing distance	0-0.8mm/0-1.8mm		0-4mm/0-6.4mm			0-8mm/0-12mm			
Power supply	DC 10-30V		DC 10-30V		AC 90-250V	DC 10-30V		AC 90-250V	
Frequency	≤200Hz		≤400Hz / ≤200Hz		≤20Hz	≤200Hz		≤20Hz	
Current output	≤100mA		≤200mA		≤300mA	≤200mA		≤300mA	
Ambient temperature	-20°C ~70°C		-20°C ~70°C		-20°C ~70°C	-20°C ~70°C		-20°C ~70°C	
Protection	over-current/polarity		over-current/polarity		/	over-current/polarity		/	
IP rating	IP67		IP67		IP67	IP67		IP67	

Ordering code	IPS□-12□□□		IPS□-5□□□			IPS□-5□□□			
Dimension									
Out put	DC		DC		AC	DC		AC	
	NPN	PNP	NPN	PNP		NPN	PNP		
Mode	NO	PSUL-12D04B / PSUL-12P04B	PSUL-5D05B / PSUL-5P05B	PSUL-5D05B / PSUL-5P05B	/	PSUL-5D05B / PSUL-5P05B	PSUL-5D05B / PSUL-5P05B	PSUL-5AC05C	
	NC	PSUL-12C04B / PSUL-12P04B	PSUL-5C05B / PSUL-5P05B	PSUL-5C05B / PSUL-5P05B	/	PSUL-5C05B / PSUL-5P05B	PSUL-5C05B / PSUL-5P05B	PSUL-5AC05C	
	NO+NC	PSUL-12D04B / PSUL-12P04B	PSUL-5D05B / PSUL-5P05B	PSUL-5D05B / PSUL-5P05B	/	PSUL-5D05B / PSUL-5P05B	PSUL-5D05B / PSUL-5P05B	/	
	DO	PSUL-12D04B	PSUL-5D05B	PSUL-5D05B	/	PSUL-5D05B	PSUL-5D05B	/	
	DC	PSUL-12D04B	PSUL-5D05B	PSUL-5D05B	/	PSUL-5D05B	PSUL-5D05B	/	
Mounting distance	2mm/4mm		5mm			10mm		10mm	
Sensing distance	0-1.6mm/0-3.2mm		0-4mm			0-8mm		0-8mm	
Power supply	DC 10-30V		DC 10-30V		/	DC 10-30V		AC 90-250V	
Frequency	≤200Hz / ≤400Hz		≤400Hz		/	≤200Hz		≤20Hz	
Current output	≤200mA		≤200mA		/	≤200mA		≤300mA	
Ambient temperature	-20°C ~70°C		-20°C ~70°C		/	-20°C ~70°C		-20°C ~70°C	
Protection	over-current/polarity		/		/	over-current/polarity		/	
IP rating	IP67		IP67			/	IP67		IP67

Notice: If you want the sensors have OVER-CURRENT PROTECTION, please indicate when order.