

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

**Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación**

“Diseño de un sistema de sellado térmico al vacío para  
empacar la producción de manteca en Industrias Ales”

**PROYECTO INTEGRADOR**

Previo la obtención del Título de:

**INGENIERO EN ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN**

Presentado por:

Erick Josue Jama Ureña

Juan Sebastián Tumbaco Guzmán

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2020

## DEDICATORIA

Este trabajo va dedicado primeramente a Dios, que con sus bendiciones me ha permitido cumplir este objetivo académico. A mis padres, mi hermano y abuela, que siempre estuvieron ahí y son un pilar fundamental en mi vida. Y a todas las personas que confiaron en mí desde un principio.

**Juan Sebastián Tumbaco Guzmán**

## **DEDICATORIA**

A mis padres, que han sido la clave de este proceso, por su apoyo, sus consejos y llenarme de motivación para no abandonar mis objetivos.

**Erick Josue Jama Ureña**

## **AGRADECIMIENTOS**

Quiero agradecer a todos mis amigos y familiares que de alguna manera pudieron contribuir para que pueda finalizar esta etapa en mi vida. A los Ingenieros Holger Cevallos y Dennis Cortez que aportaron con sus conocimientos y nos supieron guiar en el desarrollo de este trabajo.

**Juan Sebastián Tumbaco Guzmán**

## **AGRADECIMIENTOS**

A mi familia, que siempre han estado apoyándome y animándome a seguir adelante. A todos mis amigos, con los que he compartido momentos importantes para alcanzar este logro. En especial, a los Ingenieros Holger Cevallos y Dennis Cortez quienes con su paciencia y vocación por la enseñanza, nos han transmitido su experiencia para culminar este trabajo con éxito.

**Erick Josue Jama Ureña**

## DECLARACIÓN EXPRESA

“Los derechos de titularidad y explotación, nos corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; Juan Sebastián Tumbaco Guzmán y Erick Josue Jama Ureña damos nuestro consentimiento para que la ESPOL realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual”



---

Juan Tumbaco G.



---

Erick Jama U.

## EVALUADORES



.....  
**Ing. Dennys Cortez**

PROFESOR DE LA MATERIA



.....  
**Ing. Holger Cevallos**

PROFESOR TUTOR

Guayaquil, 21 de agosto de 2020

Sr. Ing.  
Lenin Burneo  
**Gerente de Proyectos y Mantenimiento en Industrias Ales C.A.**

De nuestra consideración:

Los estudiantes de la Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL), **JUAN SEBASTIÁN TUMBACO GUZMÁN**, con C.I. **0952591030** y **ERICK JOSUE JAMA UREÑA**, con C.I. **0850223579** ante Ud. nos presentamos y exponemos:

Por medio de la presente nos dirigimos a Ud. con la finalidad de solicitarle, nos conceda autorización para desarrollar el proyecto de Tesis de Grado para la titulación en la carrera de Ingeniería en Electrónica y Automatización que cuente con la información y el nombre de la empresa.

Por la gentil atención a la presente solicitud, le anticipo mis sinceros agradecimientos.

Atentamente



**JUAN SEBASTIÁN TUMBACO GUMZÁN**  
C.I.0952591030.



**ERICK JOSUE JAMA UREÑA**  
C.I. 0850223579



**LENIN BURNEO**  
**GERENTE DE PROYECTOS Y MANTENIMIENTO**



## RESUMEN

Una de las mayores limitantes para las empresas ecuatorianas que desean instalar plantas modernas y totalmente automatizadas en sus instalaciones, son los altos costos de adquisición de maquinaria que ofrecen fabricantes en el exterior, además de requerir piezas que no se encuentran localmente en el caso de alguna reparación. Por lo cual, este proyecto está pensado en solucionar una de las problemáticas que se presentó en “Industrias Ales” con su línea de producción de manteca, en donde, el sellado del producto se lo hacía de manera manual, repercutiendo en su conservación. Debido a esto, se presenta este diseño de un sellado térmico automatizado con un sistema de vacío. Como punto de partida, se estableció la secuencia del proceso de sellado, que permitió desarrollar la programación del PLC. Posterior a esto, se escogieron todos los equipos y componentes necesarios para la conformación del diseño. Para determinar el correcto funcionamiento del sistema se utilizó el software “FluidSim”, en el cual se analizó el comportamiento de los actuadores neumáticos, obteniendo algunos datos importantes sobre la producción de manteca como el tiempo que le toma a una caja de 25 kg en ser procesada hasta que sea despachada, acción que dura alrededor de 30 segundos, reduciendo el tiempo de sellado en un 33%. Además, se realizó el cálculo de consumo energético diario del sistema, evidenciando que se está en frente a un proceso eficiente. La realización de este proyecto traería múltiples beneficios para “Industrias Ales” que van desde un aumento de la productividad, con una menor inversión, hasta mejorar la calidad del producto a despachar mediante el sistema de sellado totalmente hermético al vacío.

**Palabras Clave:** Sellado hermético, envasado al vacío, proceso automatizado

## **ABSTRACT**

*One of the biggest limitations for Ecuadorian companies that want to install modern and fully automated plants in their facilities are the high costs of acquiring machinery offered by manufacturers abroad, in addition to requiring parts that are not found locally in the case of any repair. Therefore, this project is designed to solve one of the problems that arose in “Industrias Ales” with its butter production line, where the product was sealed manually, affecting its conservation. Because of this, this design of an automated heat seal with a vacuum system is presented. As a starting point, the sequence of the sealing process was established, which allowed the development of the PLC programming. After this, all the equipment and components necessary for the conformation of the design were chosen. To determine the correct functioning of the system, the “FluidSim” software was used, in which the behavior of the pneumatic actuators was analyzed, obtaining some important data on butter production, such as the time it takes for a 25 kg box to be processed until dispatched, an action that lasts around 30 seconds, reducing sealing time by 33%. In addition, the daily energy consumption calculation of the system was carried out, showing that it is facing an efficient process. Carrying out this project would bring multiple benefits for “Industrias Ales”, ranging from an increase in productivity, with a lower investment, to improving the quality of the product to be shipped through the completely hermetic vacuum sealing system.*

**Keywords:** *Hermetic sealing, vacuum packing, automated process*

# ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	I
<i>ABSTRACT</i>	II
ÍNDICE GENERAL	III
ABREVIATURAS	VI
SIMBOLOGÍA	VII
ÍNDICE DE FIGURAS	VIII
ÍNDICE DE TABLAS	X
ÍNDICE DE PLANOS	XI
CAPÍTULO 1	12
1.	12
1.1	12
1.2	13
1.3	13
1.3.1	13
1.3.2	13
1.4	13
1.4.1	13
1.4.2	14
1.4.3	15
1.4.4	17
1.4.5	19
1.4.6	20
1.4.7	20
1.4.8	21
1.4.9	22
1.4.10	22

CAPÍTULO 2	23
2.	24
2.1	24
2.1.1	24
2.2	25
2.2.1	25
2.2.2	26
2.3	31
2.3.1	31
2.3.2	32
2.3.3	33
2.3.4	37
2.3.5	37
2.3.6	39
2.3.7	40
2.4	42
2.4.1	42
2.4.2	43
2.5	45
2.5.1	45
2.5.2	46
2.5.3	47
2.5.4	47
2.5.5	48
2.5.6	49
2.5.7	50
2.5.8	51

CAPÍTULO 3	50
3.	52
3.1	52
3.2	52
3.3	53
3.4	55
3.4.1	55
3.4.2	55
3.4.3	56
3.4.4	57
3.4.5	58
3.4.6	58
3.5	59
3.6	61
CAPÍTULO 4	62
4.	64
4.1	64
4.2	65
BIBLIOGRAFÍA	64
APÉNDICE	66

## ABREVIATURAS

ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
PLC	Programmable logic controller
HMI	Human machine interface
SSR	Solid state relay
IEC	International Electrotechnical
AC	Alternating Current
DC	Direct Current
IP	Grado de protección
RS232	Recommended Standard 232
E/S	Periférico de entrada/salida
HFFS	Máquina empacadora vertical
VFFS	Máquina empacadora vertical

## SIMBOLOGÍA

$\mu\text{m}$	Micrómetro
mm	Milímetro
cm	Centímetro
m	Metro
s	Segundos
V	Voltios
$\Omega$	Ohmios
in	Pulgada
N	Newton
A	Amperios
I	Intensidad de corriente
bar	Unidad de presión
mbar	milésima de un bar
HP	Horse Power
Rpm	Revoluciones por minuto
Nm	Newton-metro
W	Watts
Kg	Kilogramo
$^{\circ}\text{C}$	Grados celsius
Q	Caudal
t	Tiempo
$\alpha$	Coeficiente de temperatura

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Máquina empacadora automática.	13
Figura 1.2 Máquina flow pack.	14
Figura 1.3 Máquina VFFS para el empaçado granular.	15
Figura 1.4 Sellado a través de mordazas.	16
Figura 1.5 Esquemático del circuito de un variador de frecuencia.	18
Figura 1.6 Esquema de la programación FBD.	20
Figura 1.7 Esquema de la programación en escalera	20
Figura 2.1 Diagrama de bloques del sistema de sellado.	23
Figura 2.2 Secuencia del proceso del sellado.	24
Figura 2.3 Diagrama de flujo del ingreso de la caja.	25
Figura 2.4 Diagrama de flujo del templado de la funda.	26
Figura 2.5 Diagrama de flujo del sellado de la funda.	27
Figura 2.6 Diagrama de flujo del Cierre de la caja.	28
Figura 2.7 Esquemático de la etapa de producción y distribución.	29
Figura 2.8 Unidad de mantenimiento con su esquema.	29
Figura 2.9 Actuador ADN-32-50-A-P-A.	31
Figura 2.10 Actuador DSBC-40-250-PPVA-N3.	32
Figura 2.11 Actuador DSNU-20-125-PPS-A.	33
Figura 2.12 Actuador DSR-12-180-P.	34
Figura 2.13 Ventosas VAD-1/4	35
Figura 2.14 Ventosas VASB-55-1/4-PUR-B.	35
Figura 2.15 Electroválvula CPV14 10P-14-8A-MP-N-U-8M.	36
Figura 2.16 Electroválvula VUVS-L20-P53C-MD-G18-F7 con su esquema.	37
Figura 2.17 Bomba Wigan WP8DE/V.	37
Figura 2.18 Filtro FB series	38
Figura 2.19 PLC Panasonic AFPX-C60PD	38
Figura 2.20 Entorno del software Control FPWIN.	39
Figura 2.21 Pantalla GT707.	40
Figura 2.22 Esquema de las pantallas presentes en la interfaz.	41
Figura 2.23 Fuente de voltaje SITOP PSU8200	42



Figura 2.24 Variador de frecuencia Micro Master420	44
Figura 2.25 Esquema del circuito de resistencias y el relé SSR.	45
Figura 2.26 Relé de estado sólido "Fotek"	46
Figura 2.27 Sensor de proximidad con su esquema.	46
Figura 2.28 Sensor óptico con su esquema.	47
Figura 3.1 Secuencia de la activación de la bomba de vacío.	48
Figura 3.2 Secuencia del sellado del termoplástico	49
Figura 3.3 Diagrama de estados de los cilindros neumáticos	49
Figura 3.4 Pantalla Home.	50
Figura 3.5 Pantalla Manual 1.	51
Figura 3.6 Pantalla Manual 2.	51
Figura 3.7 Pantalla Automático.	52
Figura 3.8 Pantalla Ajustes.	53
Figura 3.9 Pantalla Alarmas.	53
Figura 3.10 Pantalla Usuario.	54

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Matriz de decisión.	23
Tabla 2.2 Especificaciones técnicas de la unidad de mantenimiento.	29
Tabla 2.3 Tareas de los pistones ADN-32-50-A-P-A.	30
Tabla 2.4 Especificaciones técnicas del pistón ADN-32-50-A-P-A.	30
Tabla 2.5 Tareas de los pistones DSBC-40-250-PPVA-N3	31
Tabla 2.6 Especificaciones técnicas del pistón DSBC-40-250-PPVA-N3.	32
Tabla 2.7 Tareas de los pistones DSNU-20-125-PPS-A	32
Tabla 2.8 Especificaciones técnicas del pistón DSNU-20-125-PPS-A	33
Tabla 2.9 Especificaciones técnicas del actuador rotativo DSR-12-180-P	33
Tabla 2.10 Especificaciones técnicas del generador de vacío VAD-1/4.	34
Tabla 2.11 Especificaciones técnicas de las ventosas VASB-55-1/4-PUR-B.	35
Tabla 2.12 Especificaciones técnicas de la electroválvula escogida.	36
Tabla 2.13 Especificaciones de la electroválvula VUVS-L20-P53C-MD-G18-F7	36
Tabla 2.14 Especificaciones técnicas de la bomba de vacío	37
Tabla 2.15 Prestaciones técnicas del PLC.	38

Tabla 2.16 Prestaciones técnicas del HMI	39
Tabla 2.17 Componentes con su alimentación	41
Tabla 2.18 Prestaciones técnicas de la fuente de voltaje.	42
Tabla 2.19 Prestaciones técnicas del motor	43
Tabla 2.20 Parámetros ingresados en el variador de frecuencia.	44
Tabla 2.21 Prestaciones técnicas del relé "Fotek".	45
Tabla 2.22 Prestaciones técnicas del sensor de proximidad.	46
Tabla 2.23 Prestaciones técnicas del sensor óptico.	47
Tabla 3.1 Consumo energético de la planta.	56
Tabla 3.2 Costos de componentes neumáticos.	57
Tabla 3.3 Costos de componentes eléctricos y de automatización.	57
Tabla 3.4 Costos de la mano de obra	58
Tabla 3.5 Costo total del proyecto.	58

## **ÍNDICE DE PLANOS**

PLANO 1	Plano eléctrico
PLANO 2	Plano neumático



# CAPÍTULO 1

## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1 Descripción del problema

A medida que transcurre el tiempo, los procesos de producción que se involucran dentro del sector alimentario están en la obligación de ser los más eficientes posible debido a la alta demanda y exigencia por parte del consumidor. Por lo que, se tiene que ofrecer al mercado un producto de alta calidad (Moreno, 2017).

Es así que uno de los factores a tener en cuenta para cumplir con todas las exigencias es sin duda el tiempo de vida del producto, que ha sido una de las mayores preocupaciones para el humano. Es por esto, que se han venido realizando diferentes estudios con el fin de que se pueda obtener un mayor tiempo para el consumo y tratar de evitar la presencia de ciertos microorganismos que podrían afectar algunas propiedades del alimento como su sabor, textura, olor, e incluso la salud del consumidor.

Para contrarrestar los efectos que causan estos organismos, las industrias alimenticias han aplicado diferentes técnicas para la conservación de sus productos. Estas técnicas han ido mejorando gracias a los avances tecnológicos y el gran desarrollo a nivel industrial, lo que ha permitido la creación de líneas de producción modernas (Rodríguez, y otros, 2014) en los que se procesan de mejor manera los alimentos. Entre los métodos de conservación más destacados se encuentra el envasado en vacío debido a los beneficios que este ofrece como el costo de implementación, que es bajo además de su simplicidad.

Por todo lo expuesto se presentará una propuesta de diseño de un sistema de sellado hermético automático para la línea de producción de manteca, que es uno de los productos elaborados por Industrias Ales, con el fin de tener un mayor control del proceso y así obtener un producto que cumpla con los más

altos estándares para estar a la par de las diferentes opciones que se ofrecen en el mercado.

## **1.2 Justificación del problema**

Ciertas industrias están optando por modernizar sus instalaciones e incorporar nuevas máquinas que aceleren sus procesos además de cumplir los estándares de calidad y preservar de manera adecuada sus productos (Moreno, 2017), en el mercado existen empresas extranjeras dedicadas a la fabricación de máquinas que cumplen con tales características pero tienen un costo muy elevado sin contar los detalles que se necesitan para la importación de estas, de ahí surge la importancia de realizar el diseño de una máquina de sellado hermético al vacío que pueda satisfacer los requerimientos a un precio accesible.

## **1.3 Objetivos**

### **1.3.1 Objetivo General**

Diseñar un sistema de sellado a través de un proceso automatizado para el óptimo empaque de la manteca que se produce en la Industria Ales.

### **1.3.2 Objetivos Específicos**

- Desarrollar el lenguaje de programación para el PLC Panasonic FP-X C60PD (32E/S28)
- Elaborar una interfaz hombre - máquina (HMI) para el control y supervisión de la línea de producción.
- Comprobar el correcto funcionamiento del sistema neumático a través del software FluidSim.

## **1.4 Marco teórico**

### **1.4.1 Envasado al vacío**

Es un método empleado para la conservación de alimentos muy utilizado en la actualidad. Consiste en retirar todo el aire que se encuentra dentro del

empaque en donde se envasa el producto con el fin de aumentar su tiempo de caducidad (Martín, 2019). Esto se produce dado que el porcentaje de oxígeno que queda dentro del empaque es significativamente bajo, que es menor del 1%, evitando así la proliferación de organismos aeróbicos que afectan a la vida útil del producto.

Al combinarlos con otros métodos de conservación, la eficiencia del envasado en vacío se ve mejorada. Este método de conservación presenta ciertas ventajas con respecto a otros métodos, las cuales son:

- El aroma y el sabor del producto se mantienen.
- Debido al poco nivel de humedad que hay entre el producto y el envase, se previene la deshidratación del alimento.
- No hay la posibilidad de presentarse oxidación
- Se puede congelar el producto

#### **1.4.2 Máquina empacadora**

Son máquinas destinadas principalmente al sector alimenticio cuya función es el de envasar el producto elaborado sobre un empaque que pueden ser de diferentes materiales como plástico (poliéster, polipropileno, etc.), cartón, aluminio, entre otros (Quispe, E., 2018), con el fin de proteger el alimento del entorno. En la actualidad el tipo de empacadoras que se emplean más en la industria son las automáticas (Figura 1.1) debido a todas las prestaciones a nivel tecnológico que engloban diferentes sistemas como la neumática, electrónica, electricidad y la mecánica todo esto controlado por un autómeta.



**Figura 1.1 Máquina empacadora automática.**

**Fuente: Pattyn.**

### **1.4.3 Tipo de máquinas empacadoras**

Dependiendo del proceso aplicado para empacar el producto o del tipo de alimento involucrado, se puede clasificar este tipo de máquinas de la siguiente manera:

#### **Máquina empacadora horizontal (HFFS)**

También denominadas flow pack. Su nombre se debe al trayecto (horizontal) que toma el producto desde la entrada de la máquina hasta su posterior despacho. Estas empacadoras están destinadas para alimentos sólidos o semisólidos de tamaño pequeño como lo son galletas, helados, manteca, entre otros (Guamán & Morales , 2018). Emplean unas bandas transportadoras que se encargan de movilizar el producto, impulsadas por servomotores que de manera controlada se detienen cuando el producto es sellado por un mecanismo conformado por mordazas.



