

UNIVERSIDAD RICARDO PALMA
FACULTAD INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



TRABAJO DE INVESTIGACIÓN
AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL

“Diseño y elaboración de un sistema de sellado automático”

INTEGRANTES

- **Bashi Callalli, Marcelo Antoni**
- **Coaguila Urbano, Alexander**
- **Cuadros Aguirre, Manuel Jesús**
- **Jiménez Morales, Celso Luis**
- **Mejía Enciso, Miguel Ángel**
- **Morales Manta, Juan Alisandri**
- **Palma Cervantes, Josué Sebastián**
- **Ruiz Melendez, Adriana Eulalia**

Docente: Dr. José Antonio Velásquez Costa

Lima - Perú

2022 - II

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	5
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	6
1.1 Descripción del problema	6
1.2. Formulación del problema	10
1.2.1 Probelma general	10
1.2.2 Problemas específicos	10
1.3. Objetivos	10
1.3.1 Objetivos principales	10
1.3.2 Objetivos secundarios	10
1.4 Justificación	11
1.4.1 Justificación teórica	11
1.4.2 Justifiación práctica	11
1.4.3 Justificación metodológica	11
1.4.4 Justificación social	11
2. MARCO TEÓRICO	12
2.1 Definición del proyecto automatizado	13
2.2 Planificación de las actividades	13
2.3 Diseño preliminar de la máquina	15
2.3.1 Boceto a mano alzada	15
2.3.2 Boceto del armazón (solidworks)	16
2.4. Planteamiento de las operaciones de la envasadora	17
3. DESARROLLO DEL PROYECTO	19
3.1 Piezas o componentes	19
3.2 Fabricación	25
3.3 Programación	30
4. CONCLUSIONES	33
5. ANEXOS	34
6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	36

INDICE DE FIGURAS

Figura 01: Diagrama de Ishikawa con las posibles causas de los errores en el sellado manual de bolsas plásticas	8
Figura 02: Diagrama de Ishikawa con las posibles causas de los desperdicio de recursos (bolsas plásticas)	8
Figura 03: Diagrama de Ishikawa con las posibles causas de las demoras en el proceso de sellado	9
Figura 04: Diagrama de Gantt	15
Figura 05: Boceto del armanzón a mano alzada	16
Figura 06: Captura del armazón en SolidWorks	17
Figura 07: Digrama de operaciones del proceso del sellado automático	18
Figura 08: Pistón cuadrado de doble efecto Scarf	19
Figura 09: Pistón cilíndrico de doble efecto	19
Figura 10: Electroválvula 5/2	20
Figura 11: Manguera de 8mm	20
Figura 12: Botonera	21
Figura 13: Selladora manual	21
Figura 14: Compresa de aire comprimido	22
Figura 15: Racores	22
Figura 16: Estructura de fierro galvanizado	22
Figura 17: PLC	23
Figura 18: Fuente de alimentación	23
Figura 19: Cables para conexión	24
Figura 20: Vista frontal del sistema de sellado automático	24
Figura 21: Vista horizontal del sistema de sellado automático	25
Figura 22: Elaboración de la pieza en “L”	25
Figura 23: Toma de medidas de la pieza en “L”	26
Figura 24: Pieza en “L”	26
Figura 25: Componentes para la elaboración del proyecto PLC	27
Figura 26: Cableado de la botonera	27
Figura 27: Corrección del cableado	28
Figura 28: Colocación de la segunda plataforma con los componentes	28
Figura 29: Proyecto final	29
Figura 30: Captura de la programación de PLC	32
Figura 31: Foto del equipo	35

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 01: Principales problemas del proceso de sellado manual de bolsas plásticas	7
Tabla 02: Importe del impuesto al consumo de las bolsas de plástico (ICBP)	9
Tabla 03: Entradas y salidas intervinientes en la programación	31

INTRODUCCIÓN

El proceso de envasado es una de las etapas más importantes del flujo productivo en las diversas industrias debido a que se encarga de contener al producto (cereal de trigo), preservando su calidad y suministrando protección durante el transporte y almacenamiento. Es por ello, que es fundamental disponer con un procesamiento que cumpla con los requerimientos fundamentales para proveer un producto de calidad.

Actualmente, existen muchas técnicas de envasado que permiten lograr el mismo objetivo. El envasado automático ha podido desarrollarse conforme el paso de los años, volviéndose un equipo de vital relevancia en las operaciones de las grandes industrias ya que brinda diversos beneficios como mayor productividad, agilidad, adaptabilidad, menores costos y errores.

En el presente trabajo se diseñará y fabricará una máquina envasadora automática para poder aumentar la productividad y eficiencia de las actividades de llenado y sellado de bolsas.

En el capítulo 1 se planteó el problema general y los problemas específicos junto con los objetivos que se quieren alcanzar y la justificación del proyecto.

Luego en el capítulo 2 se desarrolló el marco teórico, donde se revisaron los antecedentes de la investigación, bases teóricas vinculadas a los términos utilizados en este proyecto.

En el capítulo 3 se explicó de forma más detallada en qué consiste el proyecto y las etapas que se planificaron y llevaron a cabo para poder alcanzar los objetivos planteados.

En el capítulo 4 se presenta la explicación de cada etapa desarrollada comenzando con el diseño preliminar y finalizando con las pruebas de la máquina. También, se definieron las técnicas, piezas e instrumentos utilizados durante el proyecto y los resultados obtenidos.

Por último, se presentan las conclusiones y las fuentes bibliográficas consultadas.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción del problema

Principales problemas

En la actualidad dentro de las micro y pequeñas empresas (Mypes) del Perú, existen todavía técnicas rudimentarias en algunos procesos de producción, cómo el envasado en bolsas plásticas de productos alimenticios, los cuales se sellan muchas veces con grapas o haciendo un nudo con la misma bolsa. Esto no solo representa un peligro para una conservación íntegra del producto sino que se desperdician recursos.

Dentro del mercado existen otras alternativas para sellar bolsa cómo las selladoras manuales a calor, sin embargo muchas veces el operario que manipula la selladora se demora días y algunas veces semanas en aprender a hacerlo correctamente, durante este periodo se pierde tiempo y materia prima ya que dicho operario está acostumbrado a sellar un determinado calibre de bolsa a una temperatura fija, el problema empieza cuando tiene que sellar un calibre cambiando la temperatura, si el calibre de la bolsa a sellar es más grueso es probable que no selle la bolsa al primer intento ya que esta necesita un poco más de temperatura y exposición al sellado, esto lleva al operario a realizar un segundo intento incrementando la temperatura (si la máquina tiene algún regulador de temperatura) y el tiempo de exposición al sellado provocando esta vez , probablemente , que la bolsa se parta en dos o se derrita y se deforme debido al exceso de exposición al sellado y temperatura: esto sucede por que la máquina no tiene un manual de operación y el operario le lleva mucho tiempo aprender a realizar el sellado correctamente.

En un mercado tan competido como el actual, las bolsas de polipropileno se han colocado como uno de los grandes de la industria alimentaria y cosmética. Hoy en día, son muchas las empresas que solicitan bolsas de polipropileno, generalmente para envolver, envasar o guardar sus productos. (Martinez, Martinez & Ortiz, 2018, p.9)

Tabla 01: Principales problemas del proceso de sellado manual de bolsas plásticas.

Fuente: Elaboración propia

Problemas identificado en el proceso de sellado de bolsas plásticas					
N°	Problema	Frecuencia	%	Acumulado	% Acumulado
1	Errores en el sellado manual de bolsas plásticas	45	52.94	45	52.94
2	Desperdicio de recursos (bolsas plásticas)	20	23.53	65	76.47
3	Demoras en el proceso de sellado	15	17.65	80	94.12
4	Productos caducados antes de su fecha límite	5	5.88	85	100
Total		85			

Como se ve en la Tabla 01 dentro del proceso manual de sellado de bolsas plásticas se identificaron los siguientes problemas principales:

- Errores en el sellado manual de bolsas plásticas
- Desperdicio de recursos (bolsas plásticas)
- Demoras en el proceso de sellado

Posibles causas raíz que lo provocan

Las causas de los principales problemas descritos anteriormente se encuentran en los siguientes diagramas de Ishikawa. (Ver Figura 1-3).

