

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ingeniería



REDISEÑO DE LOS SISTEMAS DE CONTROL GENERAL,  
ELÉCTRICO Y MECÁNICO DE UNA EMPACADORA  
VERTICAL MARCA ASTEGUIETA TIPO POLY, UBICADA  
EN LA UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA  
CAMPUS SUR

Trabajo de graduación en modalidad de trabajo profesional presentado por

Daniel Enrique Tuj González

para optar al grado académico de Licenciado en Ingeniería en Tecnología  
Industrial

Guatemala

2019



REDISEÑO DE LOS SISTEMAS DE CONTROL GENERAL,  
ELÉCTRICO Y MECÁNICO DE UNA EMPACADORA  
VERTICAL MARCA ASTEGUIETA TIPO POLY, UBICADA  
EN LA UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA  
CAMPUS SUR

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ingeniería



REDISEÑO DE LOS SISTEMAS DE CONTROL GENERAL,  
ELÉCTRICO Y MECÁNICO DE UNA EMPACADORA  
VERTICAL MARCA ASTEGUIETA TIPO POLY, UBICADA  
EN LA UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA  
CAMPUS SUR

Trabajo de graduación en modalidad de trabajo profesional presentado por

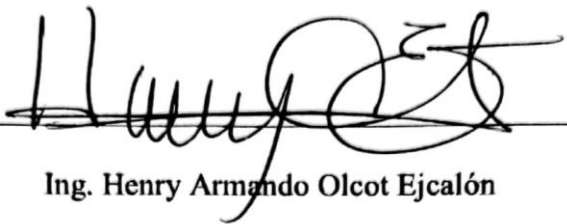
Daniel Enrique Tuj González

para optar al grado académico de Licenciado en Ingeniería en Tecnología  
Industrial

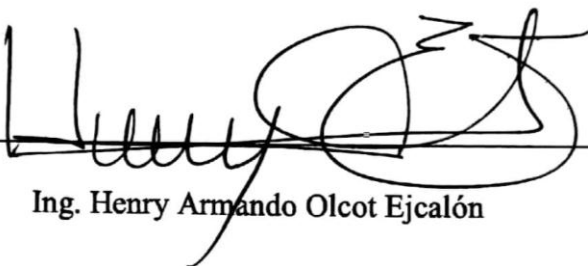
Guatemala


2019

Vo. Bo.:

(f):   
Ing. Henry Armando Olcot Ejcalón

Tribunal Examinador:

(f):   
Ing. Henry Armando Olcot Ejcalón

(f):   
Ing. Héctor Alfonso Monzón Guevara

(f):   
Evaluador invitado

Fecha de aprobación: Guatemala 04 de diciembre de 2019

## PREFACIO

Quiero agradecer en primer lugar a Dios, quien iluminó mi camino y me permitió terminar este proyecto.

La elaboración de este trabajo de graduación ha sido posible gracias a la Universidad del Valle de Guatemala Campus Sur, quienes me brindaron las facilidades para poder llevarlo a cabo.

Quiero expresar mi agradecimiento al Ing. Henry Armando Olcot por su excelente orientación y asesoría, quien estuvo siempre dispuesto a guiarme.

Estoy muy agradecido por la amabilidad y la ayuda del personal de mantenimiento de la universidad, por haberme ayudado en la movilización del equipo y la aplicación de pintura, así mismo a los directores por el apoyo y los ánimos.

En lo personal quiero agradecer a mis padres Marcial Tuj y Sofía González quienes me apoyaron en todo momento en el transcurso de la ejecución del proyecto. En segundo lugar, quiero agradecer a mi amigo Kevin Ache, por brindarme su apoyo en la elaboración de las partes mecánicas del proyecto, igualmente a Christopher Estrada quien me ayudo a conseguir ciertos materiales y estuvo siempre atento a lo que yo necesitase.

A todos ellos les reitero mi más sincero agradecimiento

# ÍNDICE

PREFACIO .....	ii
LISTA DE CUADROS .....	v
LISTA DE FIGURAS .....	vi
RESUMEN.....	x
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. OBJETIVOS .....	2
III. JUSTIFICACIÓN .....	3
IV METODOLOGÍA.....	4
A. Etapa 1 .....	4
1. Recopilación de información y antecedentes .....	4
B. Etapa 2 .....	8
1. Identificación de fallas y defectos.....	8
C. Etapa 3 .....	12
1. Cotizaciones y adquisición de accesorios de reparación.....	12
D. Etapa 4.....	13
1. Diseño de diagramas y planos de sistemas de embalaje .....	13
E. Etapa 5 .....	25
1. Elaboración de sistemas de la máquina empacadora .....	25
i. Programación de algoritmo de control.....	50
F. Etapa 6 .....	52
1. Pruebas de los sistemas nuevos .....	52
V. RESULTADOS .....	55
VI. ANÁLISIS DE RESULTADOS .....	60

VII. CONCLUSIONES .....	61
VIII. RECOMENDACIONES .....	62
IX. BIBLIOGRAFÍAS .....	63
X. ANEXOS.....	65
XII. GLOSARIO .....	89

## LISTA DE CUADROS

Cuadro 1: Cronograma.....	4
Cuadro 2: Problemas y fallas de partes mecánicas.....	8
Cuadro 3: Problemas y fallas neumáticas .....	10
Cuadro 4: Problemas y fallas del sistema eléctrico y electrónico .....	11
Cuadro 5: Lista de equipo eléctrico y electrónico .....	67
Cuadro 6: Material para fabricación de componentes mecánicos.....	68
Cuadro 7: Equipo neumático.....	68
Cuadro 8: Equipo cotizado en Amazon .....	69
Cuadro 9: Componentes electrónicos donados .....	69
Cuadro 10: Componentes mecánicos donados.....	69
Cuadro 11: Componentes eléctricos donados .....	70
Cuadro 12: Componentes neumáticos donados .....	70
Cuadro 13: Código de programación para proceso de film en bobina .....	70
Cuadro 14:Código de programación para proceso con film tubular .....	80

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Empacadora vertical en su estado inicial .....	4
Figura 2: Placa de empacadora Asteguieta .....	5
Figura 3: Partes principales de la empacadora Asteguieta.....	5
Figura 4: Rodillos .....	6
Figura 5: Empacadora vertical modelo: BLCW-500.....	6
Figura 6: Empacadora VFSS TURPACK.....	7
Figura 7: Empacadora Umpack 2016 .....	7
Figura 8: Daño en guía de sellador vertical .....	8
Figura 9: Cuello formador sin fijación .....	9
Figura 10: Perilla de ajuste de sellado .....	9
Figura 11: Pieza de perilla sujeta con cincho plástico.....	9
Figura 12: Electroválvulas en mal estado .....	10
Figura 13: Actuadores sin mantenimiento .....	10
Figura 14: Armario de control.....	11
Figura 15: Resistencia de cartucho con alambre expuesto .....	12
Figura 16: Brida de tubo guía.....	13
Figura 17: Tubo guía .....	13
Figura 18: Tubo guía 3D.....	14
Figura 19: Forma de corte lateral .....	14
Figura 20: Forma de corte frontal.....	14
Figura 21: Tolva de grano formada .....	15
Figura 22: Pieza de compuerta .....	15
Figura 23: Tolva de grano 3D .....	15
Figura 24: Platina de base .....	16
Figura 25: Base de tolva de grano vista frontal.....	16
Figura 26: Base para tolva de grano vista lateral .....	16
Figura 27: Base para tolva de grano vista superior .....	17
Figura 28: Base de tolva de grano 3D .....	17
Figura 29: Tolva recibidora.....	17
Figura 30: Forma de corte de tolva recibidora .....	18
Figura 31: Tolva recibidora 3D .....	18
Figura 32: Diagrama neumático .....	19

Figura 33: Diagrama de alimentación de fuentes .....	20
Figura 34: Conexión de relés .....	20
Figura 35: Conexión de solenoides .....	21
Figura 36: Indicador de marcha.....	22
Figura 37: Diagrama de conexión de resistencias .....	22
Figura 38: Diagrama de entradas digitales con resistencias pull down (parte 1).....	23
Figura 39: Diagrama de entradas digitales con resistencias pull down (parte 2).....	24
Figura 40: Diagrama de pedal .....	24
Figura 41: Empacadora con sistemas desmontados .....	25
Figura 42: Mordaza horizontal desmontada.....	25
Figura 43: Halador desmontado .....	26
Figura 44: Aplicación de pintura.....	26
Figura 45: Actuadores neumáticos .....	27
Figura 46: Mantenimiento cilindro Festo .....	27
Figura 47: Mantenimiento cilindro AIRPRIME .....	28
Figura 48: Motor de empacadora vertical.....	28
Figura 49: Actuador SC63 200mm.....	29
Figura 50: Fijación trasera y delantera SC63.....	29
Figura 51: Perilla de ajuste.....	30
Figura 52:Acople para fijaciones del actuador SC63 .....	30
Figura 53: Acople de fijación delantera con halador.....	31
Figura 54: Instalación de acople para fijación trasera .....	31
Figura 55: Instalación de actuador con halador .....	32
Figura 56: Instalación trasera de actuador SC63.....	32
Figura 57: Actuador y halador instalados .....	33
Figura 58: Fabricación de tolvas .....	33
Figura 59: Fabricación de compuerta de tolva de grano.....	34
Figura 60: Cuello formador antiguo .....	34
Figura 61: Elaboración de plantilla .....	35
Figura 62: Plantilla de cuello formador .....	35
Figura 63: Corte inicial de cuello formador.....	36
Figura 64: Unión de retenedor y brida.....	36
Figura 65. Cuello formador con aleta .....	37

Figura 66: Cuello formador con superficie pulida .....	37
Figura 67: Instalación de tolvas.....	38
Figura 68: Instalación de cuello formador y tubo guía.....	38
Figura 69:Electroválvula 5/2 AIRPRIME .....	39
Figura 70: Compartimento neumático sin componentes .....	39
Figura 71: Instalación de electroválvulas .....	40
Figura 72: Conexión de electroválvulas .....	40
Figura 73: Conexión de actuadores neumáticos.....	41
Figura 74: Instalación de unidad de mantenimiento.....	41
Figura 75: Instalación de componentes electrónicos .....	42
Figura 76: Conexión de salidas de relés .....	42
Figura 77: Conexión de electroválvulas .....	43
Figura 78: Fabricación de conector para entradas digitales .....	43
Figura 79: Conexión de selectores .....	44
Figura 80:Resistencias de cartucho en buen estado .....	44
Figura 81: Instalación de pedal .....	45
Figura 82: Instalación de cable de potencia .....	45
Figura 83:Empacadora con film tubular .....	46
Figura 84: Bobina de film: .....	47
Figura 85: Selectores de empacadora Asteguieta.....	47
Figura 86: Rampa para bolsas de producto.....	48
Figura 87: Diagrama de proceso de film en bobina .....	48
Figura 88: Diagrama de proceso de film tubular.....	49
Figura 89: Diagrama de flujo de algoritmo de control para proceso de film en bobina.....	50
Figura 90: Diagrama de flujo de algoritmo de control para proceso de film doble manga .....	51
Figura 91: Colocación de bolsa en cuello formador.....	52
Figura 92: Inserción de tubo guía en cuello formador.....	52
Figura 93: Verificación de film .....	53
Figura 94: Comprobación de intersección de film .....	53
Figura 95: Prueba de formación de bolsa .....	54
Figura 96: Embolsado de grano.....	54
Figura 97: Cuello formador antiguo .....	55
Figura 98: cuello formado nuevo .....	55

Figura 99: Empacadora vertical antes.....	56
Figura 100:Empacadora después del rediseño .....	56
Figura 101: Armario de control antes del rediseño .....	57
Figura 102: Armario de control después del rediseño .....	57
Figura 103: Actuadores antes del mantenimiento .....	58
Figura 104:Actuadores después del mantenimiento.....	58
Figura 105: Maíz empacado.....	59
Figura 106: PLC siemens S7-300.....	65
Figura 107: Módulo de 8 entradas analógicas SIMATIC S7-300.....	66
Figura 108: Módulo de 16 entradas digitales S7-300.....	66
Figura 109:Módulo de 16 salidas digitales S7-300 .....	67

## RESUMEN

El presente trabajo plantea un rediseño de una empacadora de granos de tipo vertical, que se encontraba deshabilitada debido al deterioro de sus componentes, anteriormente esta era utilizada para la producción de bolsas de agua pura. La máquina será utilizada como modelo didáctico por la comunidad UVG Campus Sur, y de este modo demostrar el proceso de empaque de granos en bolsas plásticas a estudiantes, o bien prestar el servicio de empackado de granos.

Se evaluó el estado de la máquina, para definir las causas que impedían su funcionamiento. Posteriormente se realizaron los siguientes pasos:

1. Recopilación de información y antecedentes.
2. Identificación de fallas y defectos.
3. Cotizaciones y adquisición de equipo de reparación.
4. Diseño de diagramas y planos de sistemas de embalaje.
5. Elaboración de sistemas de la máquina empacadora.
6. Pruebas de los sistemas nuevos.

Al realizar los pasos mencionados anteriormente se logró el inicio del proceso de empackado de granos, en bolsas plásticas con sellado térmico.

# I. INTRODUCCIÓN

Este trabajo trata sobre el rediseño de una empacadora vertical, que se encontraba deshabilitada debido al deterioro de sus componentes, anteriormente esta era utilizada para la producción de bolsas de agua pura. Actualmente será utilizada para el empaquetado de granos (maíz, frijol, azúcar, etc.).