**Figura 1.2 Máquina flow pack.**

Fuente: Ulma.

### **Máquina empacadora vertical (VFFS)**

Esta empacadora cuenta con un silo que se encuentra en la parte superior en donde irá almacenando el producto y por medio de sensores irán controlando el número de unidades que pasarán por un tubo de alimentación para después sellar el empaque a través de unas mordazas. Este tipo de empacadoras se emplean cuando se tienen polvos, líquidos, granos (González & García, 2009).



**Figura 1.3 Máquina VFFS para el empaque granular.**

Fuente: Ulma.



#### **1.4.4 Sistema de sellado**

Es una etapa muy importante, ya que al realizar el sellado se aísla el alimento con el exterior, evitando así el contacto con agentes que afectarían en la calidad de este. Dependiendo del material en el cual se envasa el producto se debe aplicar una técnica de sellado en específico. A continuación, se detallan los sistemas que más se utilizan en la industria.

##### **Mordazas calientes**

Es la técnica que más se utiliza por las facilidades que brinda como lo son su operatividad e implementación. Además, se destaca entre los demás sistemas al ser el de menor coste. El sellado se lo realiza a través de una mordaza que se encuentra a una temperatura elevada, provocando de esta manera la unión del material del empaque. El tiempo en el cual presiona la mordaza como la temperatura de esta son controladas, el último parámetro se lo hace a través de resistencias eléctricas que están sobre la mordaza. Este sellado por lo general se lo emplea en empaques de polipropileno (Medina & Iza , 2013).

Ventajas:

- Sellado de manera continua.
- Control absoluto del calentamiento de las resistencias.
- Alta durabilidad de las mordazas.

Desventajas:

- Las dimensiones físicas de las mordazas considerables.
- Las mordazas no se calientan inmediatamente.



**Figura 1.4 Sellado a través de mordazas.**

Fuente: Mikai.

### **Ultra frecuencia**

Se utiliza para el sellado de empaques que están hechos de cloruro de polivinilo (PVC). Este empaque va a actuar como un componente dieléctrico al ubicarlo en medio de dos electrodos, provocando una circulación de corriente a través del termoplástico. Al generar una perturbación de las moléculas por la variación de la frecuencia, irán adquiriendo energía cinética necesaria para poder generar calor, permitiendo el sellado del empaque tras la fundición y el enfriamiento del termoplástico.

#### **Ventajas**

- Requiere de un mínimo lapso de tiempo para sellar el plástico.
- Bajo consumo energético.

#### **Desventajas**

- Considerado como el método más caro debido a los equipos que se emplean.
- No se lo considera para el sellado de plásticos de baja densidad.

### **Impulso eléctrico**

Este sistema de sellado tiene cierta similitud con el método de la mordaza (calor), la diferencia radica ahora en que la herramienta que calienta el material termoplástico para obtener su unión es una resistencia que será calentada de manera controlada y por un lapso de tiempo menor. Una de las

ventajas que brinda el sellado por un impulso eléctrico es que se obtiene una unión del termoplástico más consistente debido a que el calor es disipado de manera rápida (González & García, 2009).

Ventajas

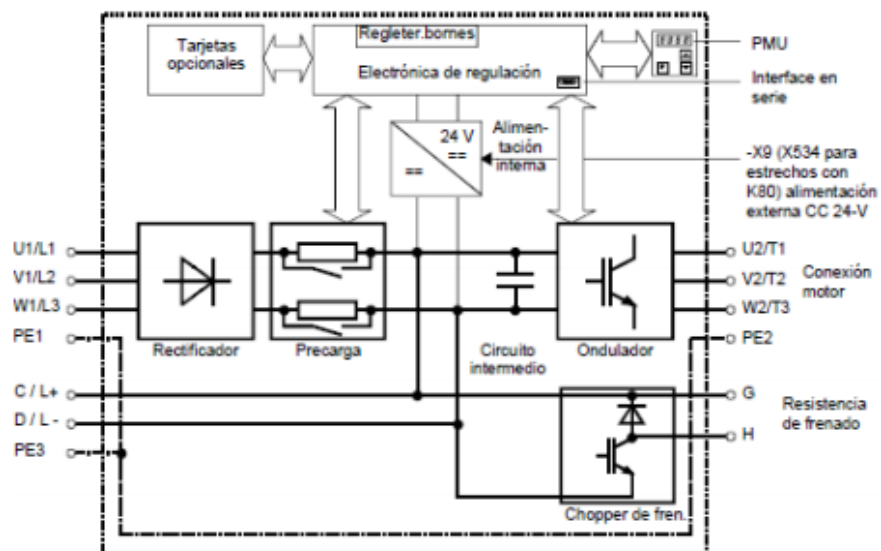
- Su instalación no es complicada.
- Brinda una uniformidad y consistencia de sellado.

Desventajas

- Sellado no muy eficiente para termoplásticos de bajas densidades.
- Las resistencias alcanzan temperaturas altas por lo que se dañan seguido.

### 1.4.5 Variador de frecuencia

Un variador de frecuencia es un componente muy utilizado a nivel industrial cuya finalidad es de controlar la velocidad de giro de un motor, por medio de la regulación de la frecuencia de la corriente que alimenta a este. Lo que se obtiene es una reducción del consumo eléctrico ya que el motor al regular su velocidad no operará a toda su capacidad (S&P, 2020). Otra de las ventajas que ofrece el uso del variador de frecuencias aparte de la reducción del consumo, es su fácil instalación y operatividad además de que su mantenimiento es casi nulo.



### **Figura 1.5 Esquemático del circuito de un variador de frecuencia.**

Fuente: S&P.

#### **1.4.6 Automatización**

La Real Academia especifica el concepto de automatización como la acción de transformar una serie de movimientos en una secuencia automática, donde se emplean diferentes métodos y técnicas específicas que se aplican en este campo. En el transcurso de los años ha evolucionado drásticamente la tecnología, ahora en la actualidad, se nos puede brindar un sinnúmero de herramientas que abren nuevas posibilidades para el desarrollo del control de sistemas más complejos (González & García, 2009).

#### **1.4.7 PLC: Controlador Lógico Programable**

De acuerdo a la norma IEC 61131 se define al PLC como un sistema electrónico de funcionamiento digital, diseñado para su uso en un entorno industrial, que utiliza una memoria programable para el almacenamiento interno de instrucciones orientadas al usuario para implementar funciones específicas como lógica, secuenciación, temporización, conteo, aritmética, para controlar varios tipos de máquinas o procesos, a través de entradas y salidas digitales o analógicas (Barragán & Pérez, 2009).

Tanto el PLC como sus periféricos asociados están diseñados para que puedan integrarse fácilmente en un sistema de control industrial y utilizarse fácilmente en todas sus funciones previstas. Los principales tipos de PLCs son:

##### **PLC compacto**

Dentro de una misma carcasa, se encuentran inmersos varios módulos. Este tipo de PLC tiene un número fijo de módulos de E/S y tarjetas de E/S externas. Por esta razón, no existe la posibilidad de expandir los módulos. El número finito de entradas y salidas está predispuesto por cada fabricante.

##### **PLC modular**

Para esta variante de PLC se tiene un sistema que permite la expansión múltiple a través de módulos, de donde proviene su nombre de PLC modular. Las componentes de E/S se pueden incrementar de manera independiente con el uso de este sistema.

#### 1.4.8 Lenguajes de programación para un PLC

Para la programación de aplicaciones, existe un conjunto de lenguajes definidos en la IEC 61131-3 (Mateos, 2008):

##### **Lista de Instrucciones (IL)**

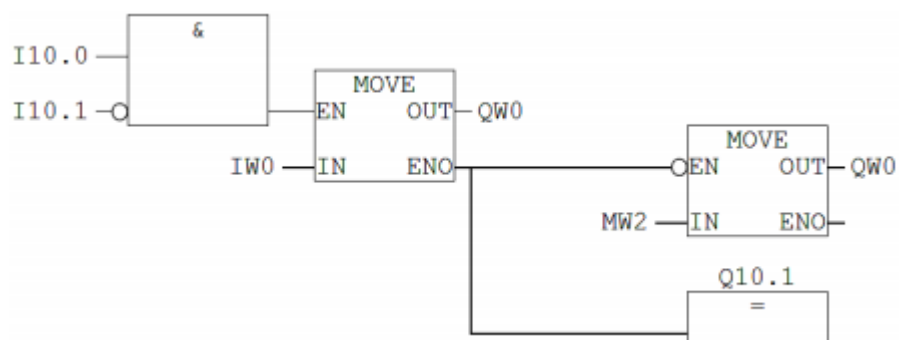
Es un lenguaje de programación textual que usa instrucciones para representar el programa de aplicación para un sistema PLC.

##### **Texto estructurado (ST)**

Es un lenguaje de programación textual que utiliza sentencias de asignación, control de subprograma, selección e interacción para representar el programa de aplicación para un sistema PLC.

##### **Lenguaje de diagrama de bloques (FBD)**

Es un lenguaje de programación gráfico que utiliza diagramas de bloques de funciones lógicas (and, or, not, xor) para representar el programa de aplicación para un PLC.

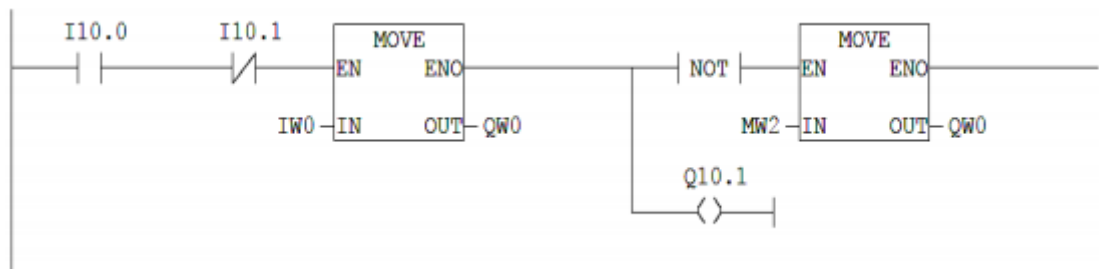


**Figura 1.6 Esquema de la programación FBD.**

Fuente: Mateos.

### Lenguaje de diagrama de escalera (LD)

Es un lenguaje de programación gráfico que usa diagrama de escalera a través de relees y bobinas para representar el programa de aplicación para un sistema PLC.



**Figura 1.7 Esquema de la programación en escalera**

Fuente: Mateos.

### Grafcet (SFC)

Este tipo de lenguaje usa una notación gráfica y textual para el uso de pasos y transiciones para representar la estructura de una unidad de organización del programa para un sistema PLC. Las condiciones de transición y la acción de paso se pueden representar en subconjunto de los idiomas mencionados anteriormente.

#### 1.4.9 Interfaz humano máquina (HMI)

Es el sitio en el cual se relacionan directamente los humanos y máquinas (computadoras), la construcción de la interfaz debe estar adecuada a los requerimientos y necesidades del cliente. Este debe ser una vía que facilite la comunicación y que se enfoque de manera clara a la actividad a realizar (Innergy, 2020). Su principal meta es ser funcional y práctico.

#### 1.4.10 Neumática

Es una serie de tecnologías que utilizan algún gas comprimido en movimiento de manera controlada, para la transferencia de energía empleada para el

funcionamiento de diversos mecanismos. Los elementos que conforman un circuito neumático también se encargan de la generación del aire comprimido como un compresor, así como su distribución por todo el circuito, entre los cuales se pueden hallar las válvulas de control, entre otros.

En la industria existe una complementación con otros sistemas como los eléctricos y electrónicos permitiendo así un entorno más flexible y sofisticado (Creus, 2010).

# CAPÍTULO 2

## 2. METODOLOGÍA

### 2.1 Requerimientos

Antes de presentar alguna propuesta para la solución del problema, se analizaron los distintos requerimientos establecidos por el cliente con el propósito de encontrar la mejor alternativa posible para el desarrollo del proyecto. Las principales observaciones evidenciadas fueron las siguientes:

- Se debe incluir un sistema en el cual se extraiga el aire que se encuentra en el interior del plástico que envasa la manteca.
- Toda la planta debe ser supervisada a través de un HMI, en el que este pueda indicar si existe algún tipo de problema durante el proceso.
- Tener en cuenta el tiempo en el que se sella el termoplástico con el fin de que este no se queme, por lo que dicho tiempo debe ser controlado.
- La caja en la cual está empacado el producto tiene las dimensiones: 40 cm de alto, 30 cm de largo y 25 cm de ancho. Y el peso total con la manteca es de 25kg.
- La funda en donde se almacena la manteca es de polietileno de baja densidad (LDPE) cuya temperatura de sellado está entre los 120 - 180 °C.

#### 2.1.1 Selección de la mejor alternativa

Tras la explicación de los diferentes métodos que existe para sellar un envase en el marco teórico, se procedió a escoger la alternativa más conveniente para el diseño del sistema, a través del uso de la matriz de decisión ponderada, en el que una vez analizado las ventajas y desventajas que caracterizan a los diferentes tipos de sellado, se califican según los criterios de evaluación escogidos.



Dentro de la matriz de decisión los criterios (tabla 2.1) que se tomaron en cuenta fueron el costo, mantenimiento, operatividad y desempeño, este último fue el que estableció como el de mayor prioridad.

Como se aprecia en la matriz se evaluaron los distintos métodos de sellado obteniendo como resultado que el método de mordazas calientes fue el que alcanzó la mayor calificación, lo que conlleva que a partir de ahora el desarrollo del diseño de un sistema hermético se realizará en base a esa alternativa.

**Tabla 2.1 Matriz de decisión.**

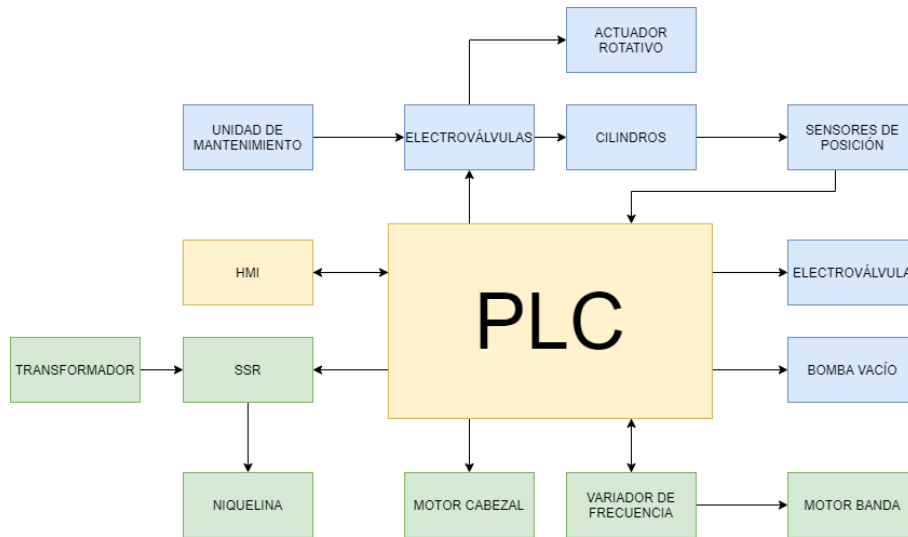
Fuente: Autores.

	DESEMPEÑO	COSTO	MANTENIMIENTO	OPERATIVIDAD	TOTAL
PESOS	5	3	3	4	
MORDAZAS CALIENTES	$5*5=25$	$3*3=9$	$3*3=9$	$4*4=16$	$25+9+9+16=59$
ULTRA FRECUENCIA	$5*3=15$	$3*2=6$	$3*3=9$	$4*2=8$	$15+6+9+8=38$
IMPULSO ELÉCTRICO	$5*3=15$	$3*4=12$	$3*4=12$	$4*4=16$	$15+12+12+16=55$

## 2.2 Diseño

### 2.2.1 Representación del proceso

Se realizó primero una representación del posible diseño del sistema, como se puede observar en la figura 2.1, en donde a través del diagrama se planteó las relaciones que existen entre los distintos bloques que vendrían a representar los componentes que se podrían utilizar para la operatividad de la planta.



**Figura 2.1 Diagrama de bloques del sistema de sellado.**

Fuente: Autores.

Dentro del diagrama de bloques se pueden identificar tres áreas. Los bloques en azul representan la parte de neumática. Dicha área se encargará de la activación de los distintos actuadores neumáticos, como también del sistema de vacío. Los bloques verdes representan la parte eléctrica cuyas acciones engloban el calentamiento de las niquelinas y activaciones de los motores de la banda transportadora y del cabezal. Por último, se tiene los bloques en amarillo que cumplen con el rol del control y mando de toda de toda la operación. Como se aprecia en la figura 2.1, el componente principal que permite el desarrollo de todas las acciones que intervienen en todo el proceso de sellado y vacío es el PLC.

### 2.2.2 Secuencia del proceso

Se estableció la siguiente sucesión que consta de 4 pasos con el fin de que se pueda seguir de una manera ordenada para obtener un producto ya sellado y posteriormente sea despachado. Toda esta secuencia permitió desarrollar la programación del PLC, que será el encargado de la ejecución del proceso por completo.



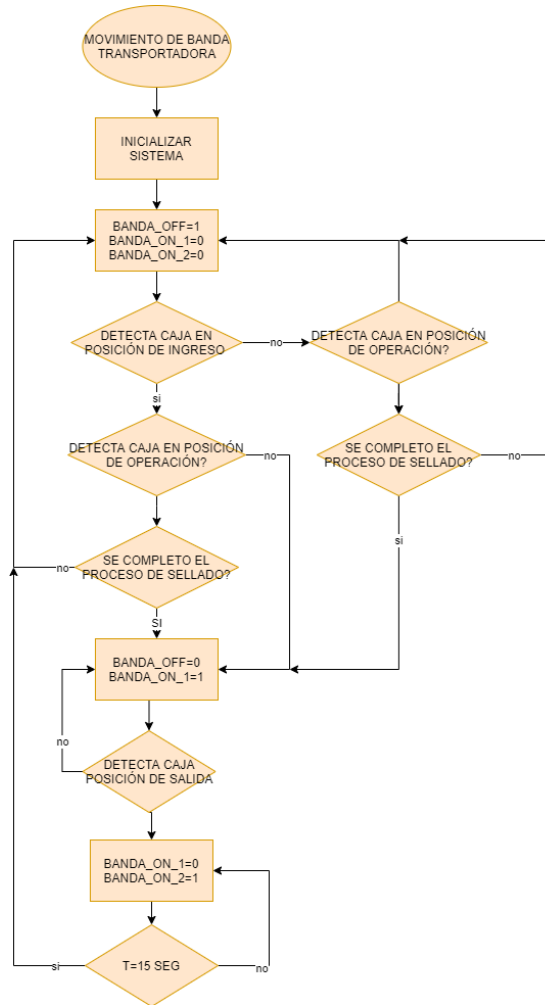
**Figura 2.2 Secuencia del proceso del sellado.**

Fuente: Autores.