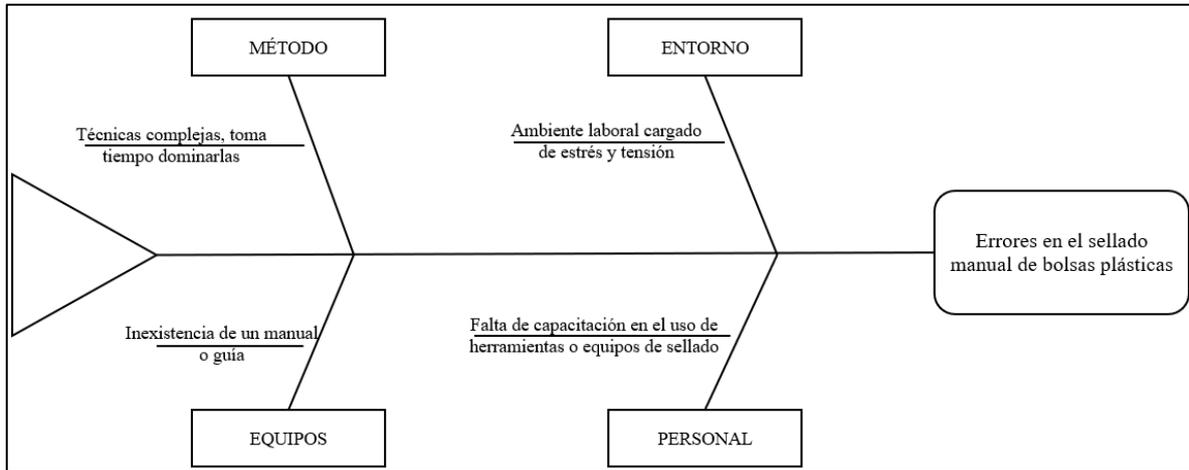


Figura 01: Diagrama de Ishikawa con las posibles causas de los errores en el sellado manual de bolsas plásticas.

Fuente: Elaboración propia

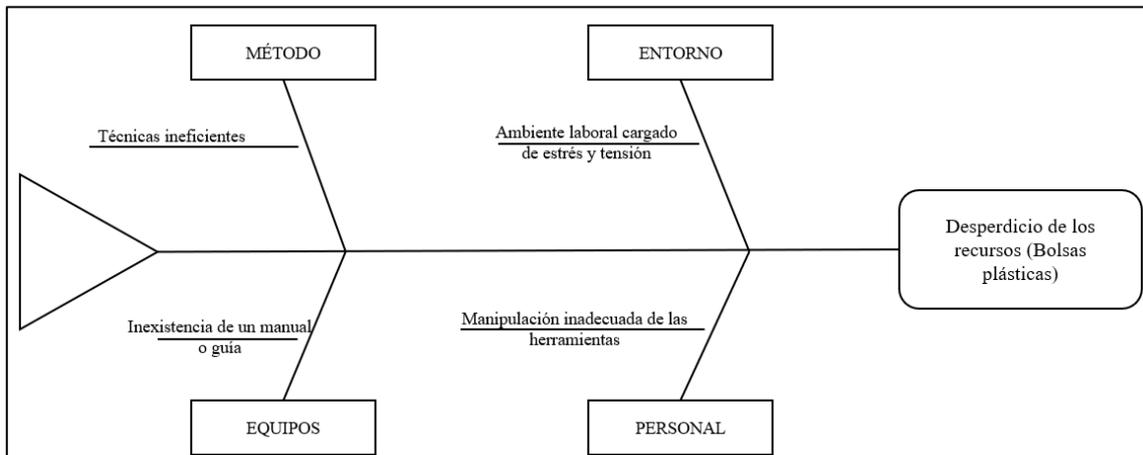


Figura 02: Diagrama de Ishikawa con las posibles causas de los desperdicio de recursos (bolsas plásticas)

Fuente: Elaboración propia

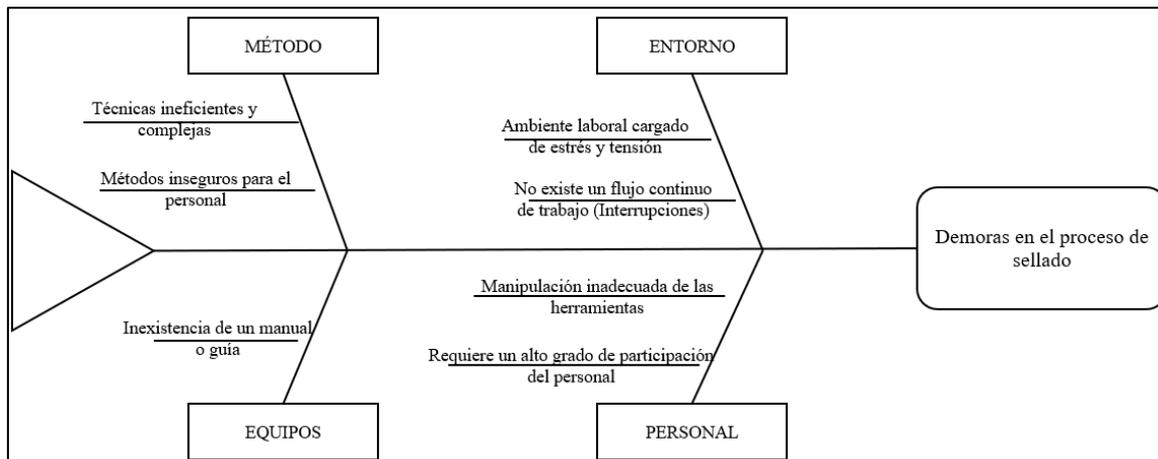


Figura 03: Diagrama de Ishikawa con las posibles causas de las demoras en el proceso de sellado.

Fuente: Elaboración propia

Impacto ambiental

En la Tabla 02, se muestra el importe del impuesto al consumo de las bolsas de plástico (ICBP), en cinco años. Es un impuesto que grava la compra o adquisición gratuita de bolsas plásticas ofrecidas en las tiendas comerciales o proveedores de servicios. Como persona natural o jurídica, estás obligado a pagarlo cuando adquieras estas bolsas plásticas para llevar tus compras.

Tabla 02: Importe del impuesto al consumo de las bolsas de plástico (ICBP)

Fuente: Gob.pe

Año	Precio
2019	0.10
2020	0.20
2021	0.30
2022	0.40
2023	0.50

La tabla refleja un incremento del precio de bolsas plásticas en los últimos cinco años, podemos deducir qué se debe al impacto ambiental negativo que tienen los plásticos en el planeta, pese a ello aún se siguen usando para envasar productos golosinarios, variados, entre otros. El sellado de bolsas puede aportar en la reducción de la contaminación provocada por plásticos, un adecuado sellado aprovecha mejor la bolsa plástica, desperdicia menos, facilita la tarea de abrir las bolsas de nuestras golosinas favoritas, proporcionando un sistema práctico de apertura y genera que la bolsa se pueda reutilizar.

1.2 Formulación del problema

1.2.1 Problema general

¿Cómo diseñar y fabricar un sistema de automatización para mejorar la eficiencia en el proceso de sellado de bolsas plásticas?

1.2.2 Problemas específicos

- a. ¿En qué medidas se reduce el tiempo del sellado de bolsas con un sistema de automatización?
- b. ¿En qué medida aumenta la capacidad de producción de bolsas selladas con un sistema de automatización?

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivos principales

Diseñar y fabricar un sistema de automatización para mejorar la eficiencia en el proceso de sellado de bolsas plásticas.