El proyecto consistió en poner en marcha la máquina enfocándose en el rediseño de los sistemas involucrados que fueron, sistema de control, neumático, eléctrico y mecánico. Se realizó un análisis de los componentes para comprobar el estado en el que se encontraban, y así tomar la decisión de qué componentes ameritaban ser sustituidos en la máquina.

Se diseñaron los diagramas eléctricos y los planos de piezas a sustituir, para llevar a cabo el rediseño de los sistemas mencionados anteriormente, se procedió a realizar el mantenimiento respectivo a cada componente, se reemplazó el sistema eléctrico en un 100% y el sistema neumático en un 50%, además de la implementación de nuevas partes tales como el cuello formador, las tolvas, tubo formador, las resistencias de cartucho entre otros.

Con el rediseño de los sistemas mencionados, se logró poner en marcha la empacadora vertical, realizando sellos uniformes, con film tubular y bobina.

## II. OBJETIVOS

### A. GENERAL

Poner en marcha la máquina empacadora, rediseñando los sistemas de control, mecánico y eléctrico, para que envase granos en bolsas plásticas con termosellado.

### B. ESPECÍFICOS

1. Implementar nuevos dispositivos al sistema total de embalaje, adaptándolos a las necesidades del proceso, para sustituir los que presentan deterioro.
2. Instalar nuevas partes mecánicas, diseñando acorde al funcionamiento del equipo.
3. Elaborar un algoritmo de control en lenguaje c++, comentando las funciones de cada sentencia, para poner en marcha la máquina empacadora.

### III. JUSTIFICACIÓN

La máquina en su estado inicial contaba con sistemas de funcionamiento antiguos los cuales no tenían reparación y varios de los componentes presentaban daños. Se propuso utilizar las tecnologías actuales para hacer un rediseño a la empacadora, y esta iniciara el proceso de empaque de granos en bolsas plásticas con sellado térmico, con el fin de ser usada por la universidad como un modelo demostrativo del proceso de embolsado de sólidos granulares.

Los sistemas que se rediseñaron fueron: electrónico o de control, eléctrico y partes mecánicas que se encontraban dañadas, además de agregar partes nuevas que antes no tenía.

Con lo anterior fue posible poner nuevamente en marcha la máquina, y podrá ser utilizada por la universidad para fines didácticos.

## IV METODOLOGÍA

Se realizó un cronograma para la realización de las etapas del proyecto de rediseño (Ver Cuadro 1).

Cuadro 1: Cronograma

	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Etapa 1	■								
Etapa 2	■								
Etapa 3		■							
Etapa 4		■							
Etapa 5			■	■	■	■	■		
Etapa 6								■	

### A. Etapa 1

#### 1. Recopilación de información y antecedentes

Se realizó una investigación sobre el funcionamiento de las empacadoras verticales, similares a las que fabrica la empresa Asteguieta (Ver Figura 1 y 2).



Figura 1: Empacadora vertical en su estado inicial

Fuente: Daniel Tuj. Informe de tesis, UVG Campus Sur



Figura 2: Placa de empacadora Asteguieta

Fuente: Daniel Tuj. Informe de tesis, UVG Campus Sur

La empacadora vertical Asteguieta cuenta con cuello formador, sellador vertical, mordaza horizontal, mordaza de halador, tubo guía y los rodillos que distribuyen el film (Ver figura 3 y 4).

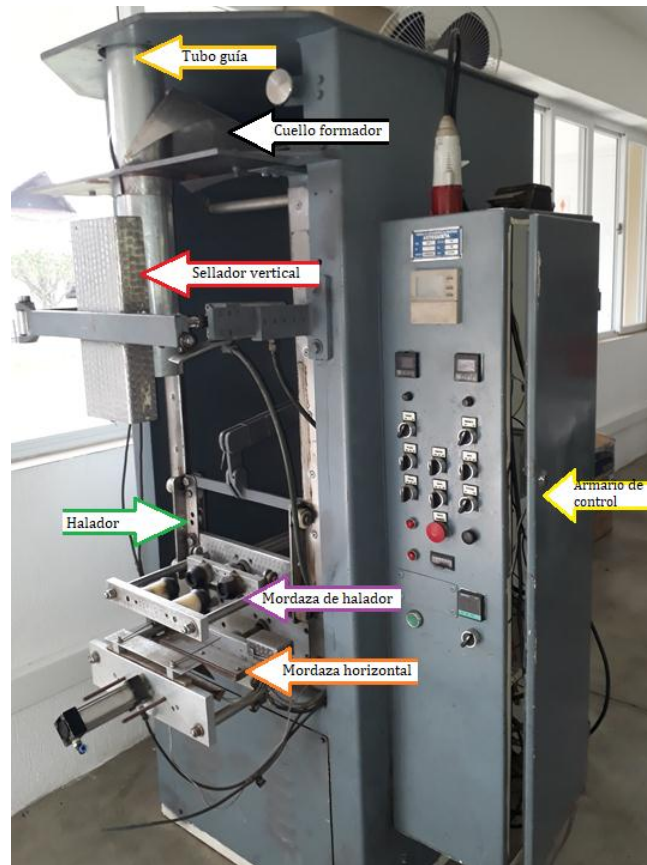


Figura 3: Partes principales de la empacadora Asteguieta

Fuente: Daniel Tuj. Informe de tesis, UVG Campus Sur



Figura 4: Rodillos

Fuente: Daniel Tuj. Informe de tesis, UVG Campus Sur

a. Embolsadora vertical modelo: BLCW-500 de la empresa CW Maquinaria S.A. de C.V.

Se observó que cuenta con el mismo principio que la empacadora Asteguieta, tiene un cuello formador, halador, mordaza de halador, sellador vertical y mordaza horizontal (Ver Figura 5).



Figura 5: Empacadora vertical modelo: BLCW-500

(CW maquinaria, s.f.)

b. Empacadora VFFS de la empresa TURPACK.

Esta máquina cuenta con, cuello formador, mordaza horizontal, sellador vertical y halador de bandas. El proceso es el mismo que el de máquina Asteguieta con la diferencia del halador de bandas (Ver Figura 6).



Figura 6: Empacadora VFSS TURPACK

(TURPACK, s.f.)

c. Máquina empacadora vertical con dosificador de tornillo sin fin servoasistido (Umpack 2016) de la empresa Universal Machine Pack.

Tiene el mismo principio que la empacadora Asteguieta, con la única diferencia que usa halador de rodillos (Ver Figura 7).



Figura 7: Empacadora Umpack 2016

(MECALUX, s.f.)

## B. Etapa 2

### 1. Identificación de fallas y defectos.

Se analizaron los sistemas actuales, para determinar qué acciones se debían tomar para empezar el rediseño.

#### a. Partes mecánicas.

Se identificaron las partes mecánicas que presentan daños (Ver Cuadro 2).

Cuadro 2: Problemas y fallas de partes mecánicas

No.	Problemas o fallas	Solución
1	Daño en la guía del sellador vertical, la pieza se encuentra deformada (Ver Figura 8)	Rectificar la guía
2	El cuello formador no cuenta con fijación y debido a esto rompe el film que pasa en el interior de este, además tiene una abertura superior muy grande, un ángulo muy inclinado y la lámina de la aleta es muy gruesa (Ver Figura 9)	Fabricar un nuevo cuello formador con acero inoxidable.
3	El tubo guía está fabricado de acero galvanizado y no tiene fijación (Figura 9)	Fabricar un nuevo tubo guía de acero inoxidable de 4"
4	La perilla de ajuste tiene un tornillo que se encuentra torcido, por lo que ajustar la distancia del halador es difícil (Ver Figura 10), y la parte que une el halador con la perilla está sujeta con un cincho plástico (Ver Figura 11).	Se decidió eliminar la perilla y colocar un cilindro que hará la misma función.



Figura 8: Daño en guía de sellador vertical

Fuente: Daniel Tuj. Informe de tesis, UVG Campus Sur



Figura 9: Cuello formador sin fijación

Fuente: Daniel Tuj. Informe de tesis, UVG Campus Sur



Figura 10: Perilla de ajuste de sellado

Fuente: Daniel Tuj. Informe de tesis, UVG Campus Sur



Figura 11: Pieza de perilla sujeta con cincho plástico

Fuente: Daniel Tuj. Informe de tesis, UVG Campus Sur

## b. Sistema neumático.

Se identificaron los componentes del sistema, y se analizaron los daños (Ver Cuadro 3).

Cuadro 3: Problemas y fallas neumáticas

No.	Problema	Solución
1	Las electroválvulas con las que cuenta el sistema neumático tienen daños en las bobinas, por lo que no pueden cambiar de estado lógico (Figura 12).	Sustituir las electroválvulas del sistema neumático por nuevas.
2	Hay mucho desorden y las mangueras están dañadas, existen varias fugas en el sistema (Figura 12).	Eliminar las mangueras del sistema neumático e instalar nuevas.
3	Los actuadores se encuentran en mal estado y tienen pedazos de manguera en sus conectores rápidos (Figura 13).	Dar mantenimiento a los actuadores neumáticos.

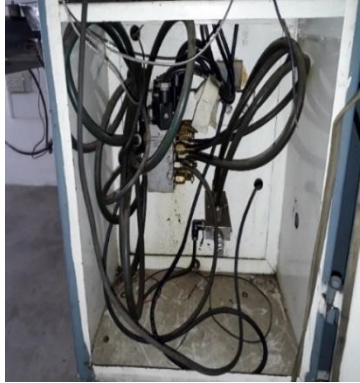


Figura 12: Electroválvulas en mal estado

Fuente: Daniel Tuj. Informe de tesis, UVG Campus Sur



Figura 13: Actuadores sin mantenimiento

Fuente: Daniel Tuj. Informe de tesis, UVG Campus Sur

c. Sistema eléctrico y electrónico.

Se analizó el armario de control de la máquina empacadora, y se identificaron problemas eléctricos y electrónicos (Ver Cuadro 4).

Cuadro 4: Problemas y fallas del sistema eléctrico y electrónico

No.	Problema	Solución
1	El armario de control presenta desorden, y la mayor parte de componentes están dañados, también se produjeron corto circuitos en la prueba de algunos componentes (Ver Figura 14).	Eliminar los dispositivos actuales, y colocar nuevos de acuerdo con las necesidades del proceso
2	Las resistencias de cartucho están dañadas y tenían contacto eléctrico con la estructura de la empacadora (Ver Figura 15).	Sustituir las resistencias.



Figura 14: Armario de control

Fuente: Daniel Tuj. Informe de tesis, UVG Campus Sur



Figura 15: Resistencia de cartucho con alambre expuesto

Fuente: Daniel Tuj. Informe de tesis, UVG Campus Sur

## C. Etapa 3

### 1. Cotizaciones y adquisición de accesorios de reparación

Se realizaron las cotizaciones de equipo de reparación y de equipos que serán sustituidos.

Según los problemas encontrados y las especificaciones se procedió a realizar las cotizaciones del equipo que sirvió para reparar la máquina empacadora. (Ver cuadros 5 a 12 en anexos)

## D. Etapa 4

### 1. Diseño de diagramas y planos de sistemas de embalaje

#### a. Diseño de partes mecánicas.

Se procedió a diseñar nuevas partes mecánicas, las unidades de medida de los planos están en centímetros.

#### 1). Tubo guía.

Se diseñó el tubo guía con tubería de acero inoxidable de 4" tipo 304, con una brida para darle rigidez, debido a que en esta parte se hace el sello vertical (Ver figuras 16 a 18).