### **Movimiento banda transportadora**

Para que la banda se active, primero hay que comprobar si alguna caja se encuentra sobre la posición de operación (posición donde se realiza el templado, proceso de vacío y sellado de la funda plástica), de no ser el caso, la caja procede avanzar a esa posición. Como se puede observar en la figura 2.3 se tienen dos variables de encendido de la banda transportadora (Banda\_On\_1 y Banda\_On\_2) que representan las secciones previa y posterior a la posición de operación.

Si la sección previa se activa quiere decir que una caja ya culminó con el sellado de su funda, seguido a esto se activa la sección posterior de la banda para que la caja se dirija al proceso de cierre.



**Figura 2.3 Diagrama de flujo del movimiento de la banda transportadora.**

Fuente: Autores.

### Templado de la funda

Una vez que la caja se encuentra sobre la posición de operación, deberá ser fijada para que se realice la secuencia como se observa en la figura 2.4, en el que prácticamente detalla el proceso que se requiere para tensar la funda plástica en donde interviene la mayoría de los actuadores neumáticos.

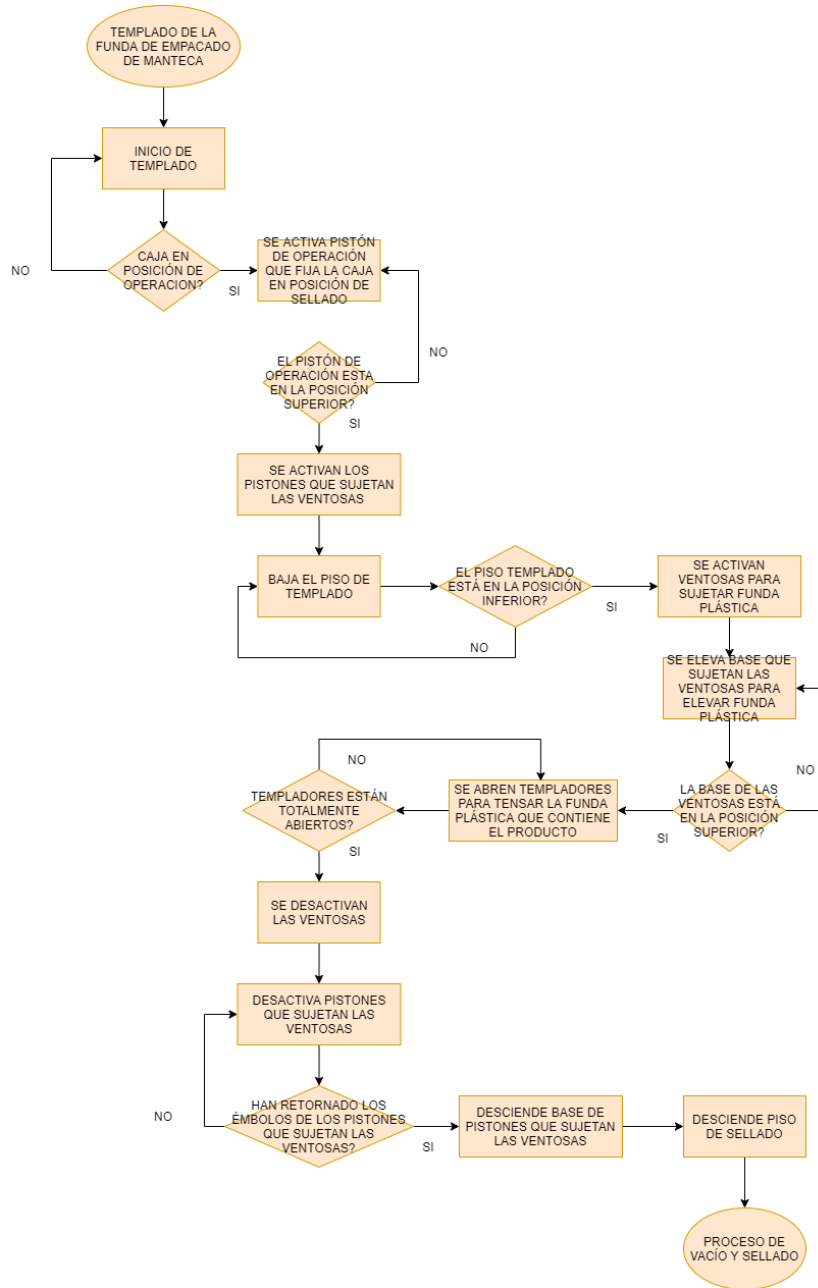
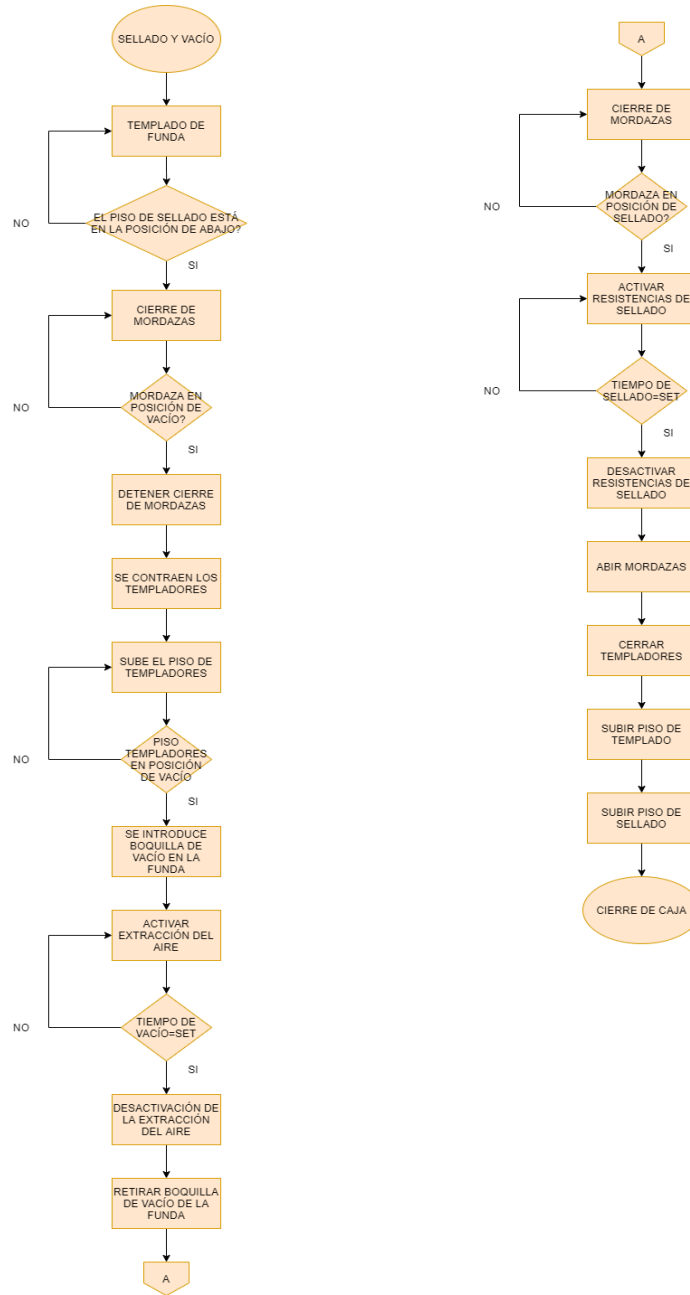


Figura 2.4 Diagrama de flujo del templado de la funda.

Fuente: Autores.

### Sellado y proceso de vacío

Realizado el templado de la funda, siguen los procesos de extracción del aire y sellado respectivamente. Como se observa en la figura 2.5 se tiene la secuencia ambas acciones que serán controladas por tiempos determinados.

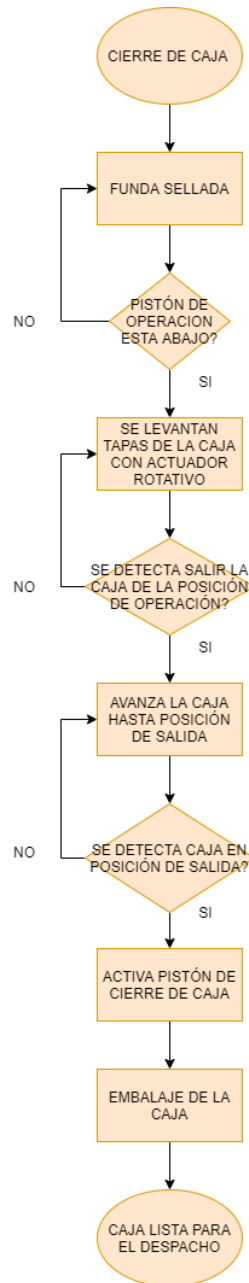


**Figura 2.5 Diagrama de flujo del sellado de la funda.**

Fuente: Autores.

### Cierre de caja

Este es el último proceso para que el producto pueda ser despachado. Una vez finalizado el sellado de la funda, la caja avanza hasta la posición de salida y será procesada por una máquina encintadora.



**Figura 2.6 Diagrama de flujo del cierre de la caja.**

Fuente: Autores.

•

## 2.3 Neumática

### 2.3.1 Elementos de producción y distribución

Esta etapa está presente en cualquier tipo de industria, el cual se constituye por un compresor, tanque de acumulación de presión, secador de aire y filtro. Por lo tanto, el desarrollo del diseño considera la alimentación de aire dada por la industria donde va a ser implementada.

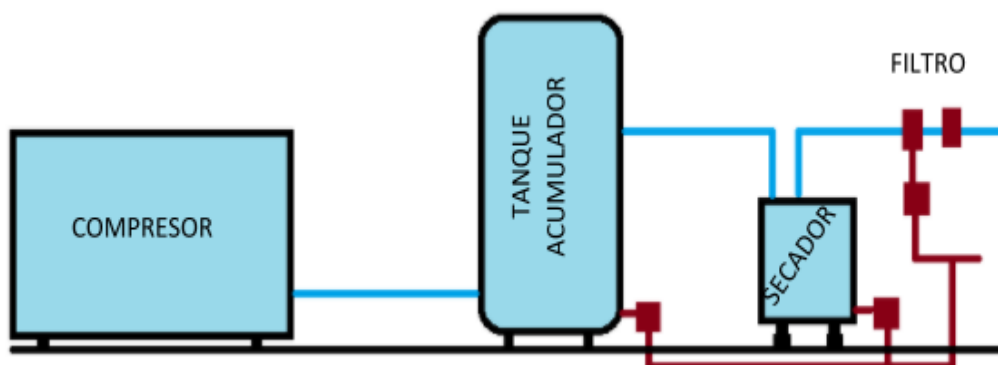


Figura 2.7 Esquemático de la etapa de producción y distribución.

Fuente: Autores.

### 2.3.2 Elementos de acondicionamiento de aire

Llamada la unidad de mantenimiento, que se conecta a la alimentación de aire. Permite acondicionar la calidad del aire y regular la presión hacia el circuito neumático. De acuerdo a las condiciones prestadas por la alimentación de aire y seguridad se optó por la unidad de mantenimiento combinada FESTO MSB6-1/2:C3J1M1-WP.

Tabla 2.2 Especificaciones técnicas de la unidad de mantenimiento.

Fuente: Autores.

Características	
Grado de filtración	40µm
Purga de condensado	Giro manual
Indicación de la presión	Con manómetro
Presión de funcionamiento	1,5 ... 18 bar
Margen de regulación	1 ... 12 bar
Caudal nominal normal	3100 L/min

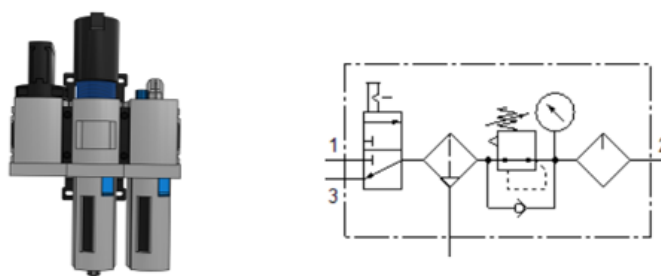


Figura 2.8 Unidad de mantenimiento con su esquema.

Fuente: Festo.



### 2.3.3 Pistones

El diseño utiliza pistones de doble efecto para realizar diferentes maniobras en el proceso, por lo cual se optó por elegir tres tipos que se adaptaran a respectivas aplicaciones:

Para la primera selección, se requiere de un pistón de carrera corta, que cuente con ranuras para detectar posición inicial y final del recorrido. A continuación, se describe la función y ubicación de cada uno de estos:

**Tabla 2.3 Tareas de los pistones ADN-32-50-A-P-A.**

Fuente: Autores.

CANTIDAD	UBICACIÓN	DESCRIPCIÓN
1	Posición de ingreso	Se encarga de obstruir el ingreso de una caja mientras se encuentra otra caja dentro del proceso.
1	Posición de operación	Se encarga de obstruir y ubicar en la posición exacta la caja para posteriormente continuar con el proceso de vacío y sellado.
4	Laterales a la caja sobre piso de agarre de termoplástico	Estos tienen la función de realizar el empuje y retroceso de las ventosas durante el proceso de tensado del empaque termoplástico.
2	Mordazas de sellado	Tienen la función de realizar la apertura y cierre de la mordaza

Mencionados los requerimientos y descrita las aplicaciones a realizar hemos optado por el actuador FESTO ADN-32-50-A-P-A.

**Tabla 2.4 Especificaciones técnicas del pistón ADN-32-50-A-P-A.**

Fuente: Autores.

Características	
Carrera	50 mm
Diámetro del émbolo	32 mm
Amortiguación	Por tope elástico/ placa a ambos lados
Detección de posición	Para sensores de proximidad para ranura t
Presión de funcionamiento	0.6 ... 10 bar
Modo de funcionamiento	De doble efecto
Conexión neumática	G1/8



**Figura 2.9 Actuador ADN-32-50-A-P-A.**

Fuente: Festo.

Para la segunda selección, se necesitó de un actuador de carrera considerable que pueda tener fuerza suficiente en el empuje y retroceso, además de contar con ranuras para detectar la posición del recorrido del émbolo. Posteriormente se muestra la ubicación y función de cada uno de estos actuadores dentro del proceso.

**Tabla 2.5 Tareas de los pistones DSBC-40-250-PPVA-N3**

Fuente: Autores.

CANTIDAD	UBICACIÓN	DESCRIPCIÓN
2	Piso de templado	Se encargan de realizar el desplazamiento vertical de la base móvil donde se encuentra el mecanismo de templado
2	Piso de agarre de termoplástico	Cada uno de estos tienen la función de levantar una base donde hay un par de pistones que sujetan las ventosas para el agarre del termoplástico.

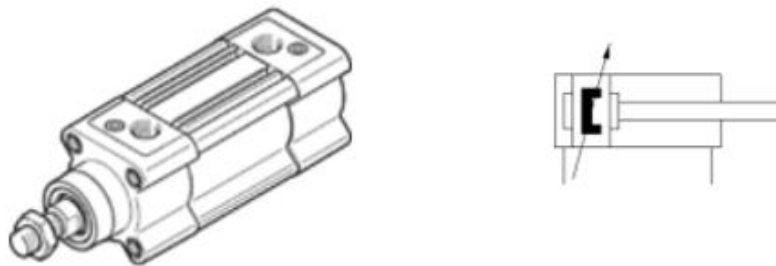
2	Mecanismo de templado	Tienen la función de empujar horizontalmente un mecanismo para tensar el empaque termoplástico.
2	Piso de sellado	Estos actuadores tienen la función de desplazar verticalmente la base móvil que sujetó a él tiene la mordaza de sellado.

En este caso para adaptar a todas las aplicaciones que necesitamos hemos elegido el actuador lineal de FESTO DSBC-40-250-PPVA-N3

**Tabla 2.6 Especificaciones técnicas del pistón DSBC-40-250-PPVA-N3.**

Fuente: Autores.

Características	
Carrera	250 mm
Diámetro del émbolo	40 mm
Amortiguación	Neumática regulable a ambos lados
Detección de posición	Para sensores de proximidad para ranura t
Presión de funcionamiento	0.6 ... 12 bar
Modo de funcionamiento	De doble efecto
Conexión neumática	G1/4



**Figura 2.10 Actuator DSBC-40-250-PPVA-N3.**

Fuente: Festo.

Para la tercera selección, se requería de un actuador ligero, de carrera considerable. A continuación, se muestra la ubicación y función a realizar por cada uno de los cilindros.

**Tabla 2.7 Tareas de los pistones DSNU-20-125-PPS-A**

Fuente: Autores.

CANTIDAD	UBICACIÓN	DESCRIPCIÓN
1	Boquilla de vacío	Este tiene la función de desplazar dentro del empaque la boquilla que realizará la succión del aire para generar el vacío en este.
1	Posición de cierre de caja	Tiene la función de mover un eje mecánico que golpeará una de las tapas de la caja para su cierre total.

Por tanto, descrita las funciones a realizar en el proceso se seleccionó el actuador lineal FESTO DSNU-20-125-PPS-A.

**Tabla 2.8 Especificaciones técnicas del pistón DSNU-20-125-PPS-A**

Fuente: Autores.

Características	
Carrera	125 mm
Diámetro del émbolo	20 mm
Amortiguación	Fin de recorrido autor regulable
Detección de posición	Para sensores de proximidad
Presión de funcionamiento	1 ... 10 bar
Modo de funcionamiento	De doble efecto
Conexión neumática	G1/8



**Figura 2.11 Actuator DSNU-20-125-PPS-A.**

Fuente: Festo.