1.3.2 Objetivos secundarios

- a. Reducir el tiempo del sellado de bolsas con un sistema de automatización.
- b. Aumentar la capacidad de producción de bolsas selladas con un sistema de automatización.

1.4 Justificación

1.4.1. Justificación teórica

Utilizamos conceptos de automatización industrial, manejamos información sobre los componentes, piezas y programación de PLC, para automatizar el proceso manual de sellado de bolsas plásticas.

Además de utilizar el método de evaluación RPA (Ver Anexo, *Figura 04*), para determinar si el proceso es un buen candidato para automatizar,

1.4.2. Justificación práctica

La principal razón de la automatización del proceso de sellado de bolsas plásticas es mejorar la eficiencia del mismo. Crear un flujo continuo de trabajo en los procesos de manufactura.

1.4.3. Justificación metodológica

El incremento en la eficiencia del proceso de sellado de bolsas plásticas, una vez que sea comprobada y se demuestre su validez y confiabilidad, será de aporte para otros trabajos de investigación.

1.4.4. Justificación social

El trabajo de automatización servirá como guía y un referente para emprendedores de Mypes, para innovar en sus procesos de manufactura y ser más competitivos en el mercado.

2. MARCO TEÓRICO

Una bolsa de plástico, es un tipo de contenedor hecho de una lámina de plástico delgada y flexible. Las bolsas de plástico se utilizan para contener y transportar mercancías como alimentos, productos, polvos, hielo, revistas, productos químicos y residuos. Es una forma común de embalaje.

Actualmente la mayoría de industrias de bienes ha empaquetado o embolsado sus productos antes o después de venderlos; volviéndose el almacenamiento en bolsas muy común con el paso de los años. Como ocurre a nivel nacional, los productos que más se comercializan en nuestra sociedad son embalados manualmente por parte mayoritariamente del sector informal, el cual representa en su gran mayoría la circulación económica de nuestro país.

Esto pues son económicas de adquirir y sencillas de sellar. Sin embargo, en los últimos años, las industrias se han visto en la necesidad de automatizar sus procesos, debido a la alta demanda de productos.

La mayor demanda resulta en insuficiente producción, uno de los principales factores siendo la falta de automatización de procesos que toman tiempo en realizar; como es, en este caso, sellar las bolsas. Por tal motivo, el implementar una mejora continua con respecto a la eficiencia de la producción de una empresa envasadora, resulta primordial implementar y desarrollar un mecanismo que permita reducir los tiempos de envasado, adquiriendo mayor capacidad de producción y por tanto mayores utilidades para una empresa.

En el presente trabajo se hablará de un tipo específico de selladora. Como la describe Javier Molano & Iván Mendoza (2020):

Por tal razón, atendiendo a la solicitud del señor William Mendoza quien busca que el proceso de empaclado de mora en su puesto de venta se automatice para mejorar sus ventas, se decide diseñar y construir una máquina capaz de mejorar los tiempos de empaclado, la higiene, la precisión de producto final, la calidad del empaclado y presentación, y la disminución de la dependencia de mano de obra ya que no se encuentra personal operativo para hacer esta labor. (p.11)

Se intentará fabricar esta selladora de bolsas automática para solucionar el problema de cumplimiento con la demanda.

2.1 Definición del proyecto automatizado

La selladora de bolsas es una máquina cuya función es sellar bolsas de plástico mediante la presión y el calor, que cuenta con un sistema automatizado en PLC y esta máquina será satisfactoria su aplicación en la industria del embalaje.

Esta tecnología de sellado consiste en generar una atmósfera artificial dentro de la bolsa, en la cual se elimina hasta el 99% de oxígeno antes de cerrarse. La máquina usada para este tipo de sellado es la selladora al vacío. Se utiliza normalmente para la industria alimentaria, debido a que los alimentos pueden mantenerse frescos y en buena calidad durante un periodo prolongado de tiempo. (Mendoza, 2020, p.27)

2.2 Planificación de las actividades

El diagrama de Gantt significó un gran soporte durante la realización del sistema de sellado automático. Al ser una herramienta de gestión de proyectos, nos permitió planificar las actividades y tareas con sus respectivas fechas, de forma rápida y sencilla, generando un orden y secuencias a lo largo del proyecto, permitiéndonos cumplir con los objetivos esperados por el grupo de trabajo.

	▶ INICIO DEL PROYECTO	22 días?	lun 12/09/22	vie 7/10/22		
	INICIO DEL PROYECTO	0 días?	lun 12/09/22	lun 12/09/22		
	Inicio	0 días	lun 12/09/22	lun 12/09/22		
	▶ Avance de Semana 4	6 días?	lun 12/09/22	sáb 17/09/22	3	
	Avance de Semana 4	0 días?	lun 12/09/22	lun 12/09/22		
	Avance de Semana 4	0 días?	sáb 17/09/22	sáb 17/09/22		
	Informacion sobre el proyecto	1 día	lun 12/09/22	lun 12/09/22		Marcelo Bashi
	Cotizacion del proyecto	1 día	mié 14/09/22	mié 14/09/22	7	Juan Morales
	Presentacion y consulta al profesor	1 día	sáb 17/09/22	sáb 17/09/22	8	Adriana Ruiz;Alexandro Co.
	▶ Avance semana 5	6 días?	lun 19/09/22	sáb 24/09/22	9;4	
	Avance semana 5	0 días?	lun 19/09/22	lun 19/09/22		
	Avance semana 5	0 días?	sáb 24/09/22	sáb 24/09/22		
	Progreso del diseño CAD	4 días	lun 19/09/22	jue 22/09/22	9	Miguel Mejia;Celso Jimene
	Primer aporte economico	3 días	lun 19/09/22	mié 21/09/22	9	Adriana Ruiz;Alexandro Co.
	Compra de los componentes	1 día	jue 22/09/22	jue 22/09/22	9;14	Cuadros;Marcelo Bashi;Seb
	Avance grupal	1 día	vie 23/09/22	vie 23/09/22	15	Adriana Ruiz;Alexandro Co.
	Presentación del avance	1 día	sáb 24/09/22	sáb 24/09/22	16	Adriana Ruiz;Alexandro Co.
	▶ Avance semana 6	6 días?	lun 26/09/22	sáb 1/10/22	17;10	
	Avance semana 6	0 días?	lun 26/09/22	lun 26/09/22		
	Avance semana 6	0 días?	sáb 1/10/22	sáb 1/10/22		
	Medicion de Proyecto modelo	1 día	lun 26/09/22	lun 26/09/22	17	Camila Cristina;Celso Jimer
	Verificacion de componentes faltantes	0.5 días	mar 27/09/22	mar 27/09/22	17	Adriana Ruiz; Alexandro Coaguila;Celso
	Segundo aporte economico	3 días	mar 27/09/22	jue 29/09/22	22CC	Adriana Ruiz;Alexandro Co.
	Compra de componentes faltantes	1 día	vie 30/09/22	vie 30/09/22	23	Alexandro Coaguila;Camila