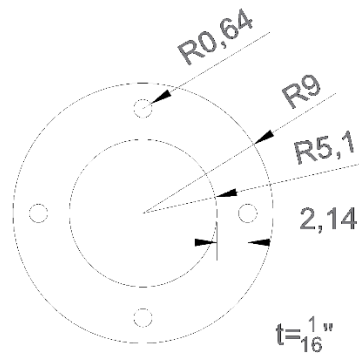


Figura 16: Brida de tubo guía

Fuente: Daniel Tuj. Informe de tesis, UVG Campus Sur

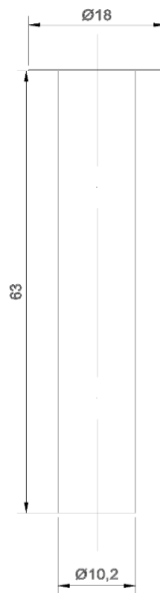


Figura 17: Tubo guía

Fuente: Daniel Tuj. Informe de tesis, UVG Campus Sur



Figura 18: Tubo guía 3D

Fuente: Daniel Tuj. Informe de tesis, UVG Campus Sur

## 2. Tolvas.

Era necesario hacer la instalación de dos tolvas, una en la que se almacenara el grano y otra que recibiera el grano y se encargara de introducirlo en el tubo guía (Ver figuras 19 a 23)

### a. Tolva de grano.

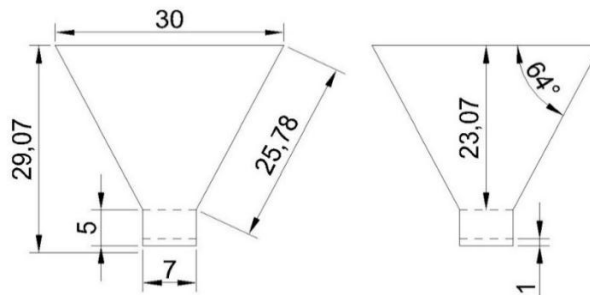


Figura 19: Forma de corte lateral

Fuente: Daniel Tuj. Informe de tesis, UVG campus sur

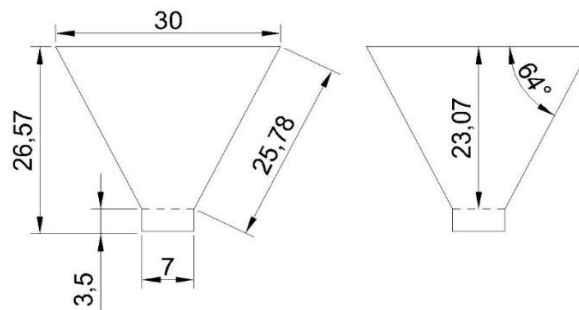


Figura 20: Forma de corte frontal

Fuente: Daniel Tuj. Informe de tesis, UVG Campus Sur

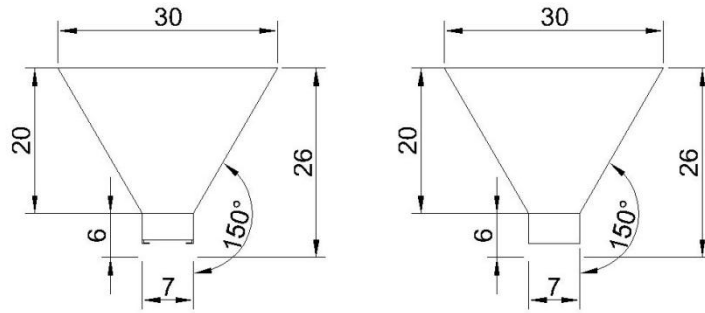


Figura 21: Tolva de grano formada

Fuente: Daniel Tuj. Informe de tesis, UVG Campus Sur

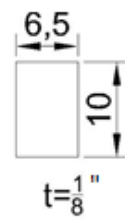


Figura 22: Pieza de compuerta

Fuente: Daniel Tuj. Informe de tesis, UVG Campus Sur

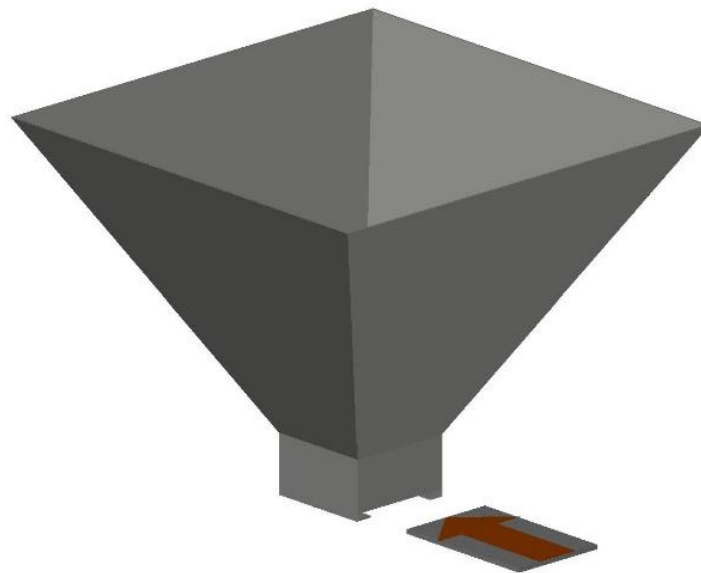


Figura 23: Tolva de grano 3D

Fuente: Daniel Tuj. Informe de tesis, UVG Campus Sur

Se fabricó una base para la tolva de grano, con un actuador neumático que se encargará de abrir la compuerta (Ver figuras 24 a 28).

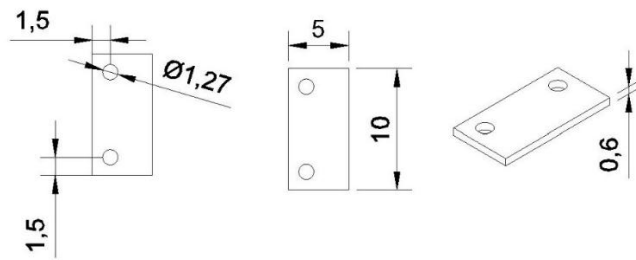


Figura 24: Platina de base

Fuente: Daniel Tuj. Informe de tesis, UVG Campus Sur

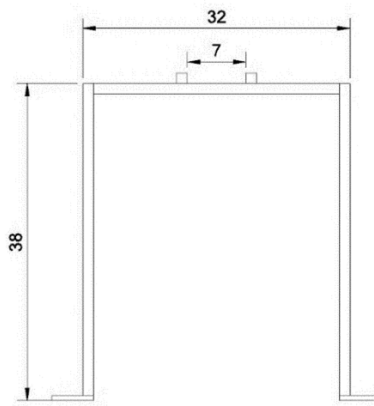


Figura 25: Base de tolva de grano vista frontal

Fuente: Daniel Tuj. Informe de tesis, UVG campus sur

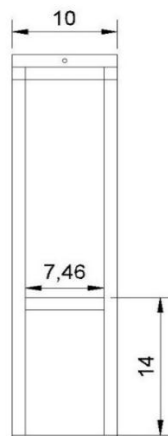


Figura 26: Base para tolva de grano vista lateral

Fuente: Daniel Tuj. Informe de tesis, UVG Campus Sur

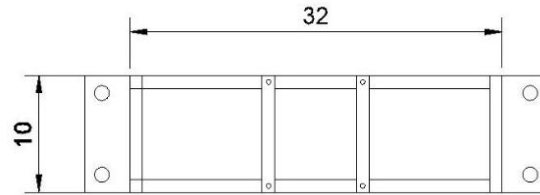


Figura 27: Base para tolva de grano vista superior

Fuente: Daniel Tuj. Informe de tesis, UVG campus sur

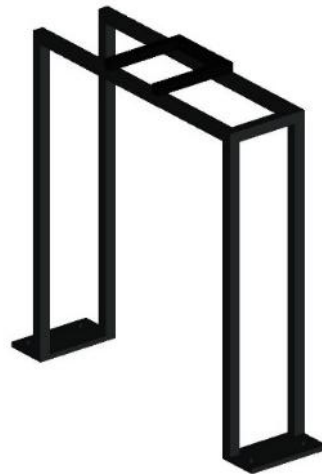


Figura 28: Base de tolva de grano 3D

Fuente: Daniel Tuj. Informe de tesis, UVG campus sur

## b. Tolva recibidora.

Se diseñó la tolva encargada de recibir el grano (Ver figuras 29 a 31).

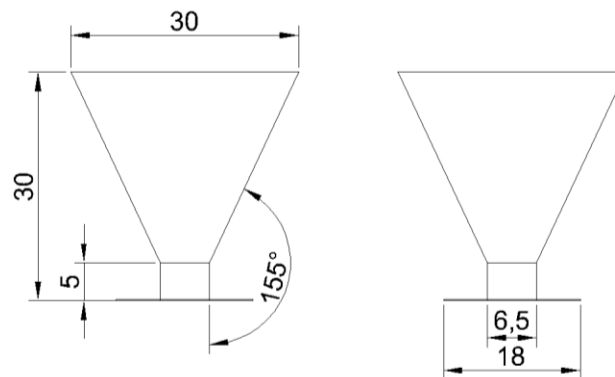


Figura 29: Tolva recibidora

Fuente: Daniel Tuj. Informe de tesis, UVG Campus Sur

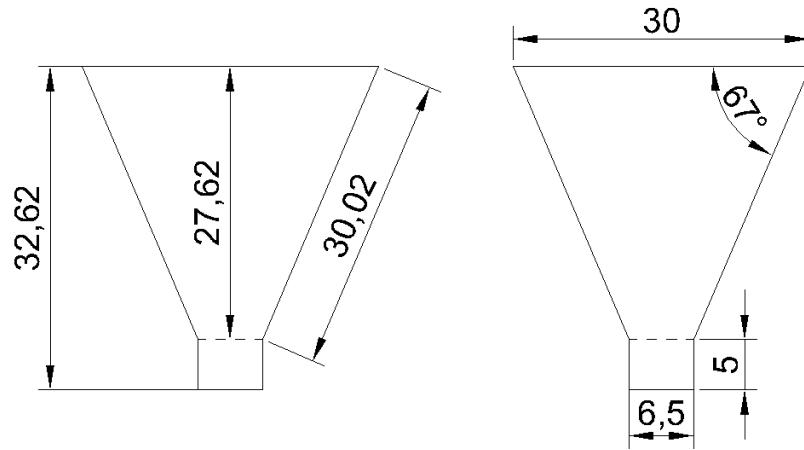


Figura 30: Forma de corte de tolva recibidora

Fuente: Daniel Tuj. Informe de tesis, UVG campus sur

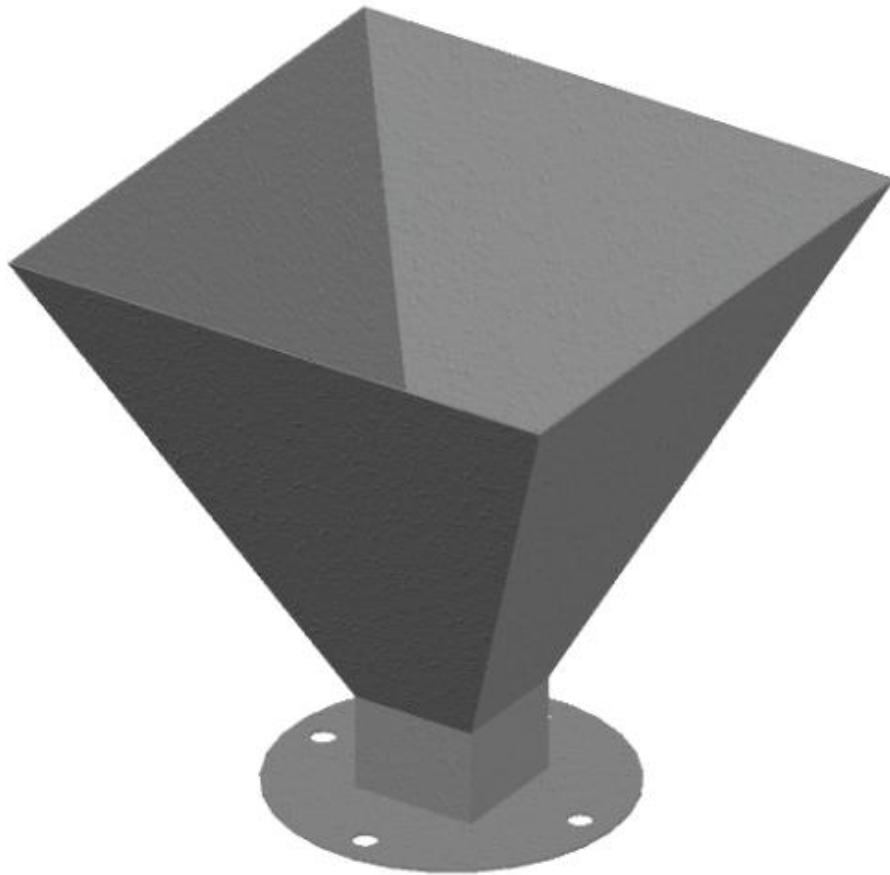


Figura 31: Tolva recibidora 3D

Fuente: Daniel Tuj. Informe de tesis, UVG Campus Sur

b. Diseño del sistema neumático.

Se procedió a diseñar el diagrama neumático de la máquina empacadora (Ver Figura 32).

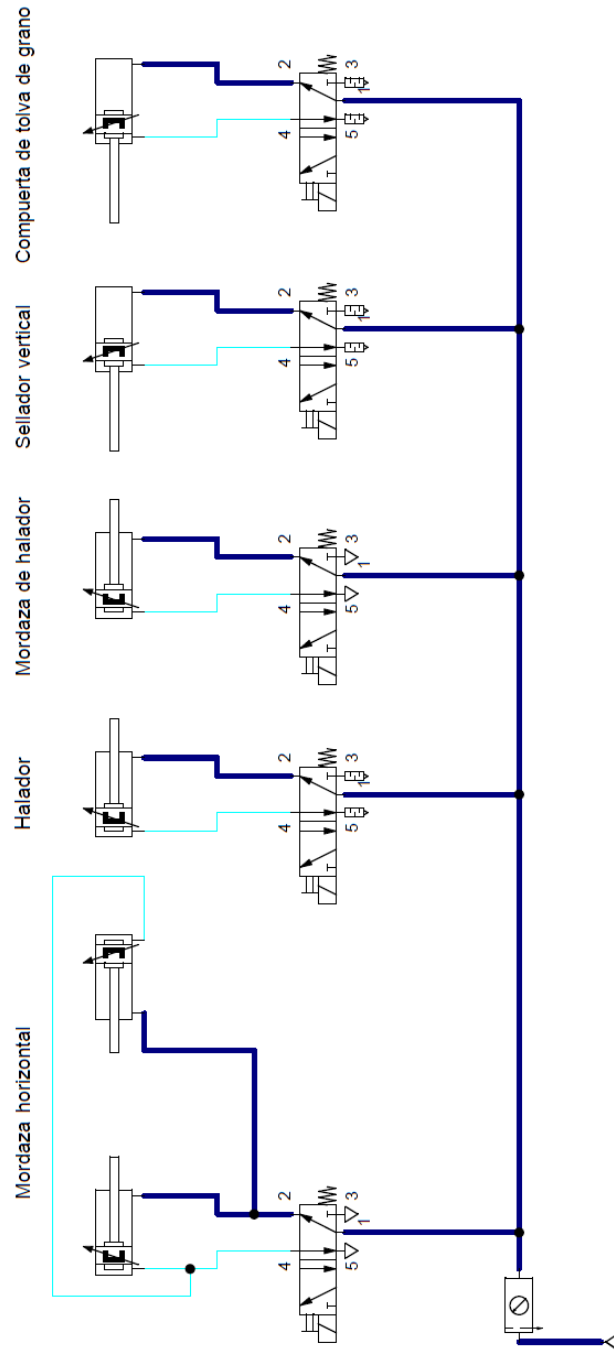


Figura 32: Diagrama neumático

Fuente: Daniel Tuj. Informe de tesis, UVG Campus Sur

### c. Diseño de sistema de control eléctrico y electrónico.

Se procedió diseñar los diagramas eléctricos y electrónicos para la máquina empacadora.