### 2.3.4 Actuador rotativo

Con el fin de garantizar de que estén totalmente levantadas las tapas frontal y posterior de la caja, una vez que termine el proceso de vacío y sellado, se utilizó un actuador rotativo que proveerá un impacto en los puntos mencionados sin obstruir el resto del proceso. Para esta aplicación se requiere un giro a 180 grados regulable, por lo tanto, se seleccionó el actuador FESTO DSR-12-180-P.

**Tabla 2.9 Especificaciones técnicas del actuador rotativo DSR-12-180-P**

Fuente: Autores.

Características	
Tamaño	12
Ángulo de amortiguación	2.2 deg
Margen de ajuste del ángulo de giro	0 ... 180 deg
Amortiguación	Por tope elástico/ placa a ambos lados
Modo de funcionamiento	De doble efecto
Presión de funcionamiento	2 ... 8 bar
Conexión neumática	M5



**Figura 2.12 Actuador DSR-12-180-P.**

Fuente: Festo.

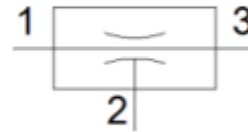
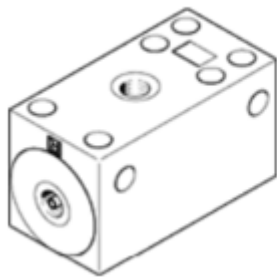
### 2.3.5 Ventosas

Para el proceso de templado se debe sujetar y elevar la funda; para este procedimiento se utilizaron 4 ventosas que están ubicados en pares a los laterales de la caja. Se optó por el conjunto FESTO del generador de vacío VAD-1/4 y la ventosa con rosca compatible VASB-55-1/4-PUR-B.

**Tabla 2.10 Especificaciones técnicas del generador de vacío VAD-1/4.**

Fuente: Autores.

Características	
Diámetro nominal de la tobera laval	1 mm
Características del eyector	Alto vacío
Construcción	Forma en t
Presión de funcionamiento	1.5 ... 10 bar
Vacío máximo	80%
Conexión neumática 1	G1/4



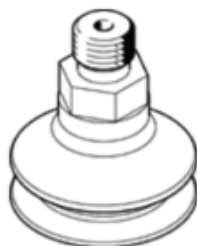
**Figura 2.13 Ventosas VAD-1/4**

Fuente: Festo.

**Tabla 2.11 Especificaciones técnicas de las ventosas VASB-55-1/4-PUR-B.**

Fuente: Autores.

Características	
Compensación de altura de las ventosas	20 mm
Diámetro nominal	4 mm
Diámetro de la ventosa	55 mm
Forma de la ventosa	Fuelle redondo de 1,5
Presión de funcionamiento	-0.95 ... 0 bar
Presión nominal de funcionamiento	-0.7 bar
Fuerza de sujeción	110 N
Conexión de vacío	G1/4



**Figura 2.14 Ventosas VASB-55-1/4-PUR-B.**

Fuente: Festo.

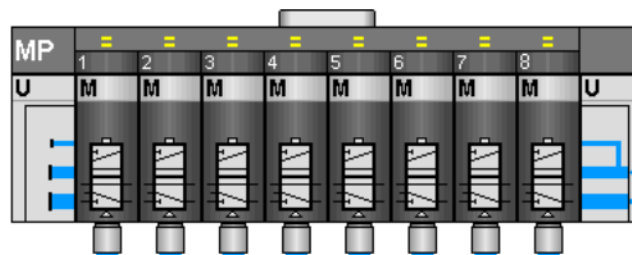
### 2.3.6 Electroválvulas

Para el control de los diferentes actuadores neumáticos presentes en el proceso se ha decidido elegir un sistema compacto de válvulas FESTO CPV14 10P-14-8A-MP-N-U-8M y para los mecanismos que intervienen directamente con el vacío y sellado se ha elegido electroválvulas independientes VUVS-L20-P53C-MD-G18-F7. Para el control de las válvulas se seleccionaron bobinas magnéticas a 24V DC VACS-C-C1-1.

**Tabla 2.12 Especificaciones técnicas de la electroválvula escogida.**

Fuente: Autores.

Características	
Tamaño	14
Cantidad de posiciones de válvulas	8
Utilizaciones	A qs8 racores
Conexión eléctrica	Mp multipolo eléctrico
Accionamiento manual auxiliar	N accionamiento con pulsador
Alimentación neumática	U alimentación interna de aire de pilotaje, alimentación aire derecha, escape común
Dotación de la válvula 1..8	M válvula de 5/2 vías monoestable



**Figura 2.15 Electroválvula CPV14 10P-14-8A-MP-N-U-8M.**

Fuente: Festo.

**Tabla 2.13 Especificaciones de la electroválvula VUVS-L20-P53C-MD-G18-F7**

Fuente: Autores.

Características	
Función de válvula	5/3 cerrada
Tipo de accionamiento	Eléctrico
Presión de funcionamiento	2.5 -10 bar
Tipo de reposición	Muelle mecánico
Función de escape	Estrangulable
Presión de funcionamiento	2 - 8 bar
Tipo de control	Pre pilotado
Conexión neumática 1-5	G1/8



**Figura 2.16 Electroválvula VUVS-L20-P53C-MD-G18-F7 con su esquema.**

Fuente: Festo

### 2.3.7 Bomba de vacío

Para la extracción del aire dentro de la funda plástica, se utiliza una bomba de vacío. Al seleccionar el tipo de bomba se tuvo en cuenta el caudal de esta, en donde se realizó el cálculo correspondiente en la sección de Apéndice obteniendo un caudal de  $112,5 \frac{lt}{min}$ .

En el mercado se encontró la bomba de la marca “Wigan”, cuyo modelo “WP8DE/V” es el que más se acerca a las prestaciones requeridas. Además, incluye un vacuómetro para medir la succión del aire.



**Tabla 2.14 Especificaciones técnicas de la bomba de vacío**

Fuente: Autores.

CARACTERÍSTICAS	
Modelo	WP8DE/V
Capacidad nominal	128 l/min
Vacío final	0.02 mbar
Alimentación eléctrica	220-240 V / 50-60 Hz
Potencia instalada	368 Watts
Conexiones	1/4" - 5/16" - 3/8"



**Figura 2.17 Bomba Wigan WP8DE/V.**

Fuente: Wigan.

El sistema de vacío también está constituido por un filtro, componente muy importante, ya que evita el posible ingreso de manteca en el interior de la bomba. Además, de una electroválvula que permitirá el paso de aire al momento de realizar la extracción.



**Figura 2.18 Filtro FB series**

Fuente: Wigan.

## 2.4 Automatización

### 2.4.1 Controlador Lógico Programable

A la hora de escoger el tipo del PLC se tomó en cuenta el número de variables involucradas en todo el proceso. En este caso hubo un total de 20 entradas y 24 salidas digitales utilizadas durante el desarrollo de la programación. Realizando todas las comparativas e investigaciones se seleccionó el PLC “FPX-C60PD” de la marca Panasonic.

**Tabla 2.15 Prestaciones técnicas del PLC.**

Fuente: Autores.

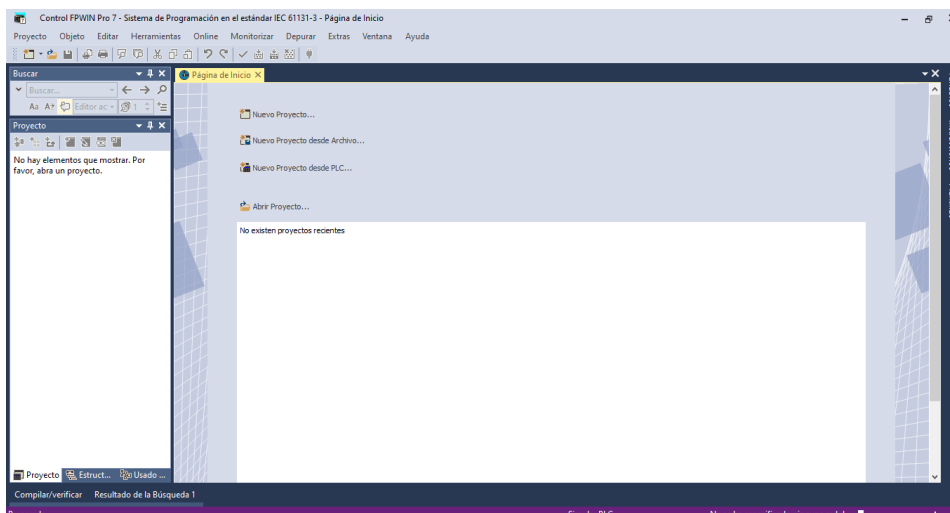
Características	AFPX-C60PD
Tensión de alimentación	24v dc
Entradas digitales	32
Salidas digitales	28
Tipo de salida	Transistor (npn)
Puertos de comunicación	3 puertos serie (RS232C)
Tipo de memoria	Flash-rom
Comunicación	Modbus Rtu, Mewtocol, Propósito general



**Figura 2.19 PLC Panasonic AFPX-C60PD**

Fuente: Panasonic, 2009

Para la realización de la programación del PLC que controlará toda la secuencia de la planta de sellado, se utilizó el programa “Control FPWIN Pro 7”. Este software permite programar el autómatas hasta con 5 lenguajes de programación, de los cuales para el desarrollo de la aplicación se utilizaron 2 tipos de lenguajes: diagrama de escalera y diagrama de bloques (FBD).



**Figura 2.20 Entorno del software Control FPWIN.**

Fuente: Autores.

## 2.4.2 Interfaz hombre máquina (HMI)

Con el fin de que los operadores encargados de la supervisión de la planta puedan interactuar con el proceso se ha decidido utilizar una interfaz HMI, en cual, se monitorea en tiempo real los distintos parámetros de interés presentes en la línea de sellado. Para este caso se escogió la pantalla “GT707” de la marca Panasonic, la misma que se puede observar en la figura 2.21.

**Tabla 2.16 Prestaciones técnicas del HMI**

Fuente: Autores.

Características	GT707
Tensión de alimentación	24v DC
Puertos de comunicación	Rs232c
Consumo	6W máx. (250mA max)
Grado de protección	IP65
Temperatura ambiente	0 a 50°C
Tamaño del display	154,3 x 86,7mm



**Figura 2.21 Pantalla GT707.**

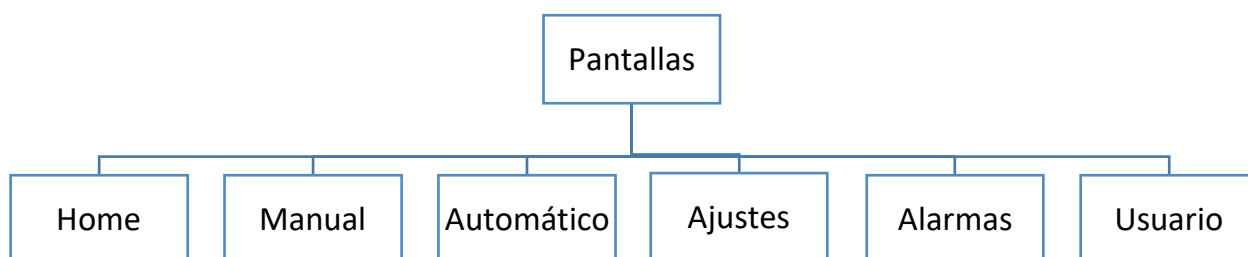
Fuente: Panasonic.

### **Diseño de la interfaz**

Se consultó a los operadores sobre algunos aspectos, como la información necesaria que querrían visualizar dentro de la pantalla, así como diversas acciones consideradas primordiales, entre estas el control de los distintos actuadores presentes en la planta de sellado. Los detalles a considerar se tuvieron los siguientes:

- Poseer diferentes ventanas cada uno con diferentes funcionalidades en el que se pueda acceder a ellos de manera rápida y directa
- Poder visualizar estados de alarmas con el fin de tomar correctivos de manera instantánea desde la pantalla.
- Permitir diferentes modos de operación de la planta
- Restringir ciertas funciones como medida de seguridad

Por lo expuesto anteriormente se propuso la cantidad de 6 pantallas dentro de la interfaz como se puede observar en la figura 2.22, cada una con un propósito en específico.



**Figura 2.22 Esquema de las pantallas presentes en la interfaz.**

Fuente: Autores.

## 2.5 Electricidad y electrónica

### 2.5.1 Alimentación eléctrica

Para la operatividad de los equipos que conforman la planta de sellado se utilizaron 3 fuentes de alimentación: 220V AC, 120V AC y 24V DC. Por medio de la tabla 2.14 se aprecia la mayoría de los componentes con su respectiva alimentación.

**Tabla 2.17 Componentes con su alimentación**

Fuente: Autores.

COMPONENTES	VOLTAJE		
	220V AC	120V AC	24V DC
Motor (banda)	X		
Motor (cabezal)	X		
Variador de frecuencia	X		
Bomba (vacío)		X	
Máquina selladora	X		
Fuente DC		X	
PLC			X
Pantalla HMI			X
Electroválvulas			X
Relés de estado sólido			X
Sensores			X
Transformador reductor		X	

## 2.5.2 Fuente de voltaje DC

En la tabla 2.14 se indicaron los componentes que necesitan ser alimentados con un voltaje de 24V. Para cumplir con esta prestación se escogió la fuente "SITOP PSU 8200" de la marca "SIEMENS" cuyo voltaje de salida es el requerido, además sus otras características se pueden apreciar por medio de la tabla 2.15.

**Tabla 2.18 Prestaciones técnicas de la fuente de voltaje.**

Fuente: Autores.

Características	SITOP PSU8200
<b>Entrada AC</b>	
Entrada	Ac/ monofásica o bifásica
Tensión nominal AC	120 V - 230 V
Rango de frecuencia de red	45 Hz - 65 Hz
Corriente de entrada	4,6A a 120V / 2,5A a 230V
<b>Salida DC</b>	
Tensión nominal de salida	24v DC
Potencia activa entregada	480W
Intensidad nominal	20 A



**Figura 2.23 Fuente de voltaje SITOP PSU8200**

Fuente: Siemens

### 2.5.3 Motor banda transportadora

Para generar el desplazamiento de las cajas sobre la banda transportadora, se necesita de un mecanismo que produzca el giro de las poleas que componen la banda, esto se logra con la activación de un motor eléctrico. Con el fin de determinar la potencia del motor se tomó en cuenta: el peso del producto, la longitud de la banda transportadora y el tiempo que le toma a la caja llegar hasta el final de la línea de sellado. Con todos los datos se realizó el cálculo en la sección de Apéndice obteniendo una potencia de 1,17 Hp.

Aproximando el resultado a un valor comercial (1,5 Hp) se seleccionó un motor de inducción de la marca “Siemens” para poder cumplir con la acción del movimiento de las cajas, ciertas de sus características se puede apreciar a través de la tabla 2.19.

**Tabla 2.19 Prestaciones técnicas del motor**

Fuente: Autores.

Modelo	SIMOTICS TRIFÁSICO
Voltaje	220 V AC
Corriente	4,85 A
Numero de polos	4
Velocidad nominal	1800 RPM
Frecuencia	60 HZ
Factor de potencia	0,78
Torque nominal	6,1 Nm

### 2.5.4 Variador de frecuencia

Conociendo ya las características del motor de la banda transportadora, se pudo seleccionar un variador de frecuencia para controlar la velocidad de giro. En el mercado se encontró el variador Siemens Micro Master 420 (figura 2.24) siendo este el que más se presta con los requerimientos ya establecidos, tanto del motor como el de la red eléctrica.



**Figura 2.24 Variador de frecuencia Micro Master420**

Fuente: Siemens

Se debe ajustar el variador con los parámetros del motor, con la ayuda del manual se llega a los distintos códigos como se aprecian en la tabla 2.17.

**Tabla 2.20 Parámetros ingresados en el variador de frecuencia.**

Fuente: Autores.

Código	Definición	Valor
P0300	Selección del tipo de motor	1 (asíncrono)
P0304	Tensión del motor (v)	220
P0305	Corriente del motor (i)	4,85
P0306	Potencia del motor ( kW)	1,12
P0310	Frecuencia del motor (Hz)	60
P0311	Velocidad del motor (rpm)	1800
P1120	Tiempo de aceleración (seg)	3
P1121	Tiempo de desaceleración (seg)	1

### 2.5.5 Resistencia eléctrica (Niquelina)

Estas resistencias están ubicadas sobre las mordazas y al circular una corriente eléctrica sobre la resistencia, la temperatura de esta aumentará, por lo que se tendrá que controlar el tiempo en que circulará la corriente para evitar quemar el termoplástico. El cálculo de la potencia de las niquelinas se lo hizo en la sección de Apéndice en el que se obtuvo los siguientes resultados:

$$I = 14.81 \text{ A (Corriente que circulará en la resistencia equivalente)}$$



$P = 355,55 \text{ W}$  (Consumo de la resistencia equivalente)

En lo que respecta al tiempo en que están energizadas las resistencias, se optó por un intervalo de 2 a 5 segundos, ya que es el rango recomendado en otros estudios para lograr un buen sellado.

### 2.5.6 Relé de estado sólido (SSR)

Como se puede apreciar en la imagen 2.25, el circuito está compuesto por un transformador reductor cuyo valor de voltaje en el lado del secundario es de 24V AC.

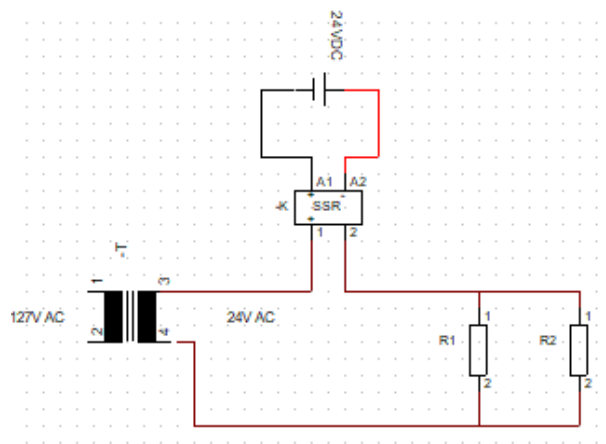


Figura 2.25 Esquema del circuito de resistencias y el relé SSR.

Fuente: Autores.

Para seleccionar el relé se consideró el voltaje de control, voltaje de salida y la corriente de la carga. Con todos estos valores ya calculados se encontró el siguiente relé de la marca "Fotek" que cumple con todas las prestaciones indicadas.

Tabla 2.21 Prestaciones técnicas del relé "Fotek".

Fuente: Autores.