	Avance semana 7	4 días?	lun 3/10/22	vie 7/10/22	24;18	
	Avance semana 7	0 días?	lun 3/10/22	lun 3/10/22		
	Avance semana 7	0 días?	vie 7/10/22	vie 7/10/22		
	Desarrollo del diseño final	1 día	lun 3/10/22	lun 3/10/22	21	Celso Jimenez
	Verificacion de diseño final	1 día	mar 4/10/22	mar 4/10/22	28	Adriana Ruiz;Alexandro Co.
	Cotización de estructura	1 día	mar 4/10/22	mar 4/10/22	29CC	Celso Jimenez;Juan Morale
	Elaboración de la estructura	1 día	mié 5/10/22	mié 5/10/22	30	Celso Jimenez
	Avance semana 8	6 días?	lun 10/10/22	sáb 15/10/22	31	
	Avance semana 8	0 días?	lun 10/10/22	lun 10/10/22		
	Avance semana 8	0 días?	sáb 15/10/22	sáb 15/10/22		
	Parciales	6 días	lun 10/10/22	sáb 15/10/22		
	Avance de la elaboracion de estructura	1 día	mié 12/10/22	mié 12/10/22	31	Celso Jimenez
	Avance semana 9	6 días?	lun 17/10/22	sáb 22/10/22	32	
	Avance semana 9	0 días?	lun 17/10/22	lun 17/10/22		
	Avance semana 9	0 días?	sáb 22/10/22	sáb 22/10/22		
	Desarrollo e implementacion de los componentes	1 día?	lun 17/10/22	lun 17/10/22	36	Celso Jimenez; Juan Morales;Miguel Mejia
	Implementacion dela parte electrica	1 día?	mar 18/10/22	mar 18/10/22	40	Alexandro Coaguila;Celso J
	Cotizacion de pieza adicional en L	1 día?	lun 17/10/22	lun 17/10/22	36	Sebastian Palma
	Avance semana 10	6 días?	lun 24/10/22	sáb 29/10/22	37	
	Avance semana 10	0 días?	lun 24/10/22	lun 24/10/22		
	Avance semana 10	0 días?	sáb 29/10/22	sáb 29/10/22		
	Implementacion de la pieza en L	1 día?	lun 24/10/22	lun 24/10/22	42	Celso Jimenez;Juan Morale
	Desmontaje del sellador manual	1 día?	lun 24/10/22	lun 24/10/22	37	Cuadros;Diego Medina;Mig
	Verificacion de la parte electrica del sellador	1 día?	mar 25/10/22	mar 25/10/22	46	Celso Jimenez;Cuadros; Juan Morales
	Desarrollo de la programacion	1 día?	lun 24/10/22	lun 24/10/22	37	Adriana Ruiz
	Implementacion de la programacion	1 día?	mar 25/10/22	mar 25/10/22	49	Adriana Ruiz
	Avance semana 11	4 días?	jue 3/11/22	lun 7/11/22	43	
	Avance semana 11	0 días?	jue 3/11/22	jue 3/11/22		
	Montaje completo de los componentes del sellador automatico	1 día?	jue 3/11/22	jue 3/11/22	48	Celso Jimenez;Cuadros; Juan Morales
	Prueba y error de cada funcionamiento	1 día?	vie 4/11/22	vie 4/11/22	53	Adriana Ruiz; Alexandro Coaguila;Celso
	Verificacion y medida de tiempo de la programacion	1 día?	sáb 5/11/22	sáb 5/11/22	54	Adriana Ruiz; Celso Jimenez;Juan
	Grabacion del funcionamiento	1 día?	lun 7/11/22	lun 7/11/22	55	Adriana Ruiz;Alexandro Co.
	Compra de componentes deteriorados	1 día?	sáb 5/11/22	sáb 5/11/22	53;54	Cuadros;Marcelo Bashi
	Avance semana 12	6 días?	lun 7/11/22	sáb 12/11/22	51	
	Avance semana 12	0 días?	lun 7/11/22	lun 7/11/22		
	Avance semana 12	0 días?	sáb 12/11/22	sáb 12/11/22		
	Pruebas del sellador	1 día?	mar 8/11/22	mar 8/11/22	55	Alexandro Coaguila;Celso J
	Verificacion de la parte electrica	1 día?	mié 9/11/22	mié 9/11/22	61	Celso Jimenez;Juan Morale
	Perfilamiento de los componentes del sellador	1 día?	jue 10/11/22	jue 10/11/22	62	Marcelo Bashi; Miguel Mejia;Sebastian
	Demostracion del funcionamiento al profesor	1 día?	sáb 12/11/22	sáb 12/11/22		Adriana Ruiz; Alexandro Coaguila;Celso

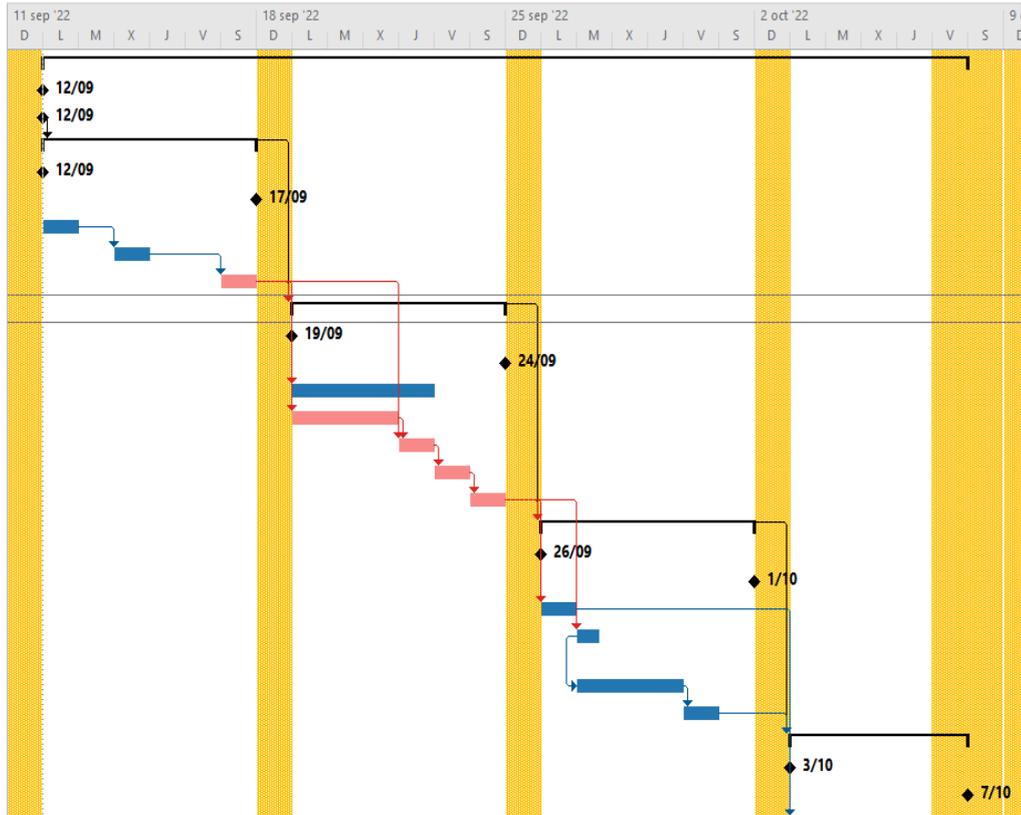


Figura 04: Diagrama de Gantt

Fuente: Elaboración propia

2.3 Diseño preliminar de la máquina

2.3.1 Boceto a mano alzada

En nuestro primer boceto que se pudo generar en papel , tal como como tenemos en la figura anterior , podemos observar que las medidas del armazón aún estaban a la espera para su respectiva fabricación a base de fierro fundido . Y como equipo del proyecto “Maquina selladora de bolsas” se tomó la decisión de usar dos tubos para la estructura final , se usó un tubo cuadrado y un tubo rectangular para darle un acoplamiento único al armazón ya que internamente se trabajara e incluirá componentes de grado frágil.