#### 1. Diagrama eléctrico de alimentación.

Se realizó el diagrama con el objetivo principal de encender las fuentes de voltaje necesarias para el sistema electrónico (Ver Figura 33).

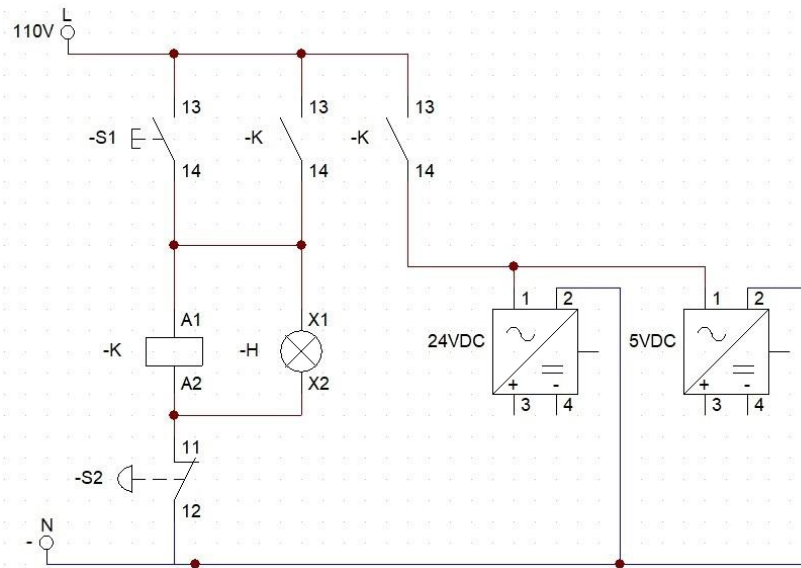


Figura 33: Diagrama de alimentación de fuentes

Fuente: Daniel Tuj. Informe de tesis, UVG Campus Sur

#### 2. Diagramas de control.

Se hicieron los diagramas de control (Ver figuras 34 a 40).

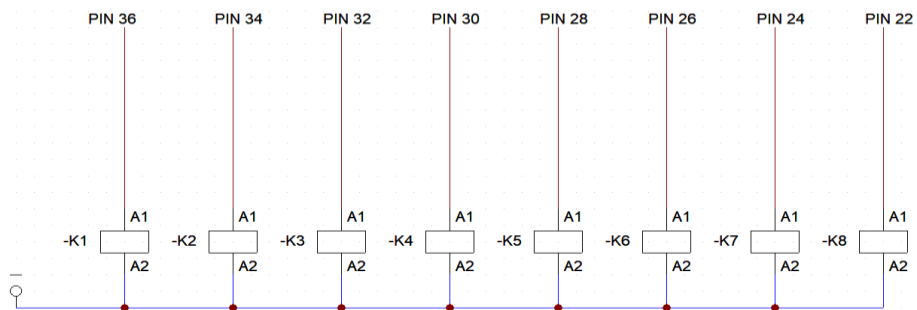


Figura 34: Conexión de relés

Fuente: Daniel Tuj. Informe de tesis, UVG Campus Sur

Nota: Es necesario que el módulo de 8 relés esté conectado a una fuente externa y el GND del microcontrolador esté conectado al GND del módulo.

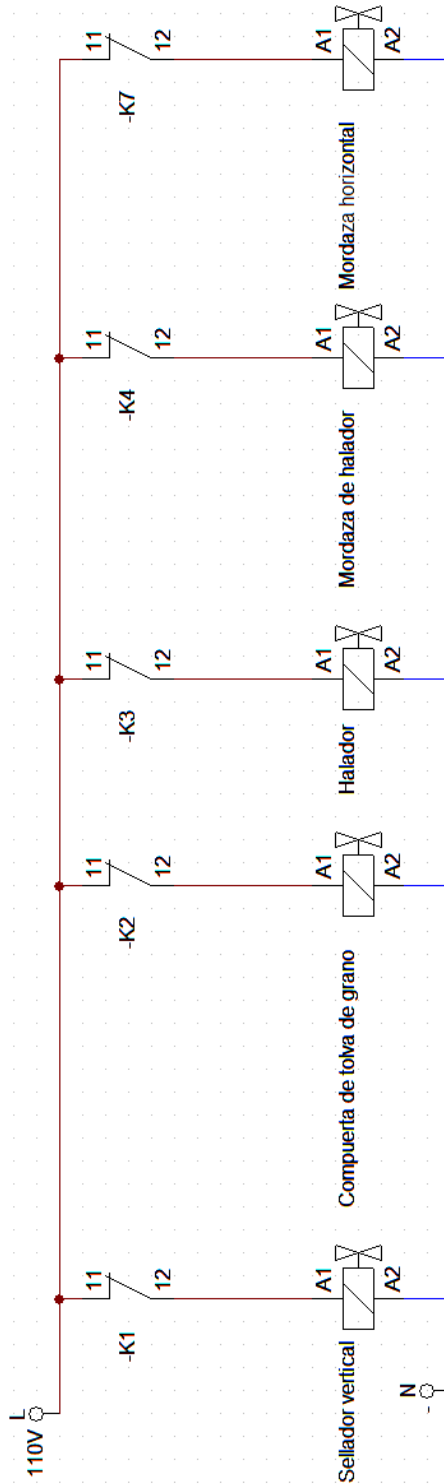


Figura 35: Conexión de solenoides

Fuente: Daniel Tuj. Informe de tesis, UVG Campus Sur

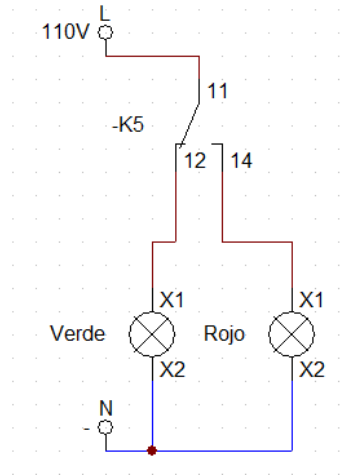


Figura 36: Indicador de marcha

Fuente: Daniel Tuj. Informe de tesis, UVG Campus Sur

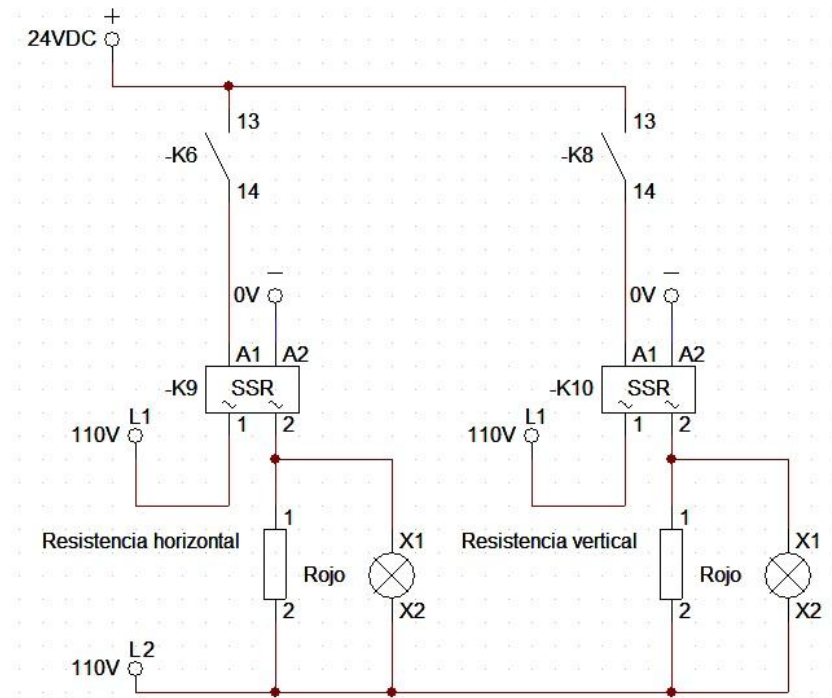


Figura 37: Diagrama de conexión de resistencias

Fuente: Daniel Tuj. Informe de tesis, UVG Campus Sur

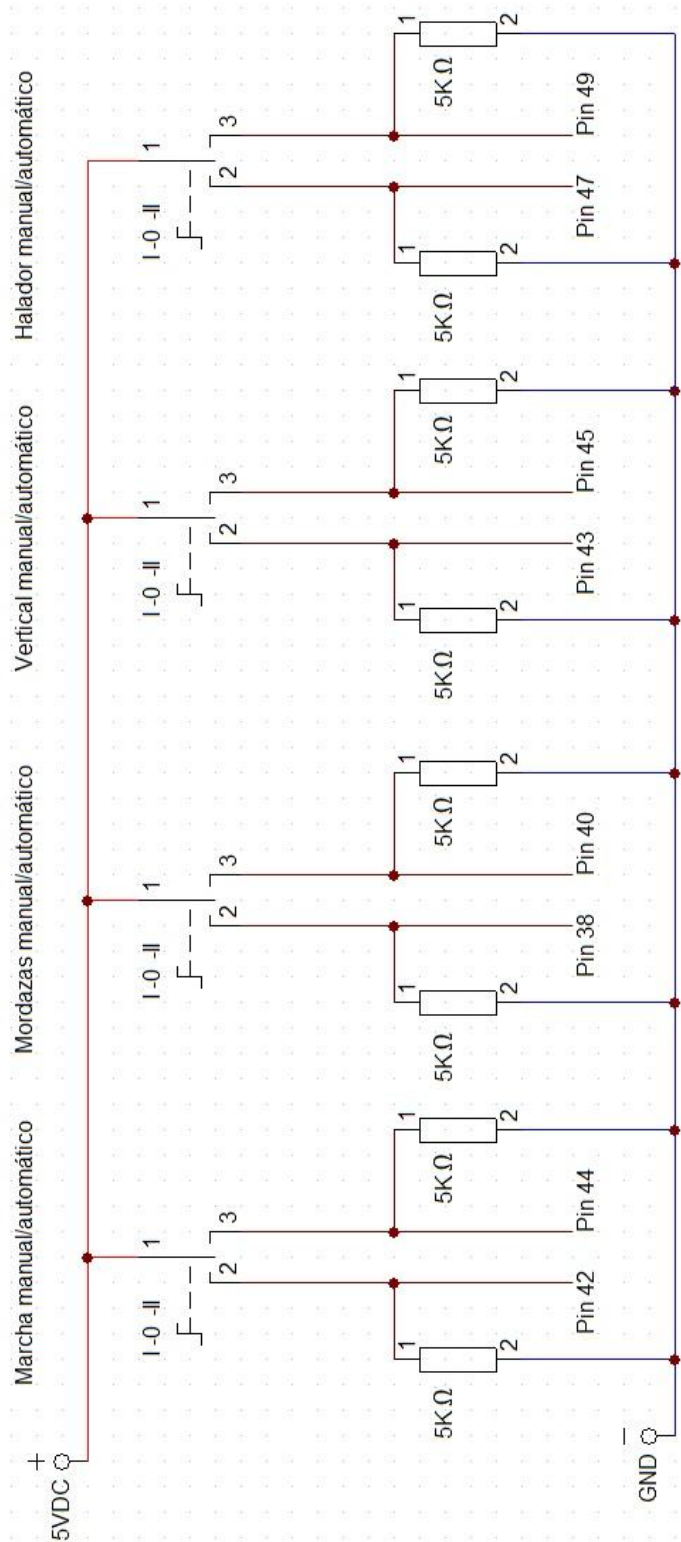


Figura 38: Diagrama de entradas digitales con resistencias pull down (parte 1)