Característica	
Modelo	Ssr40da
Tensión de control	3 - 32 VDC
Método de control	DC- AC
Tensión de salida	24 - 380 VAC
Corriente de carga	24 A
Tiempo de conmutación	$\leq 10\text{ms}$



**Figura 2.26 Relé de estado solido "Fotek"**

Fuente: Autores.

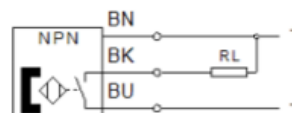
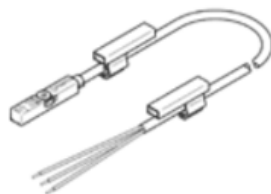
### 2.5.7 Sensores de proximidad

Para el control de la secuencia a ejercer por el sistema de sellado térmico al vacío se requiere saber la posición de los actuadores neumáticos, se optó por la elección de sensores de proximidad FESTO SMT-8M-A-NS-24V-E-2,5-OE para ranura T. Este tipo de sensores detectan el campo magnético generado por las imágenes permanentes que están en el émbolo de los pistones, obteniendo así una lectura fiable de las posiciones a ser censadas.

**Tabla 2.22 Prestaciones técnicas del sensor de proximidad.**

Fuente: Autores.

Características	
Construcción	Para ranura t
Características especiales	Resistente al aceite
Magnitud de la medición	Posición
Salida	Npn
Frecuencia máxima de conmutación	180 Hz
Tensión de servicio calculada dc	24 v
Conexión eléctrica	Cable 3 hilos de extremo abierto
Tipo de protección	Ip65/ ip68/ ip69k



**Figura 2.27 Sensor de proximidad con su esquema.**

Fuente: Festo.

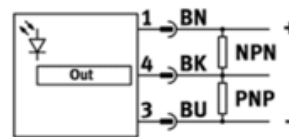
### 2.5.8 Sensores ópticos reflectivos

Estos sensores estarán ubicados en las 3 posiciones de operación de la planta para saber si alguna de las cajas se encuentra sobre dichas ubicaciones. Se optó a escoger la barrera de luz de reflexión SOOD-RS-L-PN dado la rapidez y precisión de censado que este brinda.

**Tabla 2.23 Prestaciones técnicas del sensor óptico.**

Fuente: Autores.

Características	
Construcción	En bloque
Principio de medición	Optoelectrónico
Método de detección	Barrera de luz por reflexión
Tipo de luz	Laser rojo
Alcance	0 ... 2000 mm
Función de elemento de conmutación	Pnp, conmutación en fase oscura/ Npn, conmutación en fase con luz
Frecuencia máxima de funcionamiento	2000 Hz
Tipo de protección	Ip65/ Ip67



**Figura 2.28 Sensor óptico con su esquema.**

Fuente: Festo.

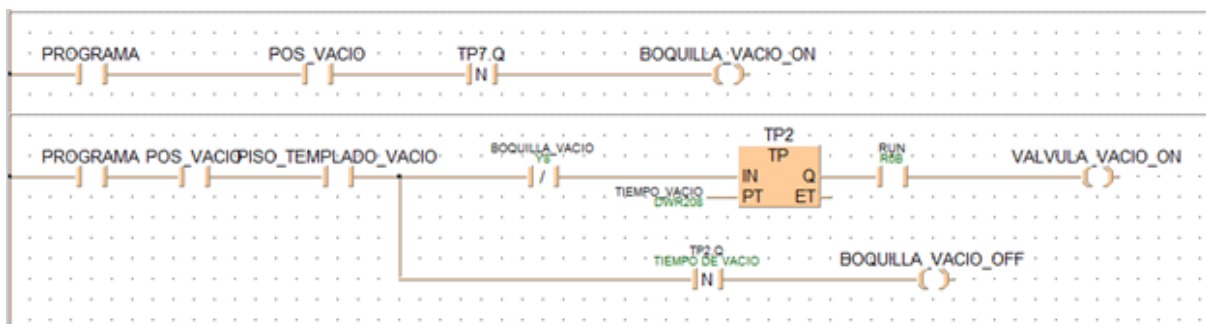
# CAPÍTULO 3

## 3. RESULTADOS Y ANÁLISIS

### 3.1 Análisis del tiempo de vacío

A continuación, se visualiza el segmento de la programación encargada de controlar el tiempo en el cual tanto la boquilla como la bomba de vacío se activarán, en la imagen 3.1 se detalla el tiempo de vacío será controlada por medio de la variable “TIEMPO\_VACIO” que podrá ser modificada por el operador mediante la pantalla HMI.

Para determinar este parámetro, se tendrá que realizar diferentes pruebas durante la implementación de la línea con el fin de hallar el tiempo óptimo, dado que si la acción de vacío es prolongada podría llegar al punto de succionar manteca lo que implicaría un taponamiento en el filtro de la bomba de vacío.



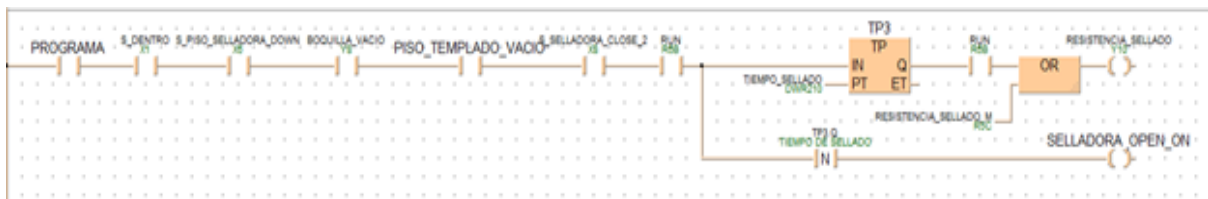
**Figura 3.1 Secuencia de la activación de la bomba de vacío.**

Fuente: Autores.

### 3.2 Análisis del tiempo de sellado

De acuerdo al segmento de la programación que se muestra, se tiene una serie de condiciones representadas por los contactos, que deberán cumplirse para dar el paso a la acción de sellado, el cual será controlado a través de un temporizador (TP3) cuyo tiempo podrá ser modificado por el operador a través de la interfaz HMI.

En el capítulo anterior se determinó que, para obtener un sellado óptimo, el tiempo del calentamiento de las niquelinas deberá estar entre un rango de 2 a 5 segundos, por lo que se deberán realizar múltiples pruebas durante la implementación para establecer un tiempo de sellado apropiado para el tipo de material termoplástico que se ha seleccionado, debido a que si este tiempo es prolongado la funda se podría quemar.

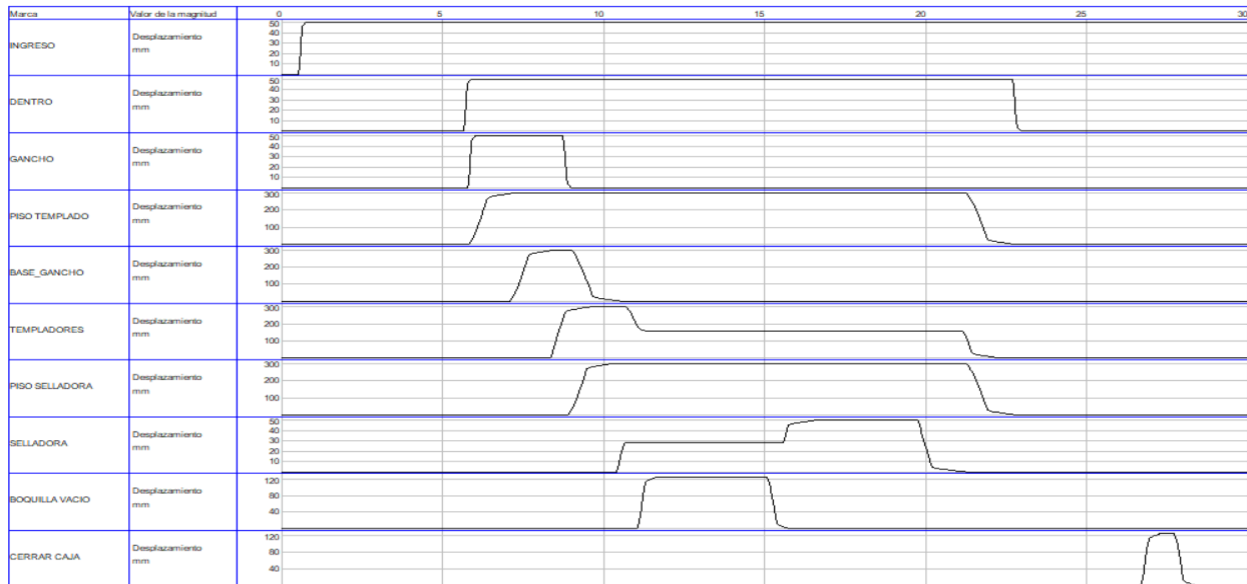


**Figura 3.2 Secuencia del sellado del termoplástico**

Fuente: Autores.

### 3.3 Análisis del diagrama de estado de los actuadores neumáticos

Con el fin de determinar el número de cajas que van a ser procesadas durante un periodo de tiempo, se procedió a realizar la simulación del proceso mediante el software "FluidSIM", en el cual se obtuvo el diagrama de estados de los actuadores involucrados en la línea de sellado tal y como se observa en la figura 3.3.



**Figura 3.3 Diagrama de estados de los cilindros neumáticos**

Fuente: Autores.

En la simulación se puede apreciar de manera detallada el ciclo que le toma a una caja pasar por toda la secuencia. Para determinar este tiempo se debe considerar desde la entrada de una caja en la línea, acción que se ve reflejada en el estado de “alto” del diagrama “INGRESO”, hasta la salida de la caja del proceso de sellado que es cuando se da un “bajo” del diagrama “CERRAR CAJA”, dando como resultado un tiempo aproximado de 30 segundos. Por lo que, en el transcurso de un turno de trabajo, cuya duración es de 8 horas y se espera que sean procesadas aproximadamente 960 cajas. Notándose un incremento en la productividad dado que, cuando el sellado se hacía de manera manual, se procesaba alrededor de 640 cajas en un turno de trabajo.

Con respecto a los tiempos de vacío y sellado, en la programación se establecieron 4 segundos para ambas acciones. Según el diagrama estos tiempos se ven reflejado en los estados en “alto” del diagrama “BOQUILLA VACÍO” cuyo tiempo de activación se observa que es alrededor de 5 segundos y del diagrama “SELLADORA” que pasa del estado “medio” al “alto” manteniéndose así cerca de 5 segundos.

### 3.4 Pantallas de la interfaz

#### 3.4.1 Home

Esta pantalla aparece como predeterminada al momento de encender el HMI, dando la bienvenida al operador. En la figura 3.4 se puede observar que las demás pantallas se encuentran en el lado izquierdo.



Figura 3.4 Pantalla Home.

Fuente: Autores

#### 3.4.2 Manual

Al acceder a esta sección se podrán controlar gran parte de los actuadores neumáticos para determinar su correcto funcionamiento. Debido a que el número de actuadores a controlar es considerable, se procedió a dividir la sección de manual en dos partes.

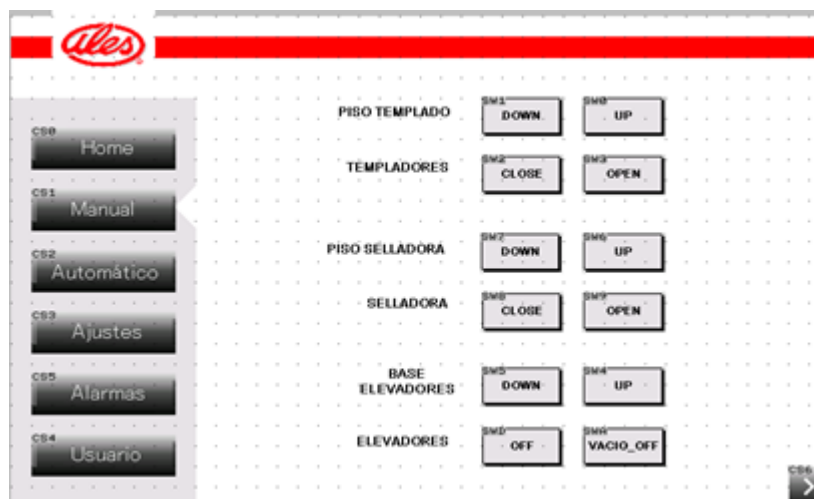
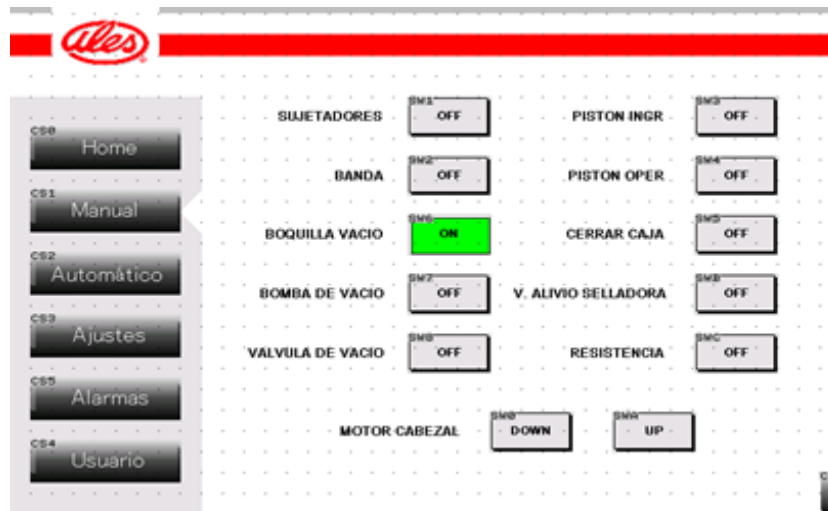


Figura 3.5 Pantalla Manual 1.

Fuente: Autores.



**Figura 3.6 Pantalla Manual 2.**

Fuente: Autores

### 3.4.3 Automático

Para arrancar el sistema se tiene que presionar la botonera “ON/OFF”, seguido a esto se oprime la botonera de “INICIALIZAR” para que los componentes se coloquen en posición inicial al recibir una caja. El icono “START” correrá la secuencia al momento de detectar una caja, si se presiona después la secuencia se detendrá.

En esta pantalla también se puede visualizar el número de cajas que se han empacado y por medio del icono “CERO” se resetea el contador. Otras variables que se pueden supervisar son los tiempos de sellado y el de vacío, tiempos que se modificaron en la pantalla de ajustes. En el caso de que exista algún fallo la secuencia de operación se detendrá y se activará el indicador “ACTIVE” y al momento de presionar dicho icono se abre la pantalla de alarmas





Figura 3.7 Pantalla Automático.

Fuente: Autores

### 3.4.4 Ajustes

En esta pantalla se puede modificar tanto, el tiempo en que las resistencias se calientan para sellar el termoplástico como el tiempo en el que la bomba de vacío entra en operación, además de controlar la altura del cabezal por medio de las dos botoneras.



Figura 3.8 Pantalla Ajustes.

Fuente: Autores

### 3.4.5 Alarmas

Dentro de esta pantalla, se puede visualizar diferentes tipos de problemas o fallas que ocurren durante el proceso. Las posibles fallas que se pueden presentar son las que se observan en la figura 3.9. Para saber la posible solución a optar se tendrá que presionar la botonera “HELP”

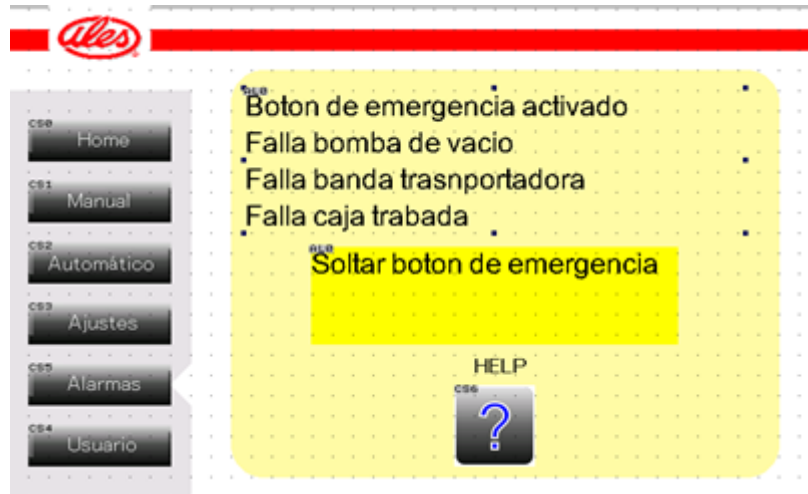
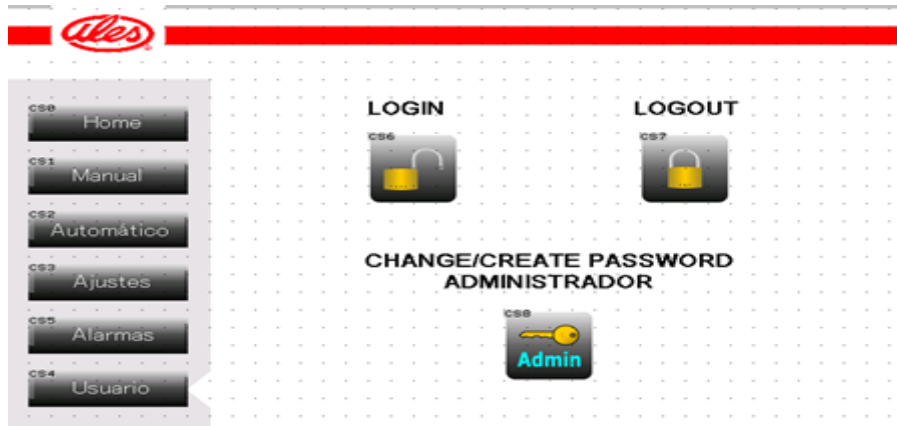


Figura 3.9 Pantalla Alarmas.

Fuente: Autores

### 3.4.6 Usuario

Cada operador de la línea tendrá su propia cuenta con su respectiva contraseña, la que le permitirá acceder a las funciones de las pantallas: manual, automático y ajustes. Para ingresar se tiene que presionar la botonera “LOGIN”. Una vez finalizada la labor del operador, tendrá que cerrar su sesión de trabajo presionando la botonera “LOGOUT”. En el caso de que algún operador no se encuentre registrado se tendrá que presionar la botonera “ADMIN” y se ingresan los nuevos datos.



**Figura 3.10 Pantalla Usuario.**

Fuente: Autores.