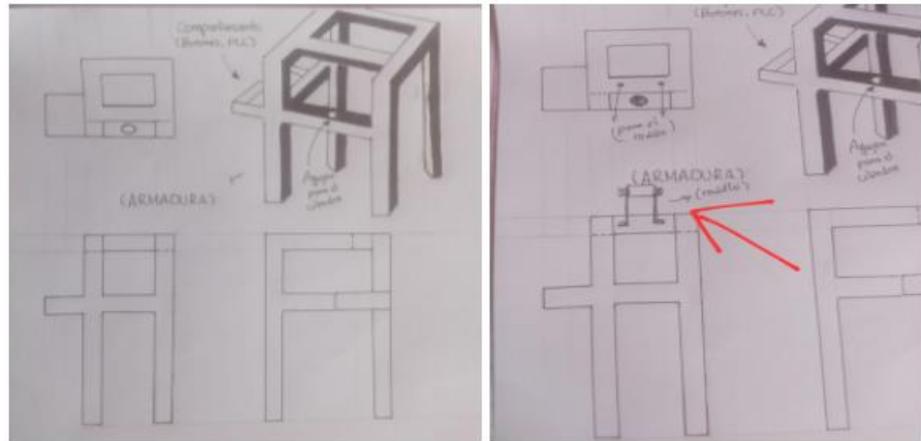


Figura 05: Boceto del armazón a mano alzada

Fuente: Elaboración propia

2.3.2 Boceto del armazón (Solidworks)

Para nuestro segundo boceto se generó en Solidworks, tanto el diseño de los pistones, y el armazón del boceto, para su posterior fabricación en el taller de metalmecánica.

SolidWorks es un programa CAD (asistido por computadora) que nos ayuda en el diseño y modelado mecánico de los elementos de un sistema. Este programa permite al diseñador plasmar sus ideas en productos reales y someterlos a condiciones del mundo real. Ofreciendo productos de mejor calidad, garantizando la fabricación y reduciendo costos en la fabricación de prototipos. (Manzano & Rodriguez, 2013, p.134)

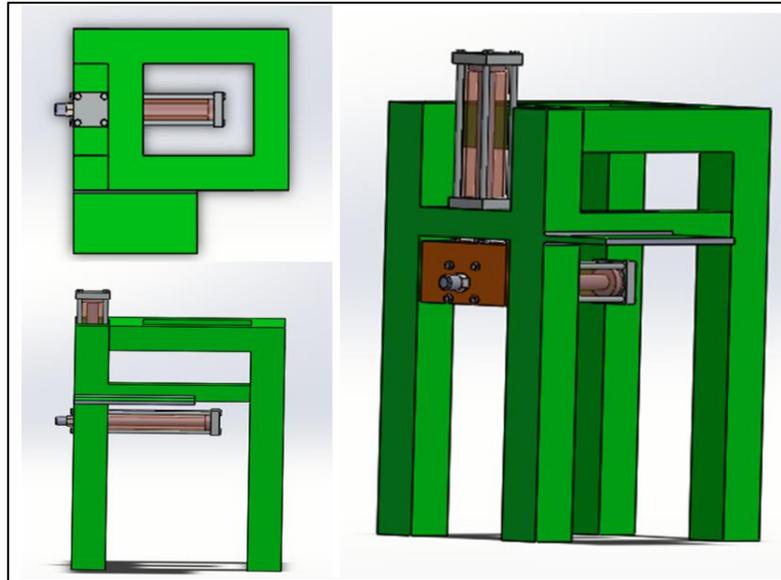


Figura 06: Captura del armazón en solidworks

Fuente: Elaboración propia

2.4. Planteamiento de las operaciones de la envasadora

2.4.1 Diagrama de Operaciones

La figura 4, muestra los pasos realizados durante el proceso de sellado en un sistema automatizado. El proceso inicia colocando las bolsas en la tolva y se llena de forma manual con cereal, luego se inicia el proceso de sellado mediante el pulsador color verde, las electroválvulas reciben la señal para activar los pistones, se espera el tiempo de sellado y se retira la bolsa sellada. Cabe señalar que se debe inspeccionar el acabado en el sellado de la bolsa, una vez aprobado se podrá hacer uso del producto.

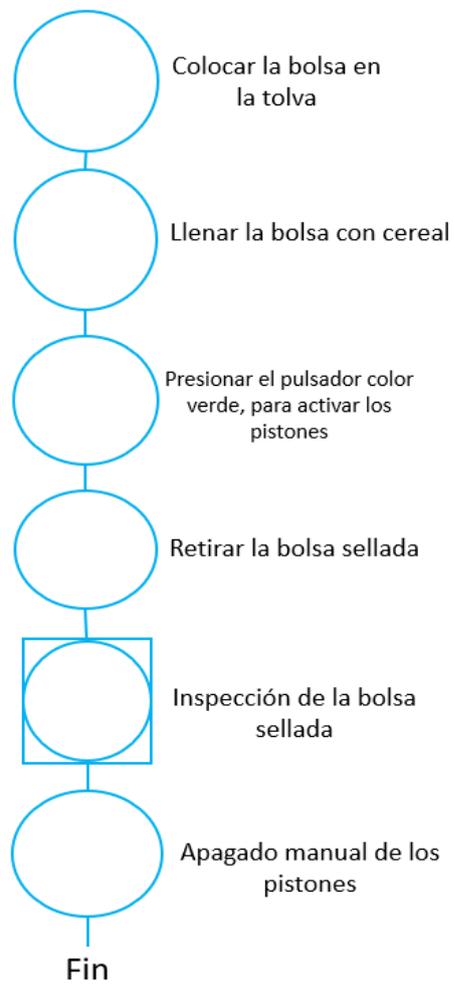


Figura 07: Diagrama de operaciones del proceso del sellado automático

Fuente: Elaboración propia

3. DESARROLLO DEL PROYECTO

3.1 Piezas o componentes

En esta sección, se presenta una lista con todas las piezas necesarias para llevar a cabo el proyecto del sistema de sellado automático, indicando la cantidad requerida de cada pieza y sus dimensiones o características.

Lista de las piezas:

- a. 1 pistón cuadrado (marca Scaf 40x100 mm).

Pistón de doble efecto por el cual ingresa aire presurizado para impulsar el eje.



Figura 08: Pistón cuadrado de doble efecto Scaf

Fuente: Elaboración propia

- b. 1 pistón cilíndrico (marca Scaf 15 x 50 mm)

Pistón de doble efecto por el cual ingresa aire presurizado para impulsar el eje. Cuenta con un regulador que permite controlar la presión y es de menor recorrido que el cuadrado.



Figura 09: Pistón cilíndrico de doble efecto

Fuente: Elaboración propia

c. 2 electroválvulas (marca Scaf 220 V)

Las válvulas electromecánicas, se utilizan para regular el paso del aire descargado mediante mangueras con un compresor.

Para el funcionamiento de la válvula de 5/2 vías, Konda (2017) expresa que es de la siguiente manera:

En la primera posición de la válvula de 5/2, el aire comprimido fluye de P a A y B a E1 y este flujo es a través de la válvula de control de flujo, donde es controlado por el pistón donde se extiende lentamente y el corte se completa. Además, el aire comprimido también fluye de P a B y A a E2 y luego el pistón se retrae a mayor velocidad para ahorrar tiempo. (p. 20-22)



Figura 10:Electroválvula 5/2

Fuente: Elaboración propia

d. 1 manguera (5m)

Manguera por el cual transcurre el paso del aire comprimido para el funcionamiento de las válvulas que lo redirecciona hacia los pistones.



Figura 11: Manguera de 8 mm.

Fuente: Elaboración propia

e. Pulsadores (verde rojo y parada de emergencia)

Botonera con tres funciones, la de inicio, apagado y uno de emergencia, los cuales son programables.



Figura 12: Botonera

Fuente: Elaboración propia

f. Componentes de selladora manual (Resistencia en barra y regulador de temperatura)

Selladora regular el cual permite el sellado mediante una resistencia con calor y compresión de materiales plásticos.



Figura 13: Selladora manual

Fuente: Elaboración propia

g. Compresora de aire (salida de 8 1/4)

Compresora que permite mediante el flujo de aire, el funcionamiento de piezas mecánicas con la potencia generada al contener almacenada el aire y comprimirla en su respectivo tanque.

Cuando el suministro de electricidad es menor que la demanda, el aire comprimido se descarga, se mezcla y se quema con combustibles gaseosos para hacer funcionar generadores de energía eléctrica, exportando posteriormente electricidad. (Zhou, Xia & Zhou, 2020, 2070-2093).