Fuente: Daniel Tuj. Informe de tesis, UVG Campus Sur

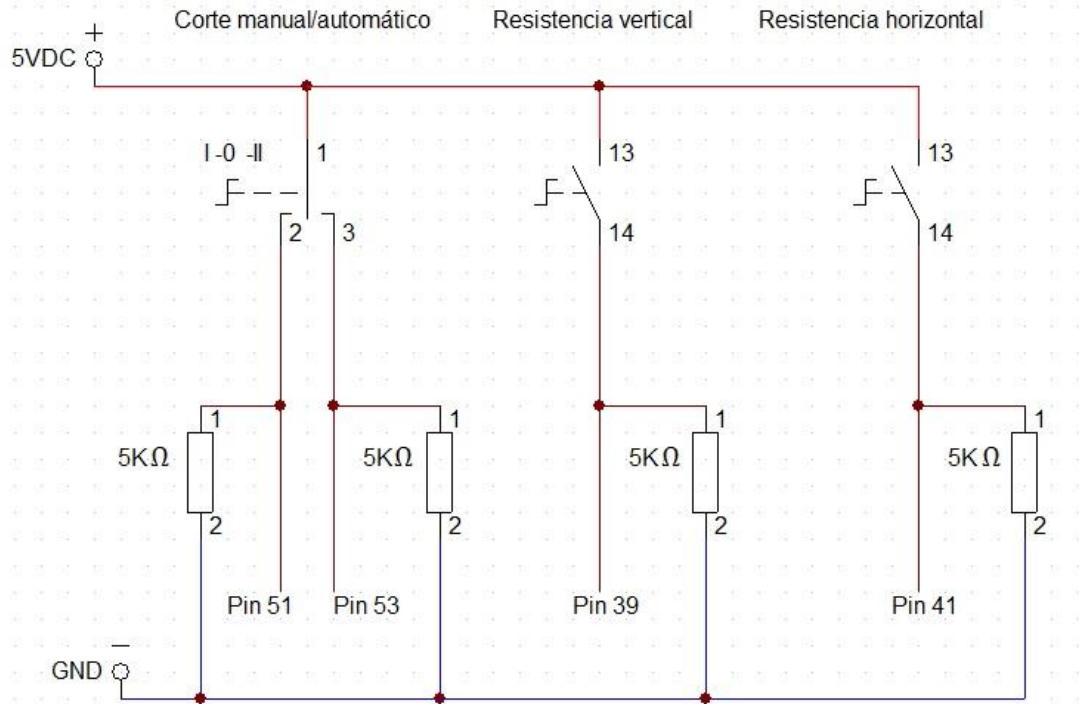


Figura 39: Diagrama de entradas digitales con resistencias pull down (parte 2)

Fuente: Daniel Tuj. Informe de tesis, UVG Campus Sur

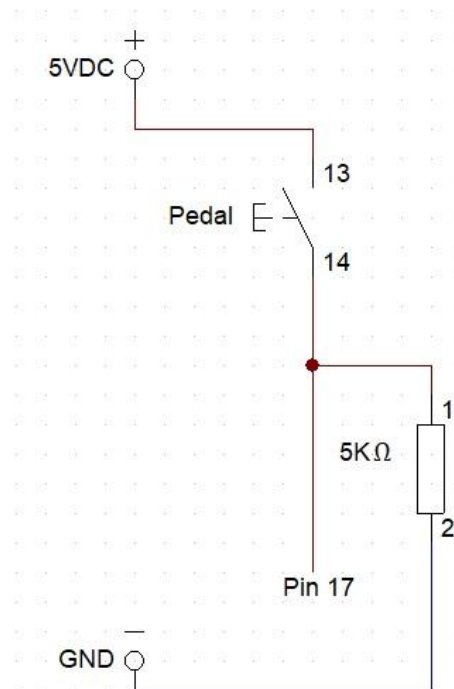


Figura 40: Diagrama de pedal

Fuente: Daniel Tuj. Informe de tesis, UVG Campus Sur

## E. Etapa 5

### 1. Elaboración de sistemas de la máquina empacadora

#### a. Desmontaje de sistemas.

Primero se realizó un desmontaje de los sistemas que componen la máquina empacadora esto para que fuera pintada como fue solicitado (Ver figuras 42 a 45).



Figura 41: Empacadora con sistemas desmontados

Fuente: Daniel Tuj. Informe de tesis, UVG Campus Sur



Figura 42: Mordaza horizontal desmontada

Fuente: Daniel Tuj. Informe de tesis, UVG Campus Sur



Figura 43: Halador desmontado

Fuente: Daniel Tuj. Informe de tesis, UVG Campus Sur



Figura 44: Aplicación de pintura

Fuente: Daniel Tuj. Informe de tesis, UVG Campus Sur

b. Mantenimiento de actuadores neumáticos.

Se procedió a dar mantenimiento a los actuadores con los que contaba inicialmente la máquina empacadora (Ver Figura 45).



Figura 45: Actuadores neumáticos

Fuente: Daniel Tuj. Informe de tesis, UVG Campus Sur

Se observó que no presentaban daños en su interior, por lo que se procedió a hacer el cambio de grasa y limpieza exterior (Ver figuras 46 y 48).



Figura 46: Mantenimiento cilindro Festo

Fuente: Daniel Tuj. Informe de tesis, UVG Campus Sur



Figura 47: Mantenimiento cilindro AIRPRIME

Fuente: Daniel Tuj. Informe de tesis, UVG Campus Sur

### c. Eliminación de motor.

Se decidió eliminar el motor que movía el halador y sustituirlo por un cilindro neumático, esto para facilitar el proceso de empaado y evitar costos para el mantenimiento del motor, la compra de chumaceras nuevas y un variador de frecuencia (Ver Figura 48).



Figura 48: Motor de empacadora vertical

Fuente: Daniel Tuj. Informe de tesis, UVG Campus Sur

d. Instalación de cilindro del halador.

Se realizó la instalación para el cilindro SC63 con 200mm de carrera, que será el encargado de mover el halador (Ver figuras 49 y 50).



Figura 49: Actuador SC63 200mm

Fuente: Daniel Tuj. Informe de tesis, UVG Campus Sur



Figura 50: Fijación trasera y delantera SC63

Fuente: Daniel Tuj. Informe de tesis, UVG Campus Sur

## 1. Primer paso.

Se observó que las fijaciones del actuador tenían el mismo diámetro de los pines en dos partes de la perilla de ajuste, entonces se procedió a cortarla para obtener las piezas de acople del actuador (Ver Figura 51).



Figura 51: Perilla de ajuste

Fuente: Daniel Tuj. Informe de tesis, UVG Campus Sur

## 2. Segundo paso.

Una vez cortadas las piezas que coincidían con los diámetros de las fijaciones se procede a hacer las bases respectivas para el acople del actuador (Ver figuras 52 y 53).



Figura 52: Acople para fijaciones del actuador SC63

Fuente: Daniel Tuj. Informe de tesis, UVG Campus Sur



Figura 53: Acople de fijación delantera con halador

Fuente: Daniel Tuj. Informe de tesis, UVG Campus Sur

### 3. Tercer paso.

Se procede a la instalación del actuador y el halador (Ver figuras 54 a 57).



Figura 54: Instalación de acople para fijación trasera

Fuente: Daniel Tuj. Informe de tesis, UVG Campus Sur



Figura 55: Instalación de actuador con halador

Fuente: Daniel Tuj. Informe de tesis, UVG Campus Sur



Figura 56: Instalación trasera de actuador SC63

Fuente: Daniel Tuj. Informe de tesis, UVG Campus Sur.



Figura 57: Actuador y halador instalados

Fuente: Daniel Tuj. Informe de tesis, UVG Campus Sur

#### e. Elaboración de partes mecánicas.

Se elaboraron las partes mecánicas para el sistema de embalaje, según los planos.

##### 1. Fabricación de tolvas.

Se fabricaron las tolvas con los trazos vistos en los planos de las figuras 16 a 31 (Ver figuras 58 y 59).



Figura 58: Fabricación de tolvas

Fuente: Daniel Tuj. Informe de tesis, UVG Campus Sur



Figura 59: Fabricación de compuerta de tolva de grano

Fuente: Daniel Tuj. Informe de tesis, UVG Campus Sur

## 2. Fabricación de tubo guía y nuevo cuello formador.

Se fabricó el tubo guía, y se decidió hacer un nuevo cuello formador.

El cuello formador que tenía la máquina presentaba deformación, lo que provocaba que el film quedara mal distribuido en el tubo formador, lo que impedía la formación del sello vertical (Ver Figura 60).



Figura 60: Cuello formador antiguo

Fuente: Daniel Tuj. Informe de tesis, UVG Campus Sur

### a. Primer paso.

Fue necesario hacer una plantilla para lo que se tomó una parte del film y se distribuyó de la forma requerida, se realizó este procedimiento debido a que de esta forma se pudo obtener la geometría exacta de cómo se debía fabricar el cuello formador (Ver figuras 61 y 62).



Figura 61: Elaboración de plantilla

Fuente: Daniel Tuj. Informe de tesis, UVG Campus Sur



Figura 62: Plantilla de cuello formador

Fuente: Daniel Tuj. Informe de tesis, UVG Campus Sur

**b. Segundo paso.**

Se procedió a la fabricación del cuello formador, con lámina inoxidable de 1/32".

Inicialmente se sujetó con alambre de amarre la pieza de lámina para mantener la forma deseada, después se procedió a soldar un retenedor y una brida (Ver figuras 63 y 64).



Figura 63: Corte inicial de cuello formador

Fuente: Daniel Tuj. Informe de tesis, UVG Campus Sur



Figura 64: Unión de retenedor y brida

Fuente: Daniel Tuj. Informe de tesis, UVG Campus Sur

Se procedió a soldar la aleta del cuello y pulir la superficie de esta (Ver figuras 65 y 66).



Figura 65. Cuello formador con aleta

Fuente: Daniel Tuj. Informe de tesis, UVG campus sur



Figura 66: Cuello formador con superficie pulida

Fuente: Daniel Tuj. Informe de tesis, UVG campus sur

c. Instalación de partes mecánicas.

Se procedió a la instalación de las partes mecánicas elaboradas con acero inoxidable (Ver figuras 67 y 68).



Figura 67: Instalación de tolvas

Fuente: Daniel Tuj. Informe de tesis, UVG Campus Sur



Figura 68: Instalación de cuello formador y tubo guía

Fuente: Daniel Tuj. Informe de tesis, UVG Campus Sur

## f. Elaboración del sistema neumático.

Se elaboró el circuito neumático según el diagrama de la Figura 32.

### 1. Primer paso.

Primero se eliminaron las electroválvulas del sistema neumático, y se instalaron nuevas, estas fueron 5/2 con accionamiento con solenoide, accionamiento manual con pulsador y retorno con muelle como se ve en la Figura 32 (Ver figuras 69 a 71).



Figura 69:Electrovalvula 5/2 AIRPRIME

Fuente: Daniel Tuj. Informe de tesis, UVG Campus Sur



Figura 70: Compartimento neumático sin componentes

Fuente: Daniel Tuj. Informe de tesis, UVG Campus Sur



Figura 71: Instalación de electroválvulas

Fuente: Daniel Tuj. Informe de tesis, UVG Campus Sur

## 2. Segundo paso.

Se conectó con manguera plástica de 10mm las salidas de aire de las electroválvulas a los actuadores (Ver figuras 72 y 73).



Figura 72: Conexión de electroválvulas

Fuente: Daniel Tuj. Informe de tesis, UVG Campus Sur

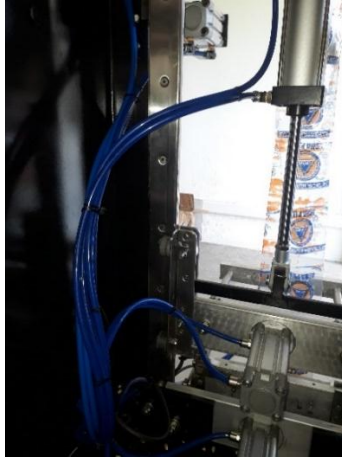


Figura 73: Conexión de actuadores neumáticos

Fuente: Daniel Tuj. Informe de tesis, UVG Campus Sur

### 3. Instalación de unidad de mantenimiento.

Se instaló la unidad de mantenimiento AIRPRIME en la parte lateral inferior del armario de control con un conector pasa-muro, además se usó el aceite meropa 320 como lubricante (Ver Figura 74).



Figura 74: Instalación de unidad de mantenimiento

Fuente: Daniel Tuj. Informe de tesis, UVG Campus Sur

### g. Elaboración del circuitos eléctricos y electrónicos.

Se procedió a realizar los circuitos del armario de control según los diagramas de las figuras 34 a 40.

## 1. Primer paso.

Se procedió a realizar la instalación del microcontrolador, las fuentes de voltaje, módulos de relés, relés de estado sólido y canaletas (Ver Figura 75).

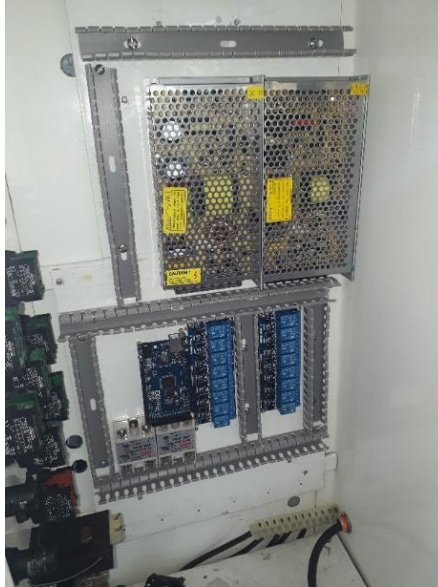


Figura 75: Instalación de componentes electrónicos

Fuente: Daniel Tuj. Informe de tesis, UVG Campus Sur

## 2. Elaboración de circuitos.

Se procedió a realizar los circuitos de control de acuerdo a los diagramas (Ver figuras 76 a 79).