### 3.5 Análisis de consumo de energético

Para tener una idea del consumo energético que se tiene por cada día, se consideró las potencias de los equipos presentes en el sistema de sellado. El primer componente que se consideró fue el compresor, en donde se determinó el consumo del aire de todos los actuadores como se observa a continuación: Primero se calculó los volúmenes de las cámaras de aire de cada actuador

$V_{p1}$ : Pistón ADN-32-50-A-P-A

$V_{p2}$ : Pistón DSBC-40-250-PPVA-N3

$V_{p3}$ : Pistón DSNU-20-125-PPS-A

$$V_{\text{CÁMARA DE AIRE DEL PISTÓN}} = \pi \cdot (r_{\text{ext}} - r_{\text{int}})^2 \cdot h$$

$$V_{p1} = 40,21 \text{ cm}^3$$

$$V_{p2} = 314,16 \text{ cm}^3$$

$$V_{p3} = 39,27 \text{ cm}^3$$

Luego se calcula el volumen en cada ciclo tomando en cuenta la salida y retroceso de cada uno de los actuadores dentro del sistema neumático, considerando el número de veces que se llenarán las cámaras de vacío en un ciclo de trabajo que representa a la producción de una caja de 25kg.

$$V_{\text{TOTALXCICLO}} = (x_1 \cdot V_{p1}) + (x_2 \cdot V_2) + (x_3 \cdot V_3)$$

$$V_{\text{TOTALXCICLO}} = (8 \cdot 40,21) + (8 \cdot 314,16) + (4 \cdot 39,27)$$

$$V_{\text{TOTALXCICLO}} = 2992,04 \frac{\text{cm}^3}{\text{CICLO}}$$

Una vez determinado el volumen total se calculó el consumo por ciclos que hay por minuto

$$Q_{op} = n * V_{TOTALXCICLO}$$

$$Q_{op} = 5984,08 \frac{cm^3}{min}$$

Después se calculó la presión de operación, en donde se consideró la presión de trabajo (8 bar) y la presión atmosférica (1 bar)

$$P_{op} = P_{atm} + P_{tra}$$

$$P_{op} = 9 \text{ bar}$$

Finalmente se calcula el caudal atmosférico en la operación

$$Q_{atm} = \frac{P_{op} * Q_{op}}{P_{atm}}$$

$$Q_{atm} = 53866,73 \frac{cm^3}{min} = 0,05 \frac{m^3}{min}$$

Considerando un compresor de 55kW, con un caudal de  $10,69 \frac{m^3}{min}$  y una presión de 8 bar se determinó el consumo eléctrico por parte del compresor, para esto se debe tener en cuenta que el valor del consumo atmosférico corresponde al 0,47% del total compresor, obteniendo:

$$Consumo = 55000 * 0,47 = 258,5 \text{ W}$$

Con este dato se pudo completar la tabla 3.1 que indica el consumo total de energía eléctrica de la planta en un día de dos turnos de 8 horas cada uno.

**Tabla 3.1 Consumo energético de la planta.**

Fuente: Autores.

Componente	Potencia instalada (watts)	Tiempo de uso diario (horas)	Consumo (watts-hora)
Bomba de vacío	368	2,13	783,84
Motor de banda	1118,55	5,33	5961,8715
Compresor	258,5	10,67	2758,195

Niquelina	355	2,13	756,15
Variador de frecuencia	1337,6	5,33	7129,408
Motor de encintadora de cajas	180	1,07	192,6
Electroválvulas	2,6	10,67	27,742
PLC	64	16	1024
Pantalla HMI	60	16	960
		TOTAL	19593,81

### 3.6 Análisis de costos

Ahora se procede a mostrar los costos que le tomaría a la empresa si llega a implementar el proyecto. Primero se tienen los costos debido a los componentes que constituyen el sistema de sellado

CANTIDAD	NOMBRE	DESCRIPCIÓN	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
1	Unidad de mantenimiento	MSB6-1/2:C3J1M1-WP	\$252,95	\$252,95
4	Cilindro neumático	DSBC-40-250-PPVA-N3	\$219,88	\$879,52
8	Cilindro neumático	ADN-32-50-A-P-A	\$129,04	\$1.032,32
4	Generador de vacío	VAD-1/4	\$118,72	\$474,88
4	Ventosas	VASB-55-1/4-PUR-B	\$11,10	\$44,40
2	Cilindro neumático	DSNU-20-125-PPS-A	106,2	\$212,40
2	Motor giratorio neumático	DSR-12-180-P	455,53	\$911,06
1	Terminal de válvulas compacto	CPV14 10P-14-8A-MP-N-U-8M	\$1.885,87	\$1.885,87
4	Electroválvula 5/3	VUVS-L20-P53C-MD-G18-F7	137,49	\$549,96
8	Bobina magnetica 24 VDC	VACS-C-C1-1	15,13	\$121,04
8	Caja tomacorriente	MSSD-EB	\$4,15	\$33,20
16	Sensor de proximidad para ranura T	SMT-8M-A-NS-24V-E-2,5-OE	\$67,93	\$1.086,88
1	Bomba de vacío	RS9D	\$390,00	\$390,00
1	Electroválvula 1"	electroválvula a 24V	\$54,55	\$54,55
5	Manguera neumatica	#10	\$1,94	\$9,70
20	Manguera neumatica	#8	\$1,63	\$32,60
2	Manguera 1"	Gusano transparente	\$1,75	\$3,50
2	Distribuidor de aire	1 a 3	\$17,72	\$35,44
1	Filtro separador	Fb Series	\$120,50	\$120,50
2	Racores	Rápido roscado en L	\$10,72	\$21,44
60	Racores	Rápido roscado	\$4,69	\$281,40
		TOTAL		\$8.433,61

**Tabla 3.2 Costos de componentes neumáticos.**

Fuente: Autores.

CANTIDAD	NOMBRE	DESCRIPCIÓN	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
2	Motor trifásico	1,5 HP	\$215,00	\$430,00
1	Variador de frecuencia	1,5 HP	\$508,00	\$508,00
3	Sensor óptico reflectivo	SOOC-TB-M4	\$36,47	\$109,41
3	Resistencia	Niquelina 3mm	\$1,50	\$4,50
1	Transformador	127V/24V	\$40,00	\$40,00
1	Torre de luces indicadoras industriales	LTA-505W DC24V	\$23,00	\$23,00
1	PLC	FP-X C60PD (32E/S28)	\$642,00	\$642,00
1	HMI	GT707	\$508,40	\$508,40
1	Breaker 3P- 80A	3P-80A	\$148,65	\$148,65
1	Breaker 2P-2A	2P-2A	\$20,60	\$20,60
2	Breaker 2P-2A	2P-2A	\$6,05	\$12,10
1	Contactador de 3P-50A	3P-50A	\$137,66	\$137,66
2	Contactores de 3P-25A	3P-25A	\$63,94	\$127,88
1	Contactador de 3P-12A	3P-12A	\$31,90	\$31,90
1	Fuente 24 V	SITOP PSU8200	\$419,00	\$419,00
15	SSR tipo bornera	24V DC	\$8,50	\$127,50
1	SSR (Resistencia)	SSR40DA	\$10,00	\$10,00
8	Paquete de borneras	Tipo riel	\$5,50	\$44,00
1	Máquina de sellado de cajas (encintadora)	AMFXA-6050A	\$1.800,00	\$1.800,00
			TOTAL	\$5.144,60

**Tabla 3.3 Costos de componentes eléctricos y de automatización.**

Fuente: Autores.

Luego se tienen los costos que implica la mano de obra, que está constituido por la elaboración del diseño eléctrico - neumático, así como la elaboración de la parte de automatización que corresponde a la programación del PLC y de diseño del HMI.

**Tabla 3.4 Costos de la mano de obra**

Fuente: Autores.

DETALLE	COSTO
Diseño eléctrico	\$400,00

Diseño neumático	\$400,00
Programación PLC	\$3.500,00
Diseño HMI	\$1.500,00
TOTAL	\$5.800,00

El costo final del proyecto en donde se considera solamente la parte eléctrica, neumática y de control se observa en la tabla 3.5

**Tabla 3.5 Costo total del proyecto.**

Fuente: Autores.

DETALLE	COSTO
Neumática	\$8.433,61
Electricidad y automatización	\$5.144,60
Mano de obra	\$5.800,00
TOTAL	\$19.378,21

# CAPÍTULO 4

## 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 4.1 Conclusiones

- Con esta propuesta de diseño automatizado se tendría un aumento de la producción de la manteca, pasando a procesar dos cajas del producto en menos de un minuto obteniendo así cerca de 960 en una jornada de 8 horas. Representado un incremento del 50% de la productividad.
- A través de la interfaz (HMI) elaborada, se alcanzará un control y una supervisión completa de toda la planta, en el que el operador de turno también podrá comprobar que los actuadores de la línea de sellado funcionen correctamente.
- EL costo de la implementación del proyecto no sobrepasa los \$20K, siendo el costo mucho menor en comparación a otras máquinas de sellado con un sistema de vacío con características similares que se pueden adquirir en el extranjero.
- El sistema de control empleado es adaptable, por lo tanto, la programación desarrollada en el PLC Panasonic FP-X C60PD permite modificar los parámetros importantes del proceso como el tiempo de sellado, que depende del material termoplástico que se utilice y el tiempo de vacío que dependerá del tamaño del empaque empleado.
- Asegura una línea de empaquetado con excelentes condiciones de calidad e higiene al no tener intervención humana dentro del proceso y usar tecnología neumática que emplea aire comprimido como fuente de energía.



- El consumo energético diario de la planta es de 19,54 kW-Hora, lo que evidencia que se está en frente de una propuesta eficiente en comparación a otras tecnologías de sellado.

## **4.2 Recomendaciones**

- Para tener un control más preciso de la temperatura de las niquelinas, a fin de sellar el termoplástico se podría optar por el uso de una termocupla.
- Los operadores de cada turno deberán ser capacitados para usar correctamente la pantalla HMI.
- Se tendrá que realizar un control preventivo una vez finalizado cada turno de trabajo, esta actividad comprende la limpieza de la boquilla de vacío y de los templadores que son los componentes que se encuentran operando en cercanía con la manteca.
- Los tiempos de sellado y vacío son valores que solamente podrán ser modificados por los jefes de turno, a quienes se le asignará un respectivo usuario y contraseña.
- Para poder operar con cajas de diferentes tamaños y pesos es recomendable añadir topes y sensores para el posicionamiento correcto de cada una de estas.
- Con el fin de tener una productividad constante y una óptima operación de los componentes neumáticos se tendrá que fijar la presión de alimentación en la unidad de mantenimiento a 8 bar.

# BIBLIOGRAFÍA

- Barragán , J., & Pérez, J. (2009). *Rehabilitación y automatización de una máquina empacadora de snacks familiar de doble lado para la empresa Comsaju CIA. LTDA.* Obtenido de Repositorio ESPE: <http://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/handle/21000/376>
- Creus, A. (2010). *Neumática e Hidráulica*. Barcelona: Marcombo.
- González, A., & García, F. (2009). *Elaboración y automatización de una máquina empacadora industrial a escala*. Obtenido de Repositorio institucional UPB.
- Guamán, R., & Morales , O. (2018). *Diseño e implementación de un sistema automático para una máquina envasado vertical de productos alimenticios*. Obtenido de Bibdigital Escuela Politécnica del Litoral: <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/19410/1/CD-8800.pdf>
- Innergy. (2020). *HMI: Interfaz hombre-máquina Human Machine Interface*. Obtenido de Innergy Electric: <https://innergy-global.com/es/divisiones/innergy-electric/soluciones/software/hmi>
- Martín, F. (2019). *El envasado al vacío, una técnica muy segura pero no totalmente exenta de peligros* . Obtenido de Restauración colectiva: <https://www.restauracioncolectiva.com/n/en-ensado-al-vacio>
- Mateos, F. (2008). *Autómatas Programables: Introducción al estándar IEC-61131*. Obtenido de <http://isa.uniovi.es/docencia/IngdeAutom/transparencias/Pres%20IEC%2061131.pdf>
- Medina , A., & Iza , M. (2013). *Diseño y construcción de una máquina dosificadora y empacadora controlada por PLC para la línea de producción de snacks de la empresa Ecuamex*. Obtenido de Repositorio Escuela Politécnica del Ejercito: <http://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/21000/6535/T-ESPE-047102.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Moreno, W. (2017). *Automatización industrial en el Ecuador*. Obtenido de Automatización en la industria alimenticia: <http://automatizacionwaltermontero.blogspot.com/>
- Quispe, E. (2018). *Diseño de un sistema automatizado para un equipode sellado al vacío en una empresa de fabricación de maquinarias en acero*. Recuperado el 2020, de Repositorio Universidad Técnica del Perú: [http://repositorio.utp.edu.pe/bitstream/UTP/1578/1/Eduard%20Quispe\\_Trabajo%20de%20Suficiencia%20Profesional\\_Titulo%20Profesional\\_2018.pdf](http://repositorio.utp.edu.pe/bitstream/UTP/1578/1/Eduard%20Quispe_Trabajo%20de%20Suficiencia%20Profesional_Titulo%20Profesional_2018.pdf)
- Rodríguez, R., Rojo, G., Martínez, R., Piña, H., Ramírez, B., Vaquera, H., & Cong, M. (2014). Envases inteligentes para la conservación de alimentos . *Ra Ximhai*, 151-174.
- S&P. (2020). *¿Qué es y para qué sirve un variador de frecuencia?* Obtenido de El Blog de la ventilación eficiente: <https://www.solerpalau.com/es-es/blog/variador-de-frecuencia/>

# APÉNDICE

## APÉNDICE A

### Catálogos de los componentes

Salida a transistor			
Referencia	AFPX-C14P/PD	AFPX-C30P/PD	AFPX-C60P/PD
Número de entradas	8	16	32
Número de salidas	6 transistores	14 transistores	28 transistores
Capacidad de carga	0,5A	0,5A	0,5A
E/S Digitales (max.)	336	352	382
E/S Analógicas (max.)	26		
Velocidad de proceso	0,32µs/paso (por instrucción básica)		
<b>Memoria</b>			
Tipo de memoria	Flash-ROM		
Capacidad de programa	C14R: 16k pasos, C30R/C60R: 32k pasos		
Registros de datos	C14R: 12285 palabras, C30R/C60R: 32765 palabras		
<b>Funciones Especiales</b>			
Contador de alta velocidad	8 canales en simple fase: 4 x 50kHz + 4 x 10kHz 4 canales en doble fase: 4 x 10kHz No permite el uso del casete de E/S de pulsos		
Salida de pulsos /salida PWM	100kHz x 2 canales + 20kHz x 2 canales PWM: 1,5Hz a 4,7kHz		
Puertos de comunicación	Hasta 3 puertos serie, C30R/C60R también disponen de puerto USB		
Calendario Reloj	Requiere la instalación del casete AFPX-MRTC y de la batería		
Otras funciones	Contraseña (4 dígitos, 8 dígitos), protección de carga, memoria de comentarios (328kByte)		
Tensión de alimentación	AFPX-C14P/-C30P/-C60P: 85 a 264V AC AFPX-C14PD/-C30PD/-C60PD: 20,4 a 28,8V CC		

**Apéndice A1: Especificaciones técnicas de PLC AFPX-C60PD.**

	GT707
Color del panel frontal	Negro
Puertos de comunicación	RS232C
Alimentación	24V CC
Tensión de operación	21,6 a 26,4V CC
Consumo	Máx. 8W (máx. 250mA)
Temperatura ambiente	0 a +50°C
Humedad ambiente	20 a 85 % RH (sin condensación)
Grado de protección	IP65, a prueba de polvo y salpicaduras en el frontal (ver nota 1).
Peso neto	360G aproximadamente
Display	TFT color LCD
Tamaño del display	154,3 x 88,7mm (An x Al)
Área de visualización	153 x 85,6mm (An x Al)
Resolución	800 x 480 píxeles (An x Al)
Color	65.536 colores
Retroiluminación	LEDs blancos
Número de pantallas	230 pantallas aprox. (Ver nota 2)
Ranura para tarjeta SD	Disponible
Puerto USB	Tipo Mini-B
Dimensiones	188 x 122 x 34mm (An x Al x Prof)

**Apéndice A2: Especificaciones técnicas de la pantalla GT707.**

# SIEMENS

## Data sheet for MICROMASTER 420

MLFB-Ordering data **6SE6420-2UC15-5AA1**



Figure similar

Client order no. :  
Order no. :  
Offer no. :  
Remarks :

Item no. :  
Consignment no. :  
Project :

Rated data		General tech. specifications	
<b>Input</b>		Power factor $\lambda$	0.95
Number of phases	1 / 3 AC	Efficiency $\eta$	0.96
Line voltage	200 ... 240 V $\pm 10\%$	<b>Ambient conditions</b>	
Line frequency	47 ... 63 Hz	Cooling	Fan
Rated current (HO)	6.20 A / 3.60 A	<b>Ambient temperature</b>	
<b>Output</b>		Operation (HO)	-10 ... 50 °C
Number of phases	3 AC	Transport	-40 ... 70 °C
Rated voltage	240 V	Storage	-40 ... 70 °C
Rated power (HO)	0.55 kW / 0.75 hp		
Rated current (HO)	3.00 A		
Pulse frequency	16000 Hz		
Output frequency for V/f control	0 ... 650 Hz		

Mechanical data		Connections	
Degree of protection	IP20 / UL open type	<b>Motor end</b>	
Size	FSA	Conductor cross-section	2.50 mm <sup>2</sup>
Net weight	1.00 kg		
Width	73.0 mm		
Height	173.0 mm		
Depth	149.0 mm		
Inputs / outputs			
<b>Standard digital inputs</b>			
Number	3		
<b>Relay output</b>			
Number	1		
<b>Analog inputs</b>			
Number	1		
<b>Analog outputs</b>			
Number	1		

### Apéndice A3: Especificaciones técnicas del variador de frecuencia Micromaster 420.

Entrada	
Entrada	AC monofásica y bifásica o DC
Tensión nominal U <sub>e</sub> nom	120 ... 230 V
Rango de tensión AC	85 ... 275 V
• Observación	Con U <sub>e</sub> < 100 V AC o DC, se precisa derating de temperatura a 50 °C
Tensión de alimentación	
• con DC	110 ... 220 V
Tensión de entrada	
• con DC	88 ... 350 V
Entrada de rango amplio	Sí
Respaldo de red	Con U <sub>e</sub> = 230 V
Respaldo de red con la nom, mín.	20 ms; Con U <sub>e</sub> = 230 V
Frecuencia nominal de red 1	50 Hz
Frecuencia nominal de red 2	60 Hz
Rango de frecuencia de red	45 ... 65 Hz
Corriente de entrada	
• con valor nominal de la tensión de entrada 120 V	4,6 A

Salida	
Salida	Tensión continua estabilizada y aislada galvánicamente
Tensión nominal Us nom DC	24 V
Tolerancia total, estática ±	3 %
Compens. estática variación de red, aprox.	0,1 %
Compens. estática variación de carga, aprox.	0,3 %
Ondulación residual entre picos, máx.	100 mV
Ondulación residual entre picos, típ.	80 mV
Spikes entre picos, máx. (ancho de banda aprox. 20 MHz)	200 mV
Spikes entre picos, típ. (ancho de banda aprox. 20 MHz)	100 mV
Rango de ajuste	24 ... 28,8 V
Función del producto Tensión de salida es ajustable	Sí
Ajuste de la tensión de salida	Mediante potenciómetro
Pantalla normal	LED verde para 24 V O.K.
Señalización	Contacto de relé (contacto NA, capacidad de carga de contactos 60 V DC/0,3 A) para 24 V O.K.
Comportamiento al conectar desconectar	Sin rebase transitorio de Ua (arranque suave)

#### Apéndice A4: Especificaciones técnicas de la fuente de voltaje SITOP PSU8200.



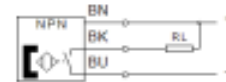
## sensor de proximidad SMT-8M-A-NS-24V-E-2,5-OE

Número de artículo: 574338

★ Gama básica

magnético, sin contacto, para ranura en T.