Figura 14: Compresora de aire comprimido

Fuente: Elaboración propia

h. 6 racores (8 1/8)

Accesorios de acople rápido para las válvulas mediante las mangueras de 8 mm y permite el flujo de aire comprimido, asegurando su paso continuo.



Figura 15: Racores

Fuente: Elaboración propia

i. Estructura metálica a medida (diseño robusto que soporta vibraciones)

Cuerpo principal del montaje del proyecto diseñado previamente mediante solidworks para la visualización previa de las piezas a implementar.



Figura 16: Estructura de fierro galvanizado

Fuente: Elaboración propia

j. 1 PLC (SIEMENS LOGO!)

Es la memoria principal, el cual permite la programación de los componentes mecánicos para su funcionamiento respectivo.

Para el funcionamiento de este sistema se constituye, “Un Controlador Lógico Programable PLC es un dispositivo digital utilizado para el control de máquinas y operación de procesos industriales; además puede ser programado por el usuario” (Villavicencio , 2009, p.109).



Figura 17: PLC

Fuente: Elaboración propia

k. 1 Fuente de alimentación (220 V)

Fuente de alimentación regulable de 110 V a 220 V, permite el funcionamiento de las partes mecánicas y automáticas del proyecto.



Figura 18: Fuente de alimentación

Fuente: Elaboración propia

1. Cables para conexión eléctrica
 - i. Cable THW 14 AWG Azul
 - ii. Cable THW 16 AWG Azul
 - iii. Cable #18 monopolar - azul
 - iv. Cable #20 multipolar – rojo



Figura 19: Cables para conexión

Fuente: Elaboración propia

La figura 16 y 17, muestran una imagen del sistema de sellado automático “Sofía” en diferentes posiciones, señalando cada una de las piezas descritas anteriormente.

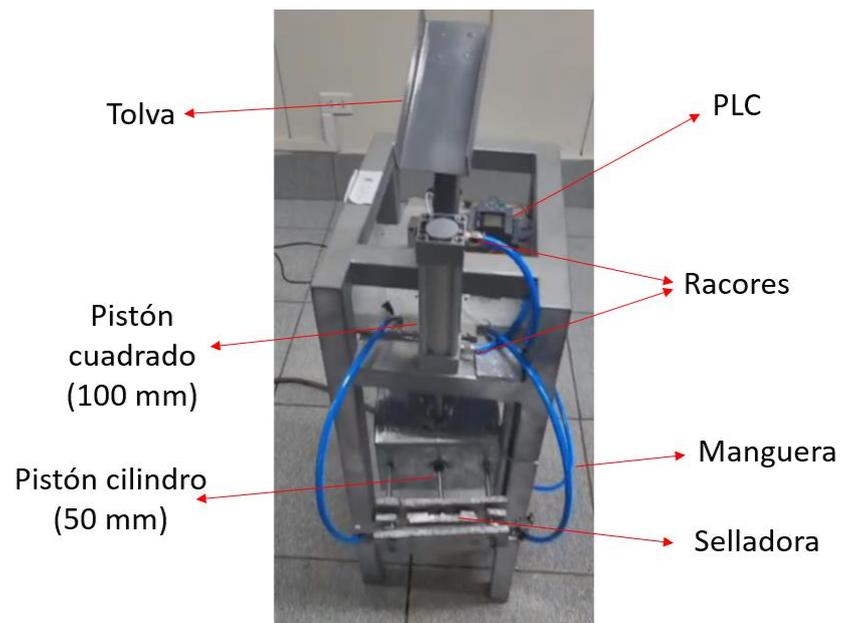


Figura 20: Vista frontal del sistema de sellado automático

Fuente: Elaboración propia

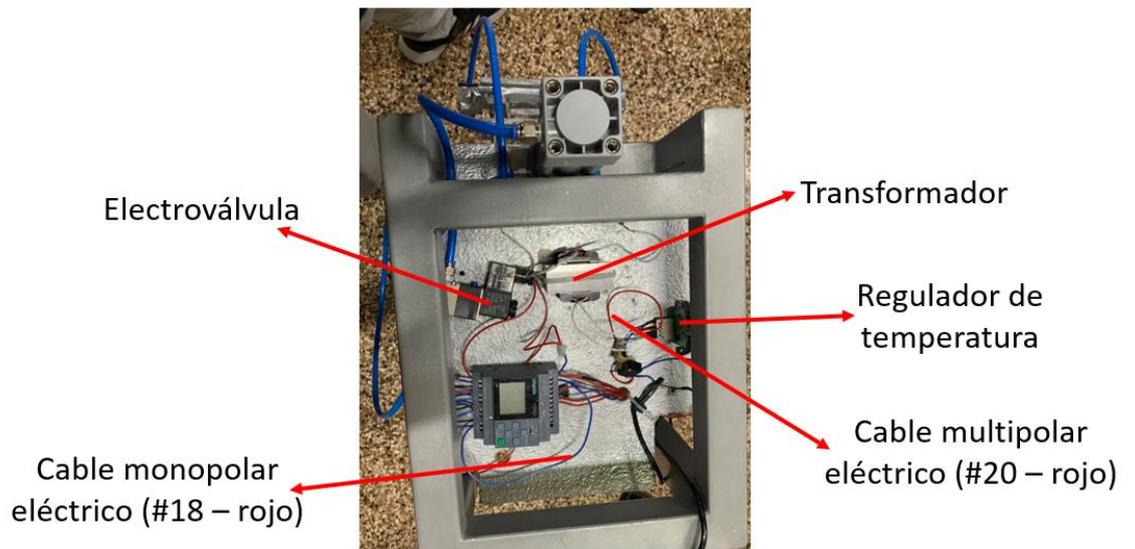


Figura 21: Vista Horizontal del sistema de sellado automático

Fuente: Elaboración propia

3.2 Fabricación

Nuestro armazón de hierro galvanizado de acuerdo a los planos realizados en SolidWorks fue simulado y acabado en la segunda semana del ciclo. Ahora bien en la primera estancia de se realizó la construcción a base de corte , unión e intersección de piezas de hierro , que como segunda instancia fueron llevados a una soldadura plana como vertical. Después se elabora el prototipo de la “pieza en forma de L” (figura 18) utilizando madera que nos dio un aporte de acople , para ensamblarlo a tal magnitud que se aproxime a un Box sólido de hierro.



Figura 22: Elaboración de la pieza en “L”

Fuente: ELaboración propia



Figura 23: Toma de medidas de la pieza en “L”

Fuente: ELaboración propia

Se realizan las observaciones para poder tomar las decisiones sobre las medidas, y centrar el pistón cilíndrico (5mm) , así con ello pasamos al siguiente paso de montar la pieza “L” , en donde lo que en este montado se pudo realizar la nueva medición para calcular el nuevo centro del pistón cuadrado (10mm).

Tomando en cuenta una tesis referencial al sistema de sellado con un montaje.

Para sellar la bolsa, en la pieza rectangular que sirve de tope se armó un pequeño sellador en la pieza de madera, usando un aislante y una resistencia eléctrica de 10 cm, el cual se adapta a la pieza de madera del sistema mecánico, y así con el movimiento de abrir-cerrarse realizará el proceso de sellar la bolsa de plástico. (Molina & Farias, 2017, p.14)



Figura 24: Pieza en “L”

Fuente: ELaboración propia

La pieza en forma de L de madera se utiliza como prueba, una vez que funciona se elabora y coloca una nueva pieza en forma de L de hierro galvanizado. Así mismo una vez terminada la alineación del pistón cuadrado y cilíndrico se pudo iniciar el proceso de cableado.

Continuamos con el proceso de cableado, para el cual necesitaremos: Cable THW 14 AWG Azul, Cable THW 16 AWG Azul, Pulsadores, PLC, Fuente de alimentación, Electroválvulas y el pistón cuadrado de 10 mm. Para colocar dichos elementos es necesario construir una plataforma que pueda sostenerlos. El material elegido para esta es la madera. Con los elementos bien situados se procede a realizar el cableado entre los pulsadores, el PLC, la fuente de poder y las electroválvulas.