Figura 76: Conexión de salidas de relés

Fuente: Daniel Tuj. Informe de tesis, UVG Campus Sur



Figura 77: Conexión de electroválvulas

Fuente: Daniel Tuj. Informe de tesis, UVG Campus Sur

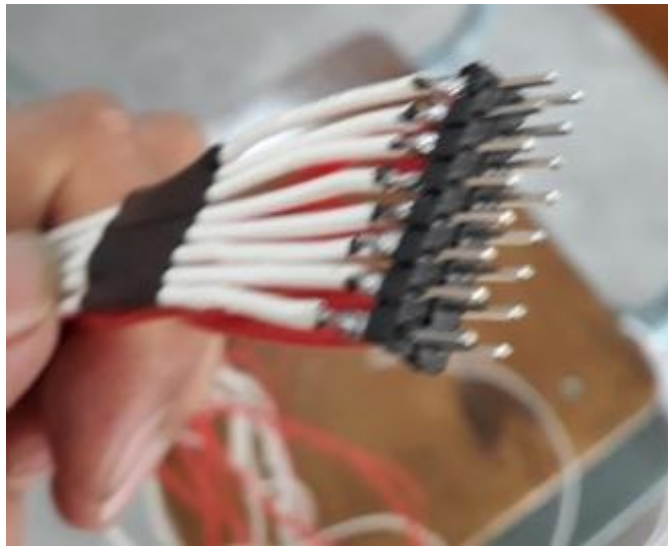


Figura 78: Fabricación de conector para entradas digitales

Fuente: Daniel Tuj. Informe de tesis, UVG Campus Sur

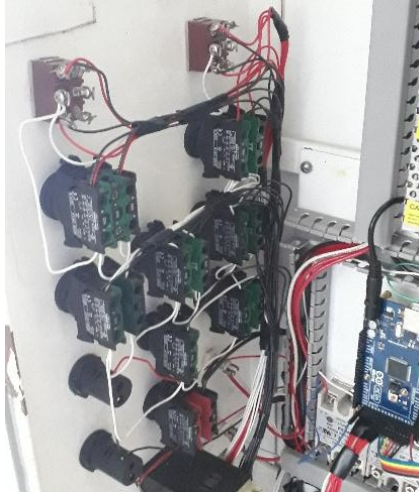


Figura 79: Conexión de selectores

Fuente: Daniel Tuj. Informe de tesis, UVG Campus Sur

Se cambiaron las resistencias de cartucho por otras que se encontraban en buen estado (Ver Figura 80).



Figura 80: Resistencias de cartucho en buen estado

Fuente: Daniel Tuj. Informe de tesis, UVG Campus Sur

Se instaló una prensaestopa de  $\frac{1}{2}$ " para el cable de señal del pedal, así mismo una prensaestopa de 1" para el cable de TSJ de alimentación 220V monofásico de la máquina empacadora (Ver figuras 81 y 82).



Figura 81: Instalación de pedal

Fuente: Daniel Tuj. Informe de tesis, UVG Campus Sur



Figura 82: Instalación de cable de potencia

Fuente: Daniel Tuj. Informe de tesis, UVG Campus Sur

#### h. Especificaciones antes de iniciar la programación.

Se definió el proceso de la máquina según la investigación y observación del funcionamiento de empacadoras con partes similares, entonces se decidió que la empacadora funcionase con film en bobina y tubular.

El film tubular tiene forma cilíndrica, el cual se coloca en el tubo formador sin el cuello como se ve en la siguiente figura (Ver Figura 83).



Figura 83:Empacadora con film tubular

Fuente: Daniel Tuj. Informe de tesis, UVG Campus Sur

El film en bobina debe ser distribuido a través de los rodillos y pasar por el cuello formador, este debe estar alineado con el centro del tubo formador para que no se atasque y el sello vertical pueda llevarse a cabo, en la siguiente figura se observa el film en bobina (Ver Figura 84).

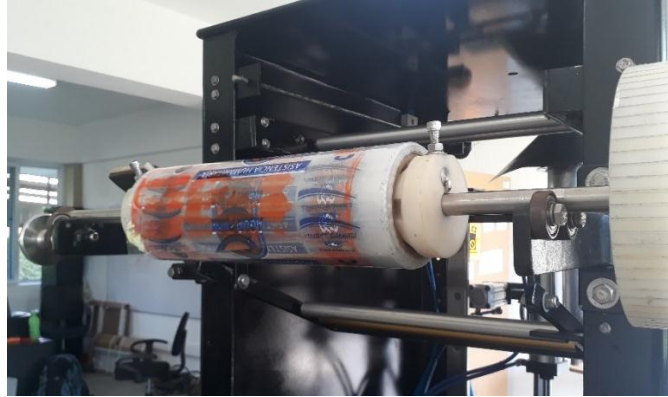


Figura 84: Bobina de film

Fuente: Daniel Tuj. Informe de tesis, UVG Campus Sur

También se definieron los selectores y las condiciones cuando estos son accionados, en la siguiente figura se muestran cómo están distribuidos (Ver Figura 85).

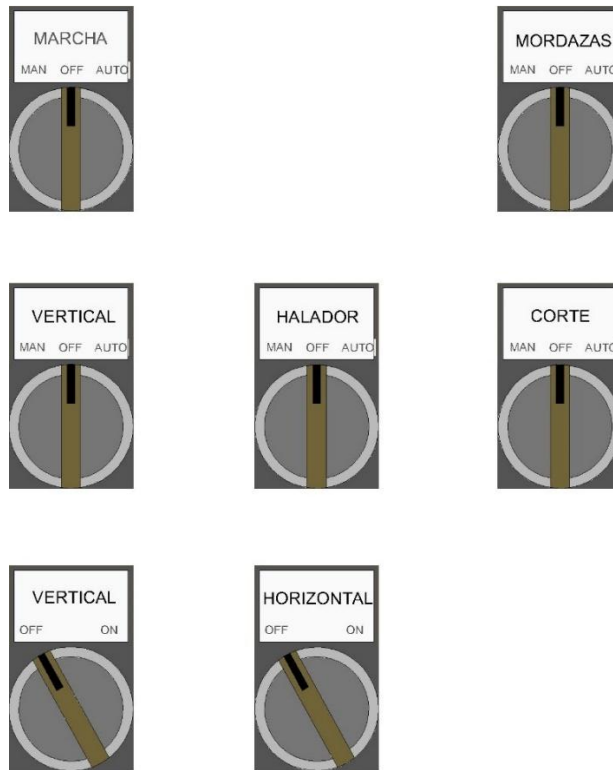


Figura 85: Selectores de empacadora Asteguieta

Fuente: Daniel Tuj. Informe de tesis, UVG Campus Sur

Para el proceso de la maquina empacadora usando el film tubular, se fabricó una rampa con madera para que la bolsa bajara por gravedad y esta sirviese como el límite para el tamaño de la bolsa, como se ve en la siguiente figura (Ver Figura 86).

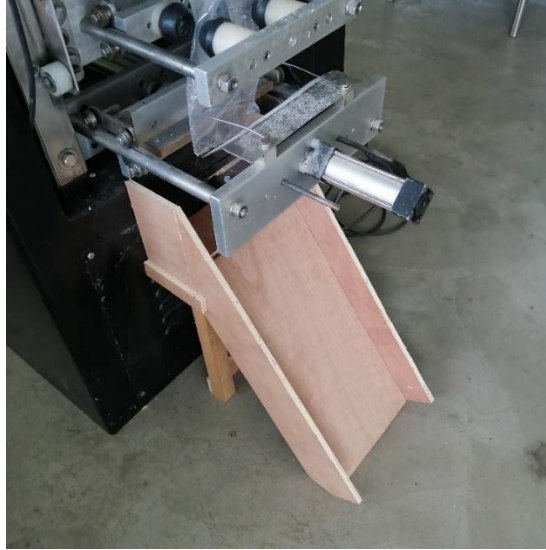


Figura 86: Rampa para bolsas de producto

Fuente: Daniel Tuj. Informe de tesis, UVG Campus Sur

Fue necesario hacer un análisis del proceso de empaque por lo que se procedió a realizar un diagrama del proceso para la función con film tubular y film en bobina. (Ver figuras 87 y 88)

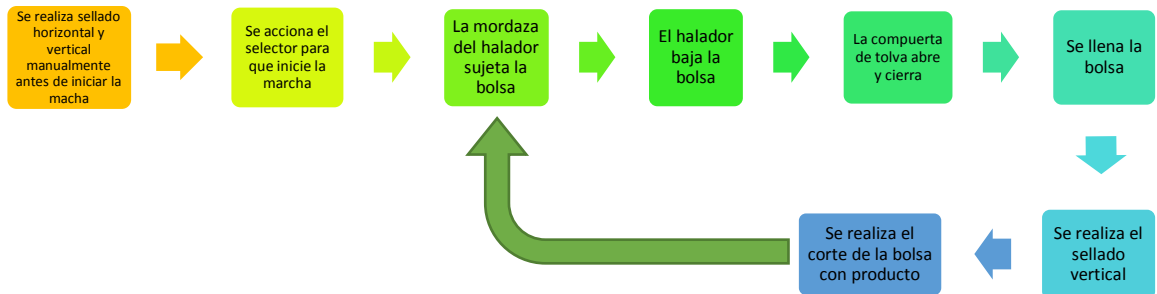


Figura 87: Diagrama de proceso de film en bobina

Fuente: Daniel Tuj. Informe de tesis, UVG Campus Sur

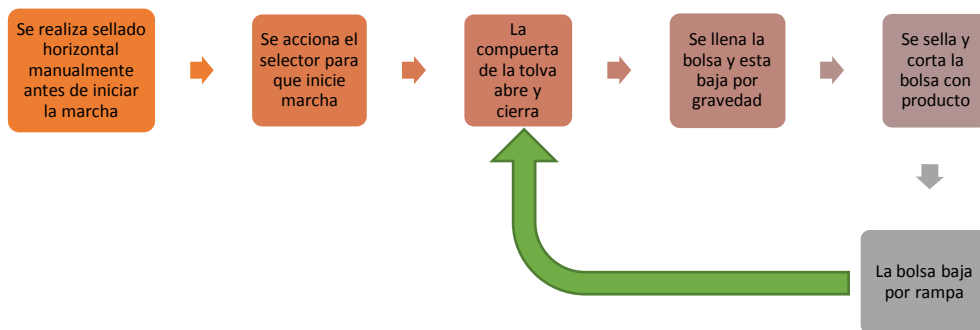


Figura 88: Diagrama de proceso de film tubular

Fuente: Daniel Tuj. Informe de tesis, UVG Campus Sur

i. Programación de algoritmo de control.

Se procedió a realizar la programación con la plataforma de arduino, el software es gratuito. Se comentó cada sentencia para que sea de fácil comprensión (Ver cuadros 13 y 14 en anexos) (Ver figuras 89 y 90).

1. Programación de algoritmo para proceso de film en bobina

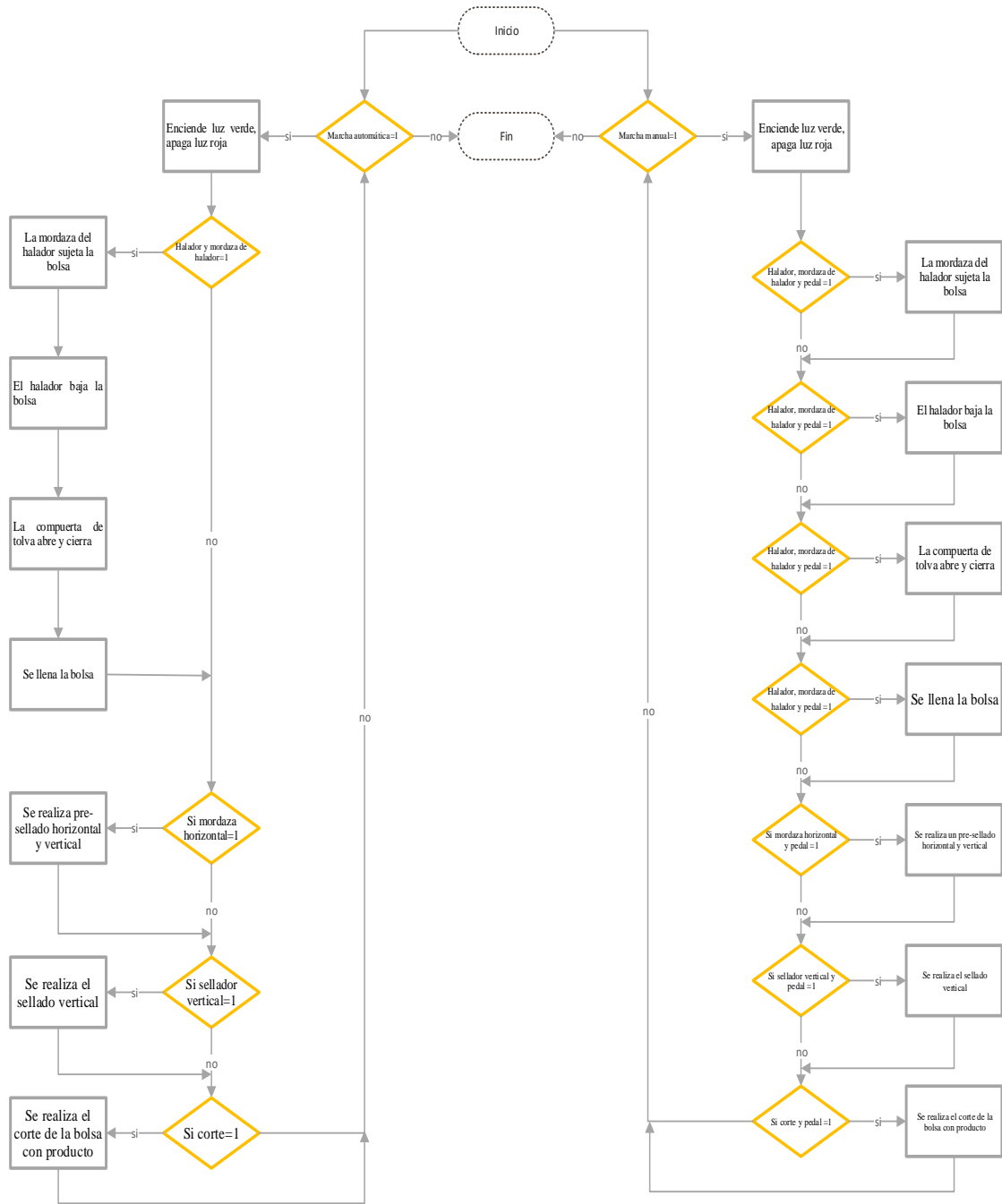


Figura 89: Diagrama de flujo de algoritmo de control para proceso de film en bobina