FESTO



### Hoja de datos

Característica	Valor
Construcción	para ranura en T
Basado en la norma	EN 60947-5-2
Homologación	RCM Mark c UL us - Listed (DL)
Marca CE (ver declaración de conformidad)	según la normativa UE sobre EMC según la directiva RoHS-RL de la UE
Caracteres KC	KC-EMV
Características especiales	resistente al aceite
Indicación sobre el material	Exento de cobre y PTFE Conforme con RoHS Sin halógeno
Magnitud de la medición	Posición
Principio de medición	magnetorresistivo
Temperatura ambiente	-40 ... 85 °C
Precisión de repetición	0,2 mm
Salida	NPN
Función del elemento de conmutación	contacto de trabajo
Tiempo de conexión	≤ 1,3 ms
Tiempo de desconexión	≤ 1,4 ms
Frecuencia máx. de conmutación	180 Hz
Corriente máxima de salida	100 mA
Corriente máx. de salida en los kits de fijación	100 mA
Rendimiento DC máximo de conmutación	2,8 W
Potencia de conmutación máxima DC en los kits de fijación	2,8 W
Caída de tensión	≤ 1,5 V
Anticortocircuitaje	sí
Resistencia a sobrecargas	presente
Tensión de servicio calculada DC	24 V
Margen de tensión de funcionamiento DC	5 ... 30 V
Polos Inconfundibles	para todas las conexiones eléctricas
Conexión eléctrica 1, tipo de conexión	Cable
Conexión eléctrica 1, técnica de conexión	extremo abierto
Conexión eléctrica 1, cantidad de contactos/hilos	3
Sentido de la conexión de salida	longitudinal
Condiciones de control línea	Resistencia a la flexión alternante según la norma Festo Condiciones de prueba sobre demanda Cadena de arrastre: 5 millones de ciclos, radio de curvatura 28 mm Resistencia a la torsión: > 300 000 ciclos, ±270°/0,1 m
Longitud del cable	2,5 m
Característica de la línea	Cadena de arrastre+robot
Color de la cubierta del cable	Gris
Material de la cubierta aislante del cable	TPE-U(PUR)
Tipo de fijación	Fijado con tornillos Montaje en la ranura por arriba

### Apéndice A5: Especificaciones técnicas del sensor de proximidad.

## barrera de luz de reflexión SOOD-RS-L-PN

Número de artículo: 8075662

FESTO



### Hoja de datos

Característica	Valor
Construcción	Construcción en bloque
Corresponde a la norma	EN 60947-5-2
Homologación	RCM Mark c UL us - Recognized (OL)
Marca CE (ver declaración de conformidad)	según la normativa UE sobre EMC según la directiva RoHS-RL de la UE
Certificado entidad que lo expide	UL E332949
Indicación sobre el material	contiene sustancias perjudiciales para la pintura Conforme con RoHS
Principio de medición	optoelectrónico
Método de detección	Barrera de luz por reflexión
Tipo de luz	Láser Rojo
Mancha luminosa máxima	35 mm a 2000 mm
Alcance	0 ... 2.000 mm
Temperatura ambiente	-20 ... 60 °C
Material de recubrimiento	Reflector de referencia
Salida	Contráfase
Función del elemento de conmutación	PNP, conmutación en fase oscura NPN, conmutación en fase con luz
Frecuencia máx. de conmutación	2.000 Hz
Corriente máxima de salida	50 mA
Caída de tensión	0 ... 1.5 V
Anticortocircuitaje	ciclos
Margen de tensión de funcionamiento DC	10 ... 30 V
Ondulación residual	10 %
Intensidad en reposo	10 mA
Polos inconfundibles	para todas las conexiones eléctricas
Conexión eléctrica 1, tipo de conexión	Cable con conector
Conexión eléctrica 1, técnica de conexión	M8x1, codificación A según EN 61076-2-104
Conexión eléctrica 1, cantidad de contactos/hilos	3
Conexión eléctrica 1, tipo de fijación	Bloqueo mediante perno roscado
Material de los contactos crimp	Latón dorado
Longitud del cable	150 mm
Característica de la línea	Estándar
Material de la cubierta aislante del cable	TPE-U (PUR)
Tipo de fijación	con taladro pasante
Par de apriete	0,5 Nm
Posición de montaje	indistinto
Peso del producto	10 g
Material de la carcasa	ABS PC TPE-U (PU)
Indicación de unidad dispuesta para el funcionamiento	LED verde
Indicación del estado	LED amarillo
Indicación de reserva de funcionamiento	LED intermitente amarillo

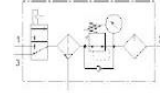
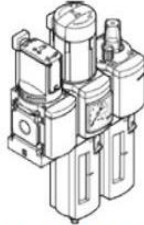
### Apéndice A6: Especificaciones técnicas de la barrera de luz.

## unidad de mantenimiento combinada MSB6-1/2:C3J1M1-WP

Número de artículo: 542272

FESTO

Compuesto de válvula de cierre manual, unidad de filtro y regulador, lubricador, placa para el montaje en la pared. Presión inicial máxima 12 bar, filtro de 40 µm, con manómetro, botón regulador con llave, vaso y funda de material sintético, purga manual del condensado, sentido del flujo de izquierda a derecha



### Hoja de datos

Característica	Valor
Tamaño	6
Serie	MS
Asegurar el accionamiento	Botón giratorio con enclavamiento con accesorios, con llave
Posición de montaje	vertical +/- 5°
Grado de filtración	40 µm
Purga del condensado	giro manual
Construcción	Válvula de arranque progresivo Filtro regulador con manómetro Lubricador estándar de niebla de aceite
Función del regulador	Presión inicial con compensación de la presión primaria con escape secundario con flujo inverso
Funda de protección	funda de protección de material sintético
Indicación de la presión	con manómetro
Presión de funcionamiento	1.5 ... 18 bar
Margen de regulación de la presión	1 ... 12 bar
Caudal nominal normal	3,100 l/min
Fluido	Aire comprimido según ISO 8573-1:2010 [7.4.4] Gases inertes
Indicación sobre los fluidos de funcionamiento y de mando	Opción de funcionamiento con lubricación (necesaria en otro modo de funcionamiento)
Clase de resistencia a la corrosión KBK	2 - riesgo de corrosión moderado
Temperatura de almacenamiento	-10 ... 60 °C
Apto para el contacto con alimentos	Información detallada sobre el material
Clase de pureza del aire en la salida	Aire comprimido según ISO 8573-1:2010 [7.4.-]
Temperatura del medio	-10 ... 60 °C
Temperatura ambiente	-10 ... 60 °C
Peso del producto	1,750 g
Tipo de fijación	con accesorios
Conexión neumática 1	G1/2
Conexión neumática 2	G1/2
Conexión neumática 3	G1/2
Indicación sobre el material	Conforme con RoHS
Material de la carcasa	Fundición inyectada de aluminio
Material de la funda	PC

### Apéndice A7: Especificaciones técnicas de la unidad de mantenimiento.

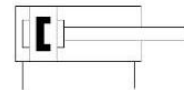
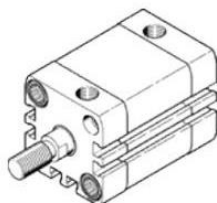
## cilindro compacto ADN-32-50-A-P-A

Número de artículo: 536275

★ Gama básica

según ISO 21287, para la detección de posiciones, con rosca exterior en el vástago.

FESTO



### Hoja de datos

Característica	Valor
Carrera	50 mm
Diámetro del émbolo	32 mm
Rosca del vástago	M10x1,25
Amortiguación	P. amortiguación por tope elástico/placa a ambos lados
Posición de montaje	indistinto
Corresponde a la norma	ISO 21287
Extremo del vástago	Rosca exterior
Detección de la posición	para sensores de proximidad
Variantes	vástago simple
Presión de funcionamiento	0,6 ... 10 bar
Modo de funcionamiento	de doble efecto
Fluido	Aire comprimido según ISO 8573-1:2010 [7:4:4]
Indicación sobre los fluidos de funcionamiento y de mando	Opción de funcionamiento con lubricación (necesaria en otro modo de funcionamiento)
Clase de resistencia a la corrosión KBK	2 - riesgo de corrosión moderado
Temperatura ambiente	-20 ... 80 °C
Energía del impacto en las posiciones finales	0,4 J
Fuerza teórica con 6 bar, retroceso	415 N
Fuerza teórica con 6 bar, avance	483 N
Masa móvil con carrera de 0 mm	60 g
Peso adicional por 10 mm de carrera	30 g
Peso básico con carrera de 0 mm	265 g
Masa adicional por 10 mm de carrera	9 g
Tipo de fijación	a elegir: con taladro pasante con rosca interior con accesorios
Conexión neumática	G1/8
Indicación sobre el material	Conforme con RoHS
Material de la culata	Aluminio anodizado
Material de las juntas	TPE-U (PUR)
Material del vástago	Acero de aleación fina
Material de la camisa del cilindro	Aleación forjable de aluminio Anodizado deslizante

### Apéndice A8: Especificaciones técnicas del cilindro AND-32-50-A-P-A.

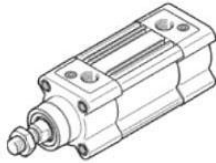
## cilindro normalizado DSBC-40-250-PPVA-N3

Número de artículo: 1376664

★ Gama básica

Con amortiguación de final de carrera regulable en ambos lados.

FESTO



### Hoja de datos

Característica	Valor
Carrera	250 mm
Diámetro del émbolo	40 mm
Rosca del vástago	M12x1,25
Amortiguación	PPV: amortiguación neumática regulable a ambos lados
Posición de montaje	indistinto
Corresponde a la norma	ISO 15552
Extremo del vástago	Rosca exterior
Construcción	Émbolo Vástago Tubo perfilado
Detección de la posición	para sensores de proximidad
Variantes	vástago simple
Presión de funcionamiento	0,6 ... 12 bar
Modo de funcionamiento	de doble efecto
Fluido	Aire comprimido según ISO 8573-1:2010 [7:4:4]
Indicación sobre los fluidos de funcionamiento y de mando	Opción de funcionamiento con lubricación (necesaria en otro modo de funcionamiento)
Clase de resistencia a la corrosión KBK	2 - riesgo de corrosión moderado
Temperatura ambiente	-20 ... 80 °C
Energía del impacto en las posiciones finales	0,7 J
Carrera de amortiguación	19 mm
Fuerza teórica con 6 bar, retroceso	633 N
Fuerza teórica con 6 bar, avance	754 N
Masa móvil con carrera de 0 mm	205 g
Peso adicional por 10 mm de carrera	37 g
Peso básico con carrera de 0 mm	740 g
Masa adicional por 10 mm de carrera	16 g
Tipo de fijación	a elegir: con rosca interior con accesorios
Conexión neumática	G1/4
Indicación sobre el material	Conforme con RoHS
Material de la culata	Fundición inyectada de aluminio, recubierta
Material de la junta del émbolo	TPE-U (PU)
Material del émbolo	Aleación forjable de aluminio
Material del vástago	Acero de aleación fina
Material del rascador del vástago	TPE-U (PU)
Material de la junta de tope	TPE-U (PU)
Material del émbolo de tope	POM
Material de la camisa del cilindro	Aleación forjada de aluminio anodizado liso
Material de las tuercas	Acero cincado
Material del cojinete	POM
Material del tornillo con collar	Acero cincado

### Apéndice A9: Especificaciones técnicas del cilindro DSBC-40-250-PPVA-N3.

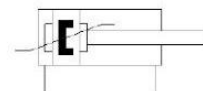
## cilindro normalizado DSNU-20-125-PPS-A

Número de artículo: 559276

★ Gama básica

Con amortiguación de fin de recorrido neumática autorregulable.

FESTO



### Hoja de datos

Característica	Valor
Carrera	125 mm
Diámetro del émbolo	20 mm
Rosca del vástago	M8
Amortiguación	PPS: amortiguación de fin de recorrido neumática autorregulable
Posición de montaje	indistinto
Corresponde a la norma	CETOP RP 52 P ISO 6432
Extremo del vástago	Rosca exterior
Construcción	Émbolo Vástago Camisa del cilindro
Detección de la posición	para sensores de proximidad
Variantes	vástago simple
Presión de funcionamiento	1 ... 10 bar
Modo de funcionamiento	de doble efecto
Clasificación marítima	véase el certificado
Fluido	Aire comprimido según ISO 8573-1:2010[7:4:4]
Indicación sobre los fluidos de funcionamiento y de mando	Opción de funcionamiento con lubricación (necesaria en otro modo de funcionamiento)
Clase de resistencia a la corrosión KBK	2 - riesgo de corrosión moderado
Temperatura ambiente	-20 ... 80 °C
Energía del impacto en las posiciones finales	0.2 J
Carrera de amortiguación	15 mm
Fuerza teórica con 6 bar, retroceso	158.3 N
Fuerza teórica con 6 bar, avance	188.5 N
Masa móvil con carrera de 0 mm	44 g
Peso adicional por 10 mm de carrera	7.2 g
Peso básico con carrera de 0 mm	186.8 g
Masa adicional por 10 mm de carrera	4 g
Tipo de fijación	con accesorios
Conexión neumática	G1/8
Indicación sobre el material	Conforme con RoHS
Material de la culata	Aleación forjable de aluminio Anodizado incoloro
Material de las juntas	NBR TPE-U (PU)
Material del vástago	Acero inoxidable de aleación fina
Material de la camisa del cilindro	Acero inoxidable de aleación fina

### Apéndice A10: Especificaciones técnicas del cilindro DSNU-20-125-PPS-A.

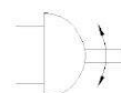
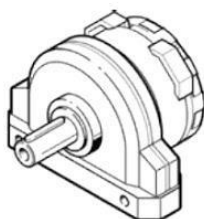
## actuador giratorio DSR-12-180-P

Número de artículo: 11909  
Clásico - No utilizar para equipos nuevos

Principio de aleta giratoria; ángulo de giro regulable. El sistema de tope está separado de la aleta giratoria, de modo que las fuerzas actuantes son absorbidas por los topes. Amortiguación mediante placas de polímero.

Puede encontrar alternativas modernas introduciendo las cuatro primeras partes del código del producto en el campo de búsqueda.

FESTO



### Hoja de datos

Característica	Valor
Tamaño	12
Ángulo de amortiguación	2.2 deg
Margen de ajuste del ángulo de giro	0 ... 180 deg
Ángulo de giro	0 ... 180 deg
Amortiguación	P: amortiguación por tope elástico/placa a ambos lados
Posición de montaje	indistinto
Modo de funcionamiento	de doble efecto
Construcción	Aleta giratoria
Detección de la posición	sin
Presión de funcionamiento	2 ... 8 bar
Frecuencia de giro máxima con 6 bar	3 Hz
Fluido	Aire comprimido según ISO 8573-1:2010 [7:...] ]
Temperatura ambiente	-10 ... 60 °C
Momento de giro teórico con 6 bar	1 Nm
Peso del producto	200 g
Tipo de fijación	con taladro pasante
Conexión neumática	M5
Material del eje de accionamiento	Acero niquelado
Material de las juntas	NBR

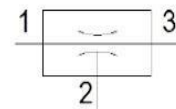
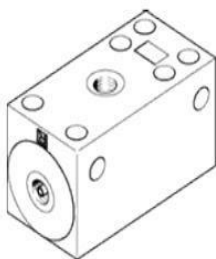
## Apéndice A11: Especificaciones técnicas del actuador giratorio DSR-12-180-P.

## generador de vacío VAD-1/4

Número de artículo: 9394  
Clásico - No utilizar para equipos nuevos

Puede encontrar alternativas modernas introduciendo las cuatro primeras partes del código del producto en el campo de búsqueda.

FESTO



### Hoja de datos

Característica	Valor
Diámetro nominal de la tobera Laval	1 mm
Posición de montaje	indistinto
Característica del eyector	Alto vacío
Construcción	forma en T
Presión de funcionamiento	1.5 ... 10 bar
Vacío máximo	80 %
Fluido	Aire comprimido según ISO 8573-1:2010 [7.4.4]
Indicación sobre los fluidos de funcionamiento y de mando	Opción de funcionamiento con lubricación (necesaria en otro modo de funcionamiento)
Temperatura del medio	-20 ... 80 °C
Temperatura ambiente	-20 ... 80 °C
Tipo de fijación	con taladro pasante
Conexión neumática 1	G1/4
Conexión neumática 3	G1/4
Conexión de vacío	G1/4
Indicación sobre el material	Exento de cobre y PTFE
Material de la carcasa	Fundición inyectada de aluminio

## Apéndice A12: Especificaciones técnicas del generador de vacío VAD -1/4.



**ventosa**  
**VASB-55-1/4-PUR-B**

Número de artículo: 1396063  
☆ Gama básica

**FESTO**



**Hoja de datos**

Característica	Valor
Compensación de altura de las ventosas	20 mm
Diámetro nominal	4 mm
Diámetro de la ventosa	55 mm
Volumen de la ventosa	30.4 cm <sup>3</sup>
Diámetro útil de la ventosa	44.7 mm
Posición de la conexión	Arriba
Posición de montaje	indistinto
Forma de la ventosa	Fuelle redondo de 1,5
Presión de funcionamiento	-0.95 ... 0 bar
Presión nominal de funcionamiento	-0.7 bar
Fluido	Aire atmosférico en concordancia con ISO 8573-1:2010 [7:...] ]
Clase de resistencia a la corrosión KBK	2 - riesgo de corrosión moderado
Temperatura ambiente	-20 ... 60 °C
Fuerza de sujeción a la presión nominal de funcionamiento	110 N
Peso del producto	39 g
Tipo de fijación	a través de la toma de vacío
Conexión de vacío	G1/4
Color	azul
Dureza Shore	60 +/- 5
Material de los pivotes roscados	Fundición inyectada de cinc
Indicación sobre el material	Conforme con RoHS
Material de la ventosa	PUR

**Apéndice A13: Especificaciones técnicas de la ventosa VASB-55-1/4-PUR-B.**



Representación a modo de ejemplo

## Hoja de datos

Ficha de datos técnicos completa: los valores parciales dependen de su configuración.