Figura 25: Componentes para la elaboración del proyecto: PLC, Piston, Fuente de poder, botonera y electroválvulas.

Fuente: ELaboración propia



Figura 26: Cableado de la botonera

Fuente: ELaboración propia

En la siguiente parte se realiza una corrección al cableado previo, ya que una sola plataforma no era suficiente para abarcar todos los elementos que se necesitaban colocar. Por ello se construyó una plataforma de madera adicional. En cuanto al cableado en sí, también hubo algunos cambios, siendo el principal el tipo de cables que utilizamos. Los nuevos cables son: Cable #18 monopolar – azul y Cable #20 multipolar – rojo.



Figura 27: Corrección del Cableado

Fuente: ELaboración propia



Figura 28: Colocación de la segunda plataforma con los componentes

Fuente: ELaboración propia

En la forma final del proyecto se puede ver los elementos mencionados distribuidos en las dos plataformas de maderas, ahora de color plateado hecho con pintura en spray. Además, se pueden ver cintillos de plástico que sujetan los cables a la estructura para evitar que se enreden e interrumpan a la máquina al momento de activarse.

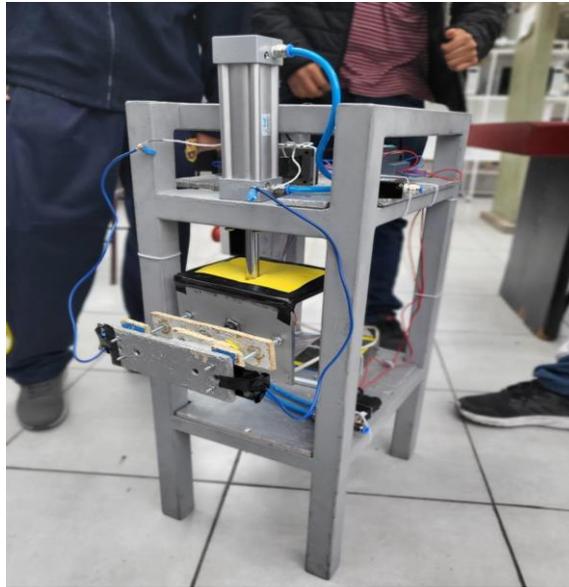


Figura 29: Proyecto final

Fuente: ELaboración propia

Lo único que faltaría sería la resistencia, la parte del proyecto que realiza el sellado. Para el proyecto se compró una selladora manual, con la intención de desarmar y utilizar sus partes en el prototipo diseñado. La resistencia se instala en la parte frontal del proyecto, con una estructura de madera a su alrededor para sujetar y unirla al armazón mediante tornillos. Tomando en cuenta la fragilidad de la resistencia se necesitó de 2 componentes, ya que uno fue un reemplazo del primero debido a pruebas y errores mediante las ejecuciones de la programación y funcionamiento del mismo.

“Es importante resaltar que la base del buen funcionamiento de casi cualquier máquina está en el aseo de la misma y la lubricación de los componentes que lo requieran. Estas dos tareas son los pilares básicos para el óptimo funcionamiento de la máquina” (Frany & Ramos , 2018, p.156).

Una vez instalada la selladora en el almacén se procede a realizar las conexiones eléctricas de la selladora.

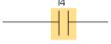
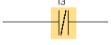
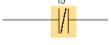
3.3 Programación

La programación se realizó mediante el uso del software LOGOSoft Comfort, utilizando el tipo de diagrama de Esquema de Contactos o también denominado por sus siglas KOP.

En primer lugar, se estableció la configuración del Logo, parametrizando algunas características como el tipo de hardware, Nombres de E/S, Contraseña de E/S, Contraseña del programa, etc. En nuestro caso, definimos el tipo de hardware como Logo! 8.1 & 8.2 (LOGO! 8.FS4).

Para empezar con la programación, se determinaron las entradas y salidas que presenta nuestro proyecto. Nuestra máquina necesita dos electroválvulas, las cuales necesitan aire para poder trasladarlo y convertirlo en energía para poder permitir el funcionamiento de los pistones. Sin embargo, esta orden debe estar dirigida por la programación del PLC. Asimismo, lo mismo sucede con el pulsador, nuestra máquina cuenta con un pulsador de tres botones (encendido, apagado, emergencia), los cuales indicarán la orden de la activación de cada electroválvula. Se establecieron las entradas, las cuales serán los botones del pulsador, dependiendo de qué botón se presione se ejercerá la ordenanza. El botón Start tendrá un contacto normalmente abierto, el botón Stop y Emergency tendrán un contacto normalmente cerrado. El mismo procedimiento se realizó con las salidas, las electroválvulas serán nuestras salidas y serán consideradas como bobinas.

Tabla 03: Entradas y salidas intervinientes en la programación

Entradas	Salidas
<p style="text-align: center;">START</p> <p style="text-align: center;">I4</p>  <p style="text-align: center;">EMERGENCY</p> <p style="text-align: center;">I3</p>  <p style="text-align: center;">STOP</p> <p style="text-align: center;">I5</p> 	<p style="text-align: center;">EV 1</p> <p style="text-align: center;">Q1</p>  <p style="text-align: center;">EV 2</p> <p style="text-align: center;">Q2</p> 

Fuente: Elaboración propia

Entre las otras instrucciones que utilizamos, están el relé autoenclavador que permitió definir el arranque y desactivación de las salidas por medio de la señal mandada por la entrada I4 (start) y por las entradas I3 y I5 (stop, emergency) respectivamente; también, se utilizó un temporizador con relé de barrido disparado por flancos que nos ayudó a concretar la duración del tiempo para empezar el impulso mandada la orden y la duración del impulso. Este temporizador lo utilizamos en ambas electroválvulas, tomando en cuenta “El control de la temperatura de la mordazas de impulso se logra regulando el período de impulso de la corriente por medio de una temporizador (timer) electrónico y regulando el voltaje suministrado a la resistencia” (Quinga, 2010, p.9)

La electroválvula 1 empezará a los 5 segundos del presionado del botón del pulsador, luego empezará el descenso del pistón, el cual durará 4 segundos pero a la mitad de tiempo, a los dos segundos, empezará a funcionar la electroválvula 2 y su impulso durará 7 segundos. Terminado este tiempo y los dos segundos restantes de la electroválvula 1, ambos regresarán a su posición inicial. Este proceso se repite cíclicamente.

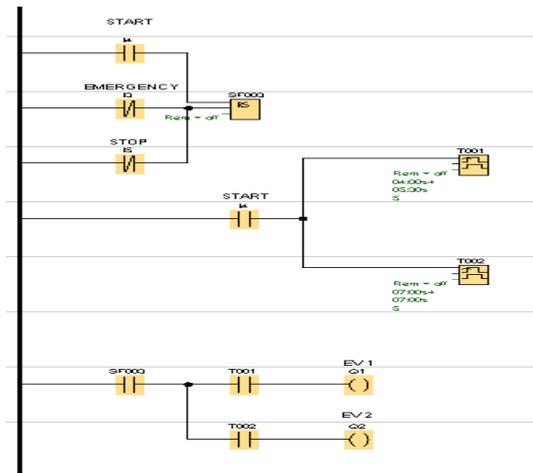


Figura 30: Captura de la programación de PLC
 Fuente: Elaboración propia

4. CONCLUSIONES

¿Cómo diseñar y fabricar una selladora de bolsas para reducir el tiempo del sellado de bolsas y aumentar la capacidad de producción?

Básicamente se diseñó a partir de un bosquejo que será representado y calculado en la aplicación SolidWorks ,donde se realiza el dibujo a escala, para que luego del dimensionado del armazón a base de hierro galvanizado que podrá verse a medida para contar con una precisión al momento de realizar el montaje de nuestros componentes para su automatización.