Fuente: Daniel Tuj. Informe de tesis, UVG Campus Sur

## 2. Programación de algoritmo para proceso con film doble manga

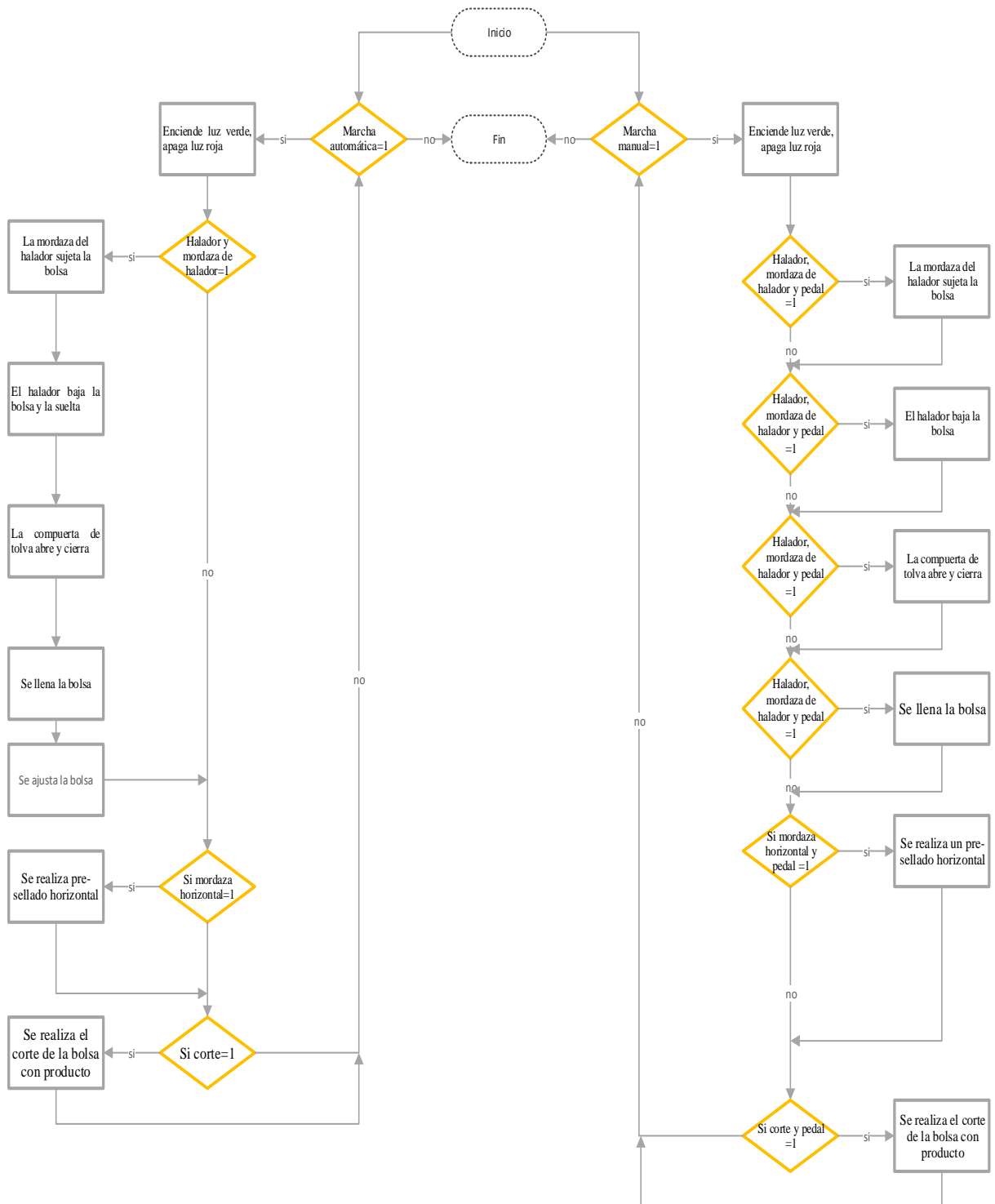


Figura 90: Diagrama de flujo de algoritmo de control para proceso de film doble manga

Fuente: Daniel Tuj. Informe de tesis, UVG Campus Sur

## F. Etapa 6

### 1. Pruebas de los sistemas nuevos

Se llevaron a cabo las pruebas de los sistemas para ajustar las partes y que la máquina empacadora pudiera iniciar el proceso de empaclado.

#### a. Distribución de bolsa en cuello formador y tubo guía.

Se colocó el film en el cuello formador como se puede observar en la siguiente figura (Ver Figura 91).



Figura 91: Colocación de bolsa en cuello formador

Fuente: Daniel Tuj. Informe de tesis, UVG Campus Sur

Luego se procedió a insertar el tubo guía en el cuello formador, para comprobar que el film no se atascara ni fuera roto por el mismo (Ver Figura 92).



Figura 92: Inserción de tubo guía en cuello formador

Fuente: Daniel Tuj. Informe de tesis, UVG Campus Sur

Se inspeccionó el film para asegurarse que este estuviera en buenas condiciones después de tomar la forma del tubo guía (Ver Figura 93).



Figura 93: Verificación de film

Fuente: Daniel Tuj. Informe de tesis, UVG Campus Sur

Por último se comprobó que existiera la intersección de los extremos del film, esto para garantizar que el sello vertical fuera llevado a cabo (Ver Figura 94).



Figura 94: Comprobación de intersección de film

Fuente: Daniel Tuj. Informe de tesis, UVG Campus Sur

b. Prueba de sellado.

Se procedió a realizar una prueba para comprobar el sellado vertical y horizontal de la máquina y se comprobó que realizaba la bolsa correctamente(Ver Figura 95).



Figura 95: Prueba de formación de bolsa

Fuente: Daniel Tuj. Informe de tesis, UVG Campus Sur

c. Prueba de llenado y embolsado.

Se realizó la prueba para comprobar el empaqueo del grano en las bolsas plásticas, esto se realizó usando maíz (Ver Figura 96).



Figura 96: Embolsado de grano

Fuente: Daniel Tuj. Informe de tesis, UVG Campus Sur

## V. RESULTADOS

### A. Cuello formador.

El cuello formador nuevo realizó la tarea deseada en la formación de bolsa a partir del film (Ver figuras 97 y 98).



Figura 97: Cuello formador antiguo

Fuente: Daniel Tuj. Informe de tesis, UVG Campus Sur



Figura 98: Cuello formador nuevo

Fuente: Daniel Tuj. Informe de tesis, UVG Campus Sur

## B. Sistemas generales.

Los sistemas presentan orden y estética por lo que es fácil manipularlos, igualmente cambió la apariencia de la máquina (Ver figuras 99 a 104).



Figura 99: Empacadora vertical antes

Fuente: Daniel Tuj. Informe de tesis, UVG Campus Sur



Figura 100:Empacadora después del rediseño

Fuente: Daniel Tuj. Informe de tesis, UVG Campus Sur

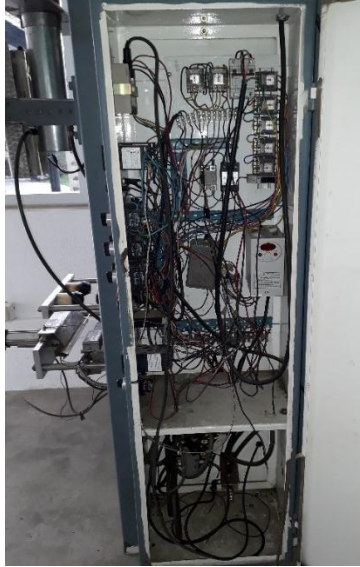


Figura 101: Armario de control antes del rediseño

Fuente: Daniel Tuj. Informe de tesis, UVG Campus Sur



Figura 102: Armario de control después del rediseño

Fuente: Daniel Tuj. Informe de tesis, UVG Campus Sur

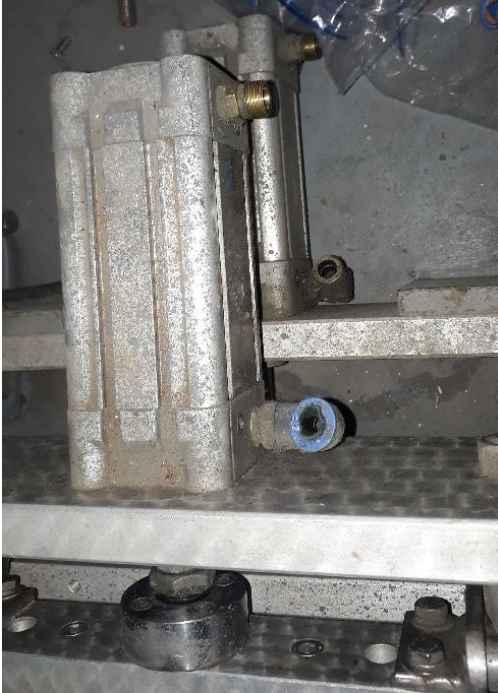


Figura 103: Actuadores antes del mantenimiento

Fuente: Daniel Tuj. Informe de tesis, UVG Campus Sur

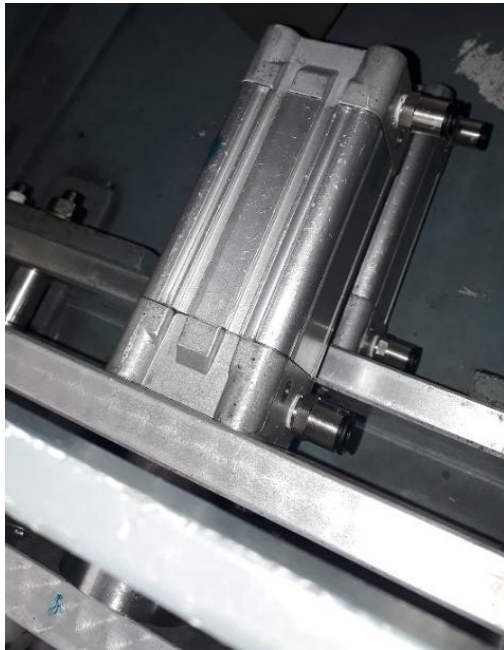


Figura 104: Actuadores después del mantenimiento

Fuente: Daniel Tuj. Informe de tesis, UVG Campus Sur

### C. Proceso de empaque.

La máquina realizó el proceso de empackado de granos en bolsas plásticas en donde se usó maíz para realizar las pruebas, con un proceso de 5 bolsas por minuto selladas correctamente (Ver Figura 105).



Figura 105: Maíz empackado

Fuente: Daniel Tuj. Informe de tesis, UVG Campus Sur

## VI. ANÁLISIS DE RESULTADOS

A. El cuello formado realizó la tarea deseada, este fue capaz de juntar los extremos del film para ser sellados.

B. Los sistemas elaborados se hicieron de forma correcta como se indican en los planos y diagramas.

C. La máquina realiza procesos de empaque de granos continuamente de 5.45 bolsas por minuto para el proceso de film en bobina y 6 para el film doble manga, realizando bolsas de forma correcta.

## VII. CONCLUSIONES

1. Se instalaron nuevas partes en la máquina para sustituir las que presentaban deterioro, las cuales realizaron la tarea esperada al iniciar el proceso de empaque de la máquina.
2. Se diseñaron y fabricaron nuevas partes mecánicas que se instalaron en la máquina, para efectuar el proceso de empackado, las cuales fueron el tubo guía y cuello formador fabricados de acero inoxidable y las tolvas encargadas de almacenar y recibir el grano a empackar.
3. Se programó el algoritmo de control en el lenguaje c++ con la plataforma de programación de arduino, con base al diagrama de proceso de empacke.
4. Se rehabilitó la máquina empackadora como un modelo didáctico la cual realiza una ejecución continua del proceso haciendo 5.45 bolsas por minuto para el proceso de film en bobina, y 6 para el proceso de doble manga.

## VIII. RECOMENDACIONES

1. Si se quiere habilitar la máquina para realizar producción en grandes cantidades, es recomendable implementar un sistema de control más robusto con un PLC (Ver figuras 106 a 109).
2. Para la dosificación del grano en las tolvas, es recomendable colocar celdas de carga para tener el control del pesaje de lo que se está empacando.
3. Es recomendable hacer uso de RTDs para el control de la temperatura de las resistencias de cartucho del sellador vertical y la mordaza horizontal.
4. Es importante contar con un compresor o un sistema cerrado de aire para poder alimentar el sistema neumático de la empacadora.
5. Para la formación de bolsa en la máquina es recomendable utilizar un film de 36cm.
6. Es recomendable realizar un manual de la máquina empacadora

## IX. BIBLIOGRAFÍAS

1. Alkadin. 2017. *Tipos de Mantenimiento Industrial. Ventajas e Inconvenientes de cada uno.* <http://www.aldakin.com/tipos-de-mantenimiento-industrial-ventajas-inconvenientes/> [6/12/2018]
2. Caipla, S.L s.f. <https://www.interempresas.net/Agricola/FeriaVirtual/Producto-Dosificadores-volumetricos-y-gravimetricos-Bulker-69351.html> [03/08/2018]
3. CW maquinaria. (s.f). *CW maquinaria.* Obtenido de [http://www.cwmaquinaria.com/catalog/product\\_info.php?cPath=32&products\\_id=29](http://www.cwmaquinaria.com/catalog/product_info.php?cPath=32&products_id=29)
4. Festo AG & Co. KG s.f. <https://www.festo-didactic.com/int-es/servicios/simbolos/tecnica-de-fluidos-neumatica/valvulas/valvulas-de-bloqueo-valvulas-antirretorno-y-selectoras-valvula-selectoras-funcion-logica-de-o.htm?fbid=aW50LmVzLjU1Ny4xNC4zMjQ4LjY2MTM> [29/11/2018]
5. Francisco Javier García Reyes, Alex Julián González Santander. 2009. *Elaboración de una máquina empacadora industrial a escala*, Tesis de Ingeniería Electrónica, Universidad pontificia boliviana, Escuela de ingeniería y administración, Bucamaga. 277 págs.
6. FRANCOR. s.f. <http://francor.com.mx/instrumentacion-industrial/> [19/08/2018]
7. Frank Mecafenix 29/03/2017 <http://www.ingmecafenix.com/electricidad-industrial/guardamotor/> [29/11/2018]
8. Gerardo Silva s.f. <https://sites.google.com/site/microcontroladoresmicrochip/programacion/-ques-la-programacion-estructurada> [06/12/2018]
9. González Hernández Luis Alberto /26/04/2017 <https://luisalbertopol.wordpress.com/mantiene-en-operacion-los-circuitos-de-control-electromagnetico-y-electronico/> [29/11/2018]
10. Kaczmarek, Halina. 2003. *Materiales para el envasado de alimentos.* Polonia: Toruń. 3 págs.
11. M. Moreno. s.f. *Controlador lógico programable (PLC).* Buenos Aires. Argentina.
12. Mecalux México S.A s.f. <https://www.logismarket.com.mx/ensadoras-horizontales/1275456496-cp.html> [03/08/2018]

13. MECALUX. (s.f.). *Mecalux logismarket*. Obtenido de <https://www.logismarket.com.co/universal-machine-pack/maquina-empacadora-vertical-dosificador-tornillo-sin-fin-servosistido/6332972671-5260959758-p.html>
14. MESPAC S.L. s.f. <http://www.mespack.com/es/dosificadores/> [04/08/2018]
15. Moreno, E. 2010. *Diseño de una máquina empacadora dosificadora y selladora de fundas para arroz*. Tesis de Ingeniería Mecánica, Escuela Politécnica Nacional, Quito-Ecuador.
16. Nolberto Noboa, Víctor Campaña, Fabián Chungata. 2014. *Operación y control de rendimientos de una envasadora semiautomática para yogurt con sellado termoplástico, en la planta piloto de lácteos de la universidad politécnica salesiana*. Tesis de Carrera de ingeniería agropecuaria industrial, Universidad Politécnica Salesiana, Sede Cuenca. 74 págs.
17. RAJAPACK S.A s.f. <https://www.rajapack.es/blog-es/embalaje/embalaje-primario-secundario-terciario-diferencian/> [03/08/2018]
18. Rocío Leira Rodríguez, Jorge Gómez Suárez. s.f. [https://www.edu.xunta.gal/centros/cafi/aulavirtual2/pluginfile.php/39495/mod\\_resource/content/2/analo%CC%81gica.pdf](https://www.edu.xunta.gal/centros/cafi/aulavirtual2/pluginfile.php/39495/mod_resource/content/2/analo%CC%81gica.pdf) [3/12/2018]
19. Roure Tectosa S.L. s.f. *Los diferentes tipos de envasadoras verticales*. <https://www.quiminet.com/articulos/los-diferentes-tipos-de-ensadoras-verticales-62789.htm> [02/08/2018]
20. s.a. s.f. <https://manolo-tec.jimdo.com/apuntes-de-2do-a%C3%B1o/sistemas-electricos/> [29/11/2018]
21. TURPACK. (s.f.). *TURPACK*. Obtenido de <https://www.turpack.com/vffs/>
22. William Crespo <https://automatizacionindustrial.wordpress.com/2011/02/09/queeslaautomatizacionindustrial/> [19/08/2018]

## X. ANEXOS

Contacto para la compra de bobinas de film. Industria manufacturera de plástico y papel tel.  
66254500

### Especificaciones de PLC S7-300

Figura 106: PLC siemens S7-300



<https://www.solucionesyservicios.biz/Controladores-SIMATIC/SIMATIC-S7-300>

- *CPUs compactas* con y sin E/S integradas
- *CPUs escalables* (desde 32 kb hasta 2 Mb)
- *CPUs de seguridad* (SIL3)
- Variantes para Temperatura y Humedad extremas.
- CPUs tecnológicas para control de ejes.
- *Control redundante* mediante software.
- Servidor Web incorporado (opción Profinet)
- Módulos de ampliación de todo tipo de señales.
- Numerosas funciones integradas en la CPU (periferia de E/S, funciones tecnológicas, conexión PROFIBUS / PROFINET)
- Sin mantenimiento de datos gracias a la remanencia de datos en Micro Memory Card.
- Modo isócrono en PROFIBUS / PROFINET.

Especificaciones de módulo de entradas análogas SIMATIC S7-300.

Figura 107: Módulo de 8 entradas analógicas SIMATIC S7-300



[https://www.solucionesyservicios.biz/epages/64466233.sf/es\\_ES/?ObjectPath=/Shops/64466233/Products/6ES7331-7PF01-0AB0](https://www.solucionesyservicios.biz/epages/64466233.sf/es_ES/?ObjectPath=/Shops/64466233/Products/6ES7331-7PF01-0AB0)

Módulo de entradas analógicas SM331 Asil. Galv 2/3/4 Hilos, 8 Entradas Analógicas, Resistencia, PT100/200/100 NI 100/120/200/500/1000, CU10, Característica según GOST 16(Interno 24) Bit, 50 Ms, 1x 40 Polos.

#### Módulo de entradas digitales S7-300

Figura 108: Módulo de 16 entradas digitales S7-300



[https://es.made-in-china.com/co\\_unimat/image\\_Sm321-16-Digital-Input-Module-300-PLC-Equivalent-of-Siemens-S7-300\\_honnogrg\\_JdQtLDHPbibC.html](https://es.made-in-china.com/co_unimat/image_Sm321-16-Digital-Input-Module-300-PLC-Equivalent-of-Siemens-S7-300_honnogrg_JdQtLDHPbibC.html)

Sm321 16 Módulo de entrada digital 300 Equivalente de PLC Siemens S7 300

#### Módulo de salidas digitales S7-300

Figura 109:Módulo de 16 salidas digitales S7-300



<https://spanish.alibaba.com/product-detail/simatic-s7-300-digital-output-sm-322-6es7322-1b100-0aa0-60394738492.html>

Las casillas marcadas en verde son los dispositivos que fueron comprados con los diferentes proveedores, así mismo se muestra el precio y la disponibilidad de cada componente (la “x” en la casilla significa que no está disponible).

Cuadro 5: Lista de equipo eléctrico y electrónico

Equipo eléctrico y electrónico		Proveedores				
		ABC Electrónica	Electrónica R&CH	Electrónica SMD	CotSur	Cicasa
1	Fuente 24VDC 5A	Q300	x	x	x	x
1	Fuente 5VDC 15A	Q275	Q270	x	x	x
1	Módulo 8 relés 5VDC	Q320	Q198	Q220	x	x
2	Sensor de temperatura DS18B20 encapsulado metálico	Q100	Q64	x	x	x
2	Relé estado sólido 40A	Q320	Q180	Q260	x	x
20	Metros de cable 22 blanco	Q80	Q70	x	x	x
20	Metros de cable 22 negro	Q80	Q70	x	x	x
20	Metros de cable 22 rojo	Q80	Q70	x	x	x
10	Metros cable 14 blanco	Q85	x	x	Q38.25	Q51
10	Metros cable 14 negro	Q125	Q62.5	x	Q56.25	Q75
10	Metros cable 14 rojo	Q125	Q75	x	Q56.25	Q75
2	Luz piloto verde 120V	x	x	x	Q80	x
1	Luz piloto roja 120V	x	x	x	Q40	x
2	Canaleta ranurada 1"	x	x	x	Q90	x
Total			Q1,582.75			

Cuadro 6: Material para fabricación de componentes mecánicos

Materiales		Proveedores			
		Mainco	Inipsa	Soluciones en Acero S.A.	Cicasa
1	Lámina inox 4'x8' x1.5mm tipo 304	Q1,040.38	Q1,118	Q1,267.2	Q1,300
3	Libra de electrodo Inox 3/32	x	x	x	Q180
8	Tornillo 1/2x1-1/2 completo	x	x	x	Q48
8	Tornillo INOX 5/16 x1 completo	x	x	x	Q96
Total		Q 1,624.00			

Cuadro 7: Equipo neumático

Equipo neumático		Proveedores			
		RC INTERNACIONAL, S.A.	Empaisa	Cicasa	Materiales industriales JK
1	Actuador neumático SC63 carrera: 200mm	Q2,550	Q2,050	x	Q650
1	Fijación trasera actuador neumático	Q1,550	Q270	x	x
1	Fijación delantera actuador neumático		X	x	x
15	conectores plásticos rectos 1/4NPT a 10mm	X	Q251.25	Q675	x
1	Unidad de mantenimiento	x	Q1,616	Q400	x
15	metros de manguera 10mmx6mm	x	Q195	Q300	x
1	Pasamuro 10mm	x	Q82.5	x	x
2	T de unión plástico	x	Q72.5	Q90	x

Cuadro 8: Equipo cotizado en Amazon

Equipo neumático cotizado en Amazon		Amazon		
		Precio	Peso en libras	Link
1	Fijación trasera actuador neumático	\$12.79	0.6125	<a href="https://www.amazon.com/Baomain-mounting-Pneumatic-Standard-Cylinder/dp/B077N6ZKT2/ref=sr_1_6?ie=UTF8&amp;qid=1530899904&amp;sr=8-6&amp;keywords=Baomain+Foot+flange">https://www.amazon.com/Baomain-mounting-Pneumatic-Standard-Cylinder/dp/B077N6ZKT2/ref=sr_1_6?ie=UTF8&amp;qid=1530899904&amp;sr=8-6&amp;keywords=Baomain+Foot+flange</a>
1	Fijación delantera actuador neumático	\$12.59	0.58125	<a href="https://www.amazon.com/Baomain-mounting-Pneumatic-Standard-Cylinder/dp/B077N85BQG/ref=sr_1_8?ie=UTF8&amp;qid=1530899904&amp;sr=8-8&amp;keywords=Baomain+Foot+flange">https://www.amazon.com/Baomain-mounting-Pneumatic-Standard-Cylinder/dp/B077N85BQG/ref=sr_1_8?ie=UTF8&amp;qid=1530899904&amp;sr=8-8&amp;keywords=Baomain+Foot+flange</a>

En los siguientes cuadros se muestran los componentes que fueron donados y la cantidad de estos

Cuadro 9: Componentes electrónicos donados

Equipo electrónico donado	
Cantidad	Equipo
1	Arduino mega 2560 Rev. 3
50	Tornillos de 1/16" X 1/12
50	Cables de conexión rápida hembra-macho 20cm de largo
4	Resistencias de carbón de 4.7K $\Omega$
20	Resistencias de carbón 5K $\Omega$
50	Separadores de latón hembra-macho m3x20mm completos

Cuadro 10: Componentes mecánicos donados

Componentes mecánicos donados	
Cantidad	Equipo
1	Chapa Yale
1	Pintura en spray color negro
2	Tuercas 4mm
1	Varilla roscada de 4mmX1m
2	Tornillos Inox completos 3/16" X 1"
60	Cm de cinta de teflón para alta temperatura
6	Tornillos completos de 5/16" X 1-1/2"
1	Pie cuadrado lámina lisa de 1/4"
6	Tornillos completos de 1/4" X 1-1/2"
1.5	Metros de tubo inoxidable 4"
1	varilla cuadrada de 1/2"
1	Metros cuadrados de lámina inoxidable 1/32"

Cuadro 11: Componentes eléctricos donados

Componentes eléctricos donados	
Cantidad	Equipo
1	Prensaestopa de aluminio de 1/2 "
1	Prensaestopa de aluminio de 1"
1	Toma macho 220V EAGLE
11	Metros de cable TSJ de un par calibre 16

Cuadro 12: Componentes neumáticos donados

Equipo neumático donado	
Cantidad	Equipo
20	ml grasa Festo LUB-KB2 silikonfrei
250	ml aceite meropa 320
5	Electroválvulas AIRPRIME 5/2 con accionamiento manual y retorno por muelle