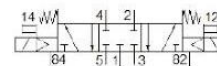
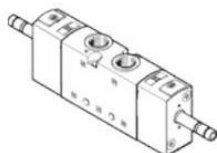
Característica	Valor
Función de las válvulas	2x2/2 cerradas monoestables 2x2/2 abiertas/cerradas monoestables 2x3/2 cerradas monoestables 2x3/2 abiertas monoestables 2x3/2 abiertas/cerradas monoestables 5/2 biestable 5/2 monoestable Boquilla de aspiración del vacío Generador de vacío + 2/2 cerrado monoestable
Tamaño de las válvulas	14 mm
Caudal nominal normal máx.	800 l/min con 14 mm
Presión de funcionamiento	-0.9 ... 10 bar
Control eléctrico	AS-Interface Sistema de instalación CPI Conexión individual Bus de campo Multipolo
Cantidad máxima de posiciones para válvulas	8
Número máx. de zonas de presión	2
Sistema eléctrico E/S	sí
Temperatura ambiente	-5 ... 50 °C
Tipo de protección	IP65
Homologación	RCM Mark c UL us - Recognized (OL)
Caracteres KC	KC-EMV
Marca CE (ver declaración de conformidad)	según la normativa UE sobre EMC según la normativa UE sobre protección contra explosión (ATEX)
Certificación de protección contra explosión fuera de la UE	NEC 500 Class I, Div. 2
Categoría ATEX para gas	II 3G
Tipo de protección contra explosión de gas	Ex nA IIC T4 X Gc
Temperatura ambiente con riesgo de explosión	-5°C ≤ Ta ≤ +50°C
Diámetro nominal	6 mm
Tipo de accionamiento	eléctrico
Principio de hermetización	blando
Tipo de terminal de válvulas	10
Construcción	Corredera
Número máx. de funciones de válvula	16
Alimentación del aire de control	externo interno
Estructura del terminal de válvulas	Patrón fijo
Indicación del estado de señal	LED
Indicación sobre la presión de funcionamiento	0 - 8 bar con aire de pilotaje externo
Presión de control	3 ... 8 bar
Apropiado para vacío	sí
Tensión nominal de funcionamiento DC	24 V
Fluido	Aire comprimido según ISO 8573-1:2010[7:4-4]
Indicación sobre los fluidos de funcionamiento y de mando	Opción de funcionamiento con lubricación (necesaria en otro modo de funcionamiento)
Clase de resistencia a la corrosión KBK	1 - riesgo de corrosión bajo 2 - riesgo de corrosión moderado
Temperatura de almacenamiento	-20 ... 40 °C
Temperatura del medio	-5 ... 50 °C
Conexión del aire de pilotaje auxiliar 12/14	Toma colectiva
Conexión del aire de escape de pilotaje 82/84	Toma colectiva
Conexión neumática 1	Toma colectiva
Conexión neumática 2	G1/8
Conexión neumática 3	Toma colectiva
Conexión neumática 4	G1/8
Indicación sobre el material	Conforme con RoHS

### Apéndice A14: Especificaciones técnicas del terminal de válvulas CPV14-VI.

## electroválvula VUVS-L20-P53C-MD-G18-F7

Número de artículo: 575254

FESTO



### Hoja de datos

Característica	Valor
Función de las válvulas	5/3 cerrada
Tipo de accionamiento	eléctrico
Tamaño de las válvulas	21 mm
Caudal nominal normal	700 l/min
Presión de funcionamiento	2.5 ... 10 bar
Construcción	Corredera
Tipo de reposición	muelle mecánico
Homologación	c UL us - Recognized (OL)
Díámetro nominal	5 mm
Función de escape	Estrangulable
Principio de hermetización	blando
Posición de montaje	indistinto
Accionamiento manual auxiliar	con enclavamiento mediante pulsador
Tipo de control	prepiloto
Alimentación del aire de control	interno
Sentido del flujo	no reversible
Superposición	Superposición positiva
Valor B	0.35
Valor C	2.9 l/sbar
Tiempo de conmutación a la desconexión	42 ms
Tiempo de conmutación a la conexión	13 ms
Tiempo de conmutación a la inversión	24 ms
Máx. impulso de prueba positivo con señal 0	1.900 µs
Máx. impulso de prueba negativo con señal 1	2.700 µs
Fluido	Aire comprimido según ISO 8573-1:2010[7:4-4]
Indicación sobre los fluidos de funcionamiento y de mando	Opción de funcionamiento con lubricación (necesaria en otro modo de funcionamiento)
Resistencia a los impactos	Comprobación de suplemento de transporte con grado de nitidez 2 según FN 942017-4 y EN 60068-2-6
Resistencia a los golpes	Control de golpes con grado de severidad 2, según FN 942017-5 y EN 60068-2-27
Clase de resistencia a la corrosión KBK	2 - riesgo de corrosión moderado
Temperatura del medio	-10 ... 60 °C
Fluido de control	Aire comprimido según ISO 8573-1:2010[7:4-4]
Temperatura ambiente	-10 ... 60 °C
Peso del producto	229 g
Tipo de fijación	a elegir: Sobre regleta de bornes con taladro pasante
Conexión para el orificio de barrido	sin escape común
Conexión del aire de escape de pilotaje 82	M5
Conexión del aire de escape de pilotaje 84	M5
Conexión neumática 1	G1/8
Conexión neumática 2	G1/8
Conexión neumática 3	G1/8

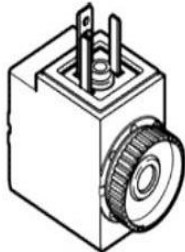
### Apéndice A15: Especificaciones técnicas de la electroválvula VUVS-L20.

## bobina magnética VACS-C-C1-1

Número de artículo: 8025330

FESTO

Patrón de conexiones forma C, según EN 175 301, 24 V DC.

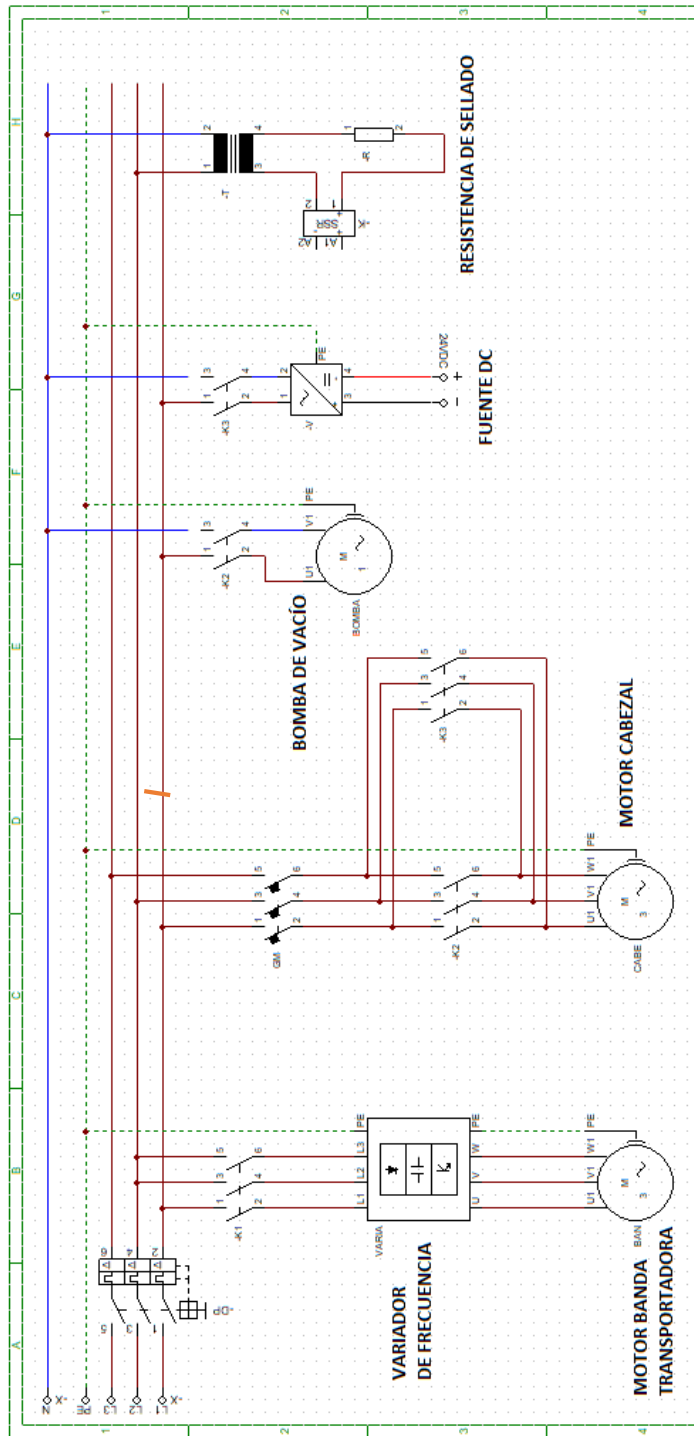


### Hoja de datos

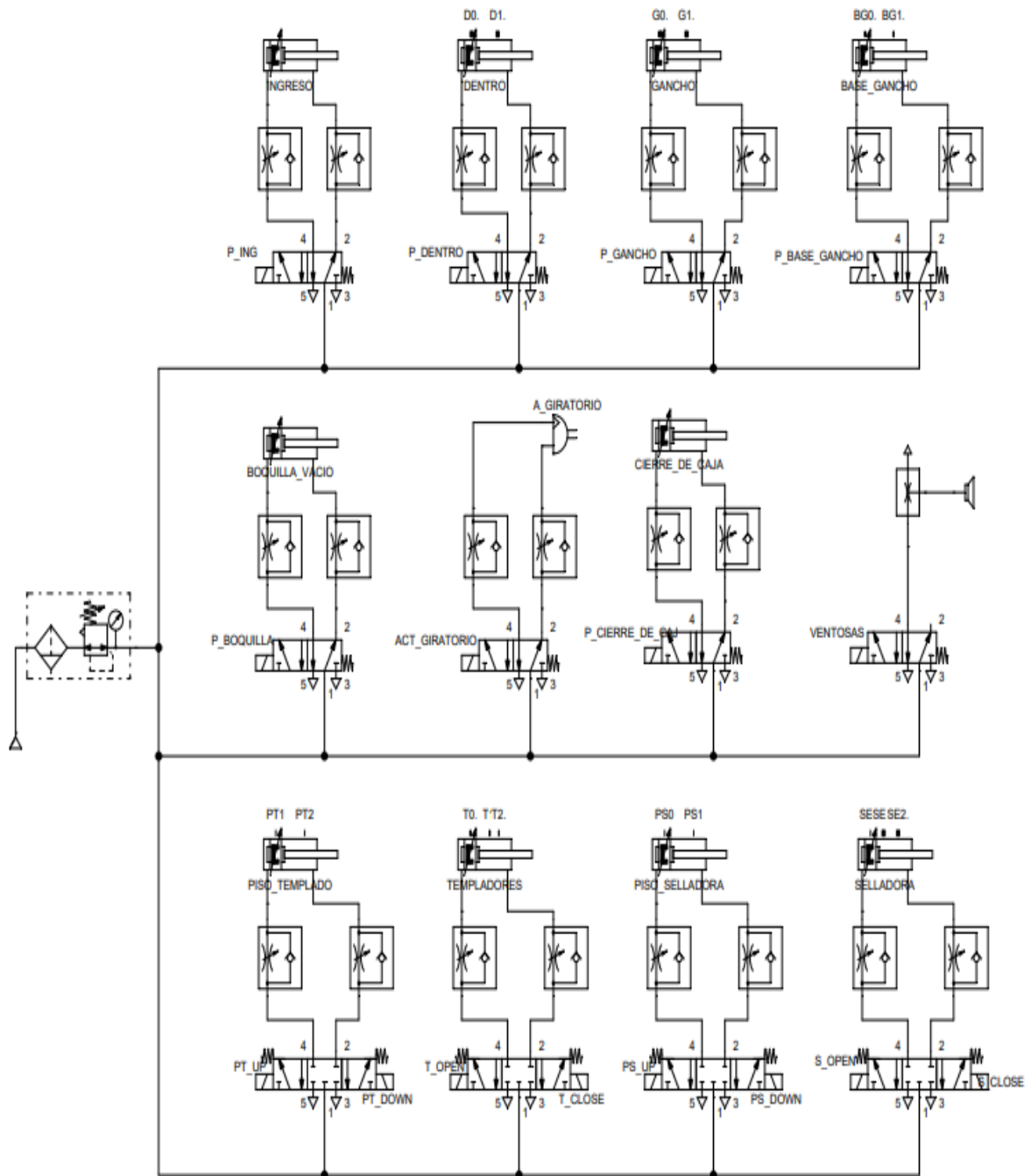
Característica	Valor
Posición de montaje	indistinto
Factor de utilización	100 %
Clase de aislamiento	H
Valores característicos de las bobinas	24 V DC: 2,6 W
Fluctuación de tensión permisible	+/- 10 %
Homologación	c UL us - Recognized (OL)
Clase de resistencia a la corrosión KBK	2 - riesgo de corrosión moderado
Tipo de protección	IP65
Temperatura ambiente	-10 ... 50 °C
Conexión eléctrica	según EN 175301-803 Esquema de conexiones forma C, según EN 175301-803
Tipo de fijación	con tuerca moleteada
Indicación sobre el material	Conforme con RoHS
Material de la carcasa	PA Acero
Material de la bobina magnética	cobre Acero Termoplástico
Material del bobinado	cobre

### Apéndice A16: Especificaciones técnicas de la bobina magnética VACS-C-C1-1.

**APÉNDICE B**  
**Planos**



## Apéndice B1: Plano eléctrico.



## Apéndice B2: Plano neumático.

## APÉNDICE C

### Cálculos

#### Selección de la bomba de vacío

Primero se calculó el valor estimado del volumen del aire que hay dentro de la funda, cuyas dimensiones se aproximan al de la caja y se pueden observar en la figura C1. La zona en color blanco representa la zona aproximada del aire, que vendría ser la de interés.

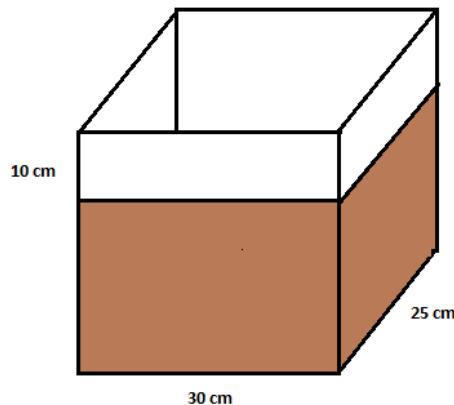


Figura C1. Dimensiones de la caja de manteca

Fuente: Autores.

$$\text{Volumen} = \text{largo} * \text{ancho} * \text{alto}$$

$$\text{Volumen} = 30 \text{ cm} * 25 \text{ cm} * 10 \text{ cm}$$

$$\text{Volumen} = 7500 \text{ cm}^3$$

Una vez calculado el volumen, se procede a calcular el caudal necesario para extraer el aire dentro de la funda. Para este cálculo se escogió el tiempo en el que debería durar la activación de la bomba, que se muestra a continuación:

$$t = 4 \text{ seg}$$

$$Q = \frac{V}{t}$$

$$Q = 1875 \frac{\text{cm}^3}{\text{seg}} = 112,5 \frac{\text{lt}}{\text{min}}$$





### Selección del motor de la banda transportadora

Como se mencionó en el capítulo dos, para poder seleccionar el motor de la banda transportadora se calculó la potencia requerida para mover el conjunto de rodillos que conforman la banda con el peso de las cajas.

$$P = \frac{m * l}{t}$$

$$P = \frac{50kg * 7m}{10seg}$$

$$P = 35 \frac{kg * m}{s}$$

$$P \text{ (en Hp)} = \frac{35}{75} = 0,467Hp$$

Para evitar cualquier eventualidad, se multiplica el valor de la potencia por un factor de seguridad:

$$Pot \text{ motor} = 0,467Hp * 2,5 = 1,17Hp$$

### Calculo de la potencia de las niquelinas

Niquelina =  $5,28 \frac{\Omega}{m}$  (Resistencia por unidad de longitud)

$L = 60cm$  (Longitud de la mordaza)

Se efectuó el cálculo de la resistencia eléctrica en cada mordaza:

$$R_p = L * Niquelina$$

$$R_p = 3,16\Omega$$

Como están conectadas en paralelo, la resistencia equivalente es de:

$$R_0 = 1,58\Omega.$$

Luego se calculó el valor final de la resistencia debido a la variación de temperatura:

$\alpha = 0,0002 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$  (Coeficiente de temperatura)

$t_0 = 25^\circ\text{C}$  (Temperatura ambiente)       $t_f = 150^\circ\text{C}$  (Temperatura de sellado)

$R_0 = 1,58\Omega$  (Resistencia a temperatura de  $25^\circ\text{C}$ )

$$R = R_0(1 + \alpha(t_f - t_0))$$

$$R = 1,62\Omega$$

Finalmente se determinó la potencia eléctrica de las niquelinas, para esta actividad se propuso el uso de un transformador reductor cuyo valor de voltaje en el secundario es de 24V:

$$P = \frac{V^2}{R}$$
$$P = 355,55 \text{ W}$$

La corriente que circula por la resistencia es:

$$I = \frac{P}{V}$$
$$I = 14,81 \text{ A}$$