¿De qué manera podemos aplicar los conocimientos en ingeniería para la elaboración del proyecto?

- Con la automatización de la máquina se logró mejorar el funcionamiento de la misma del 70% a un 100% en el proceso de sellado en relación al manejo de la máquina se logró que el operario reduzca el esfuerzo ergonómico que realizaba con el proceso anterior. La gran ventaja de seleccionar un pistón neumático o actuador y no un motor eléctrico es que los actuadores neumáticos presentan gran rapidez en sus movimientos además que pueden ser fácilmente regulables y se aprovechará la red de aire de la fábrica y por su facilidad de adaptación y conexión de los diferentes partes que forman el conjunto neumático.
- Con la automatización de la selladora se obtuvo que el plástico logra una unión más resistente y una apariencia más homogénea.
- Como consecuencia de lo expuesto, se logró reducir el tiempo de sellado y por ende aumentar la producción de bolsas de cereal.
- A modo de cierre diremos que la automatización es de gran ayuda para la industria, ya que reduce tiempos que se pueden invertir en producción de más bienes, lo que podría aumentar los ingresos de las empresas si las demandas son altas.
- Mediante las pruebas realizadas se pudo observar que el proceso de forma manualmente el tiempo y la presión empleado era un inconveniente por lo que era muy continuo observar pérdida, con esta implementación se disminuye y se encontró estos dos factores para obtener una mejor calidad del producto.

5. ANEXO

Tabla 04: Evaluación RPA del proceso de sellado manual de bolsas plásticas
Fuente: Elaboración propia

ROBOTIC PROCESS AUTOMATION (RPA)

Nombre del Proceso	Sellado manual de bolsas plásticas		
Descripción del proceso	La automatización del proceso, comienza cuando identificamos un proceso que se realiza repetitivamente sin la necesidad de tomar decisiones por un ser humano. En nuestro caso vamos a automatizar el proceso de sellado de bolsas.		
Objetivos posteriores a la automatización	<ol style="list-style-type: none"> 1. Reducir el tiempo del sellado de bolsas con un sistema de automatización. 2. Aumentar la capacidad de producción de bolsas selladas con un sistema de automatización. 		
Atributos del proceso	Escala de calificación de procesos	Puntuación de 1 a 5	Notas adicionales
¿Basado en reglas primarias, o muchas excepciones que requieren juicio humano?	Califique el proceso de su organización en una escala del 1 al 5 para este atributo. Una puntuación de 5 describe un proceso que sigue reglas estrictas que a menudo no requieren un juicio humano independiente; Una puntuación de 1 describe el proceso que a menudo necesita juicio humano	5	
¿Manual y repetitivo?	Una puntuación de 5 describe el proceso de un proceso que es altamente repetitivo y manual; Una puntuación de 1 describe un proceso que no suele ser repetitivo	5	
Datos estructurados o no estructurados	Una puntuación de 5 describe el proceso donde la mayoría o todos los datos del proceso están en un formato de estructura dentro de una base de datos y son fáciles de digitalizar; Una puntuación de 1 describe un proceso en el que la mayoría de los datos de proceso no están estructurados.	1	
Las entradas ya están digitalizadas o son legibles	Una puntuación de 5 describe el proceso donde las entradas del proceso están digitalizadas y son fácilmente legibles por los sistemas informáticos; Una puntuación de 1 describe un proceso en el que muchas entradas no están digitalizadas	1	
Atributos del proceso	Escala de calificación de procesos	Puntuación de 1 a 5	Notas adicionales
¿Proceso de alto volumen/alta frecuencia?	Califique el proceso de su organización en una escala del 1 al 5 para este atributo. Una puntuación de 5 describe un proceso que es de alto volumen o alta frecuencia dentro de la organización; Una puntuación de 1 describe un proceso de bajo volumen o baja frecuencia.	5	
¿proceso estable o uno que cambia con frecuencia?	Una puntuación de 5 describe un proceso estable que ha existido durante un tiempo dentro de la organización y no cambia a menudo; Una puntuación de 1 describe un proceso más nuevo o uno que cambia con cierta frecuencia.	5	
¿Proceso actual propenso a errores?	Una puntuación de 5 describe un proceso que es propenso al error humano; Una puntuación de 1 describe un proceso que experimenta pocos errores	5	
¿Habilidades del empleado transferibles?	Una puntuación de 5 describe un proceso en el que el talento y las habilidades de los empleados que realizan el trabajo podrían transferirse fácilmente a otras tareas dentro de la organización; Una puntuación de 1 describe un proceso en el que las habilidades de esos empleados no se pueden transferir se fácilmente a otra tarea.	5	
¿Efectos medibles?	Una puntuación de 5 describe un proceso en el que los efectos positivos o negativos de la automatización serían fácilmente medibles, en términos de tiempo para completar el proceso, tasa de error, etc.; Una puntuación de 1 describe un proceso en el que los efectos serían difíciles de medir	5	
Puntuación total	36+ El proceso es un buen candidato para automatizar	37	
	27 - 35 El proceso puede ser un candidato para automatizar		
	0 - 26 Actualmente no es un buen candidato para automatizar		



Figura 31: Foto del equipo (De izquierda a derecha) Alex Coaguila, Manuel Cuadros, Juan Morales, Jose Palma, Celso Jiménez, Adriana Ruiz, Marcelo Bashi.

Fuente: Elaboración propia

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Franky, C. & Ramos, J. (2018). Diseño de una máquina precortadora y selladora de rollos de película plástica para la formación de bolsas para la empresa de plásticos la hogareña bustos y cia. (Tesis para la obtención del título de ingeniera en mecánico). Universidad de America, Colombia.
- Konda, M. (2017). Automated sensor based cutting machine design for pipes and bar. *International Research Journal of Innovations in Engineering and Technology*, 1(2), 20-22.
- Manzano, P. & Rodríguez, F. (2013). Diseño y construcción de una máquina selladora y codificadora automática de alimentación manual para la empresa das leben. (Tesis para la obtención del título de ingeniera en mecánico). Escuela Politécnica del Ejército, Ecuador.
- Martínez, A., Martínez, M. & Ortiz, D. (2018). Implementación de un prototipo para el sellado y corte de bolsa de pehd con longitud variable. (Tesis para la obtención del título de ingeniero en control y automatización). Instituto Politécnico Nacional, México.
- Mendoza, S. (2020). Aplicaciones del proceso sellado en la industria de confecciones de plástico. (Trabajo de investigación para la obtención del grado de bachiller de ingeniería industrial). Pontificia Universidad Católica del Perú, Perú.
- Molano, J. & Mendoza, I. (2020). Diseño y construcción de una máquina automatizada para empaacar y sellar paquetes de mora de hasta 500 gramos. (Tesis para la obtención del título de ingeniera en mecatrónica). Universidad Autónoma de Bucaramanga, Colombia.
- Molina, M. & Farias, J. (2017). Proyecto de dispositivos de control e implementación de interfaces: selladora de bolsas. Universidad Autónoma de Yucatán, México.
- Quinga, D. (2010). Automatización de una selladora de fundas plásticas de celofán para el empaquetado de pantalones jeans en la empresa Mabel 's en la ciudad de pelileo". (Tesis para la obtención del título de ingeniero civil) Universidad Técnica de Ambato, Ecuador.

Villavicencio, K. (2016). Diseño y construcción de una máquina selladora semiautomática de vasos para mejorar el proceso de envasado de yogur. (Tesis para la obtención del título de ingeniera en mecatrónica). Universidad Tecnica del Norte, Ecuador.

Zhou, S., Xia, C. & Zhou, Y. (2020). Estabilidad a largo plazo de una caverna de roca revestida para el almacenamiento de energía de aire comprimido: modelado de daños termo mecánicos. *European Journal of Environmental and Civil Engineering*, 24(12), 2070-2093. DOI: 10.1080/19648189.2018.1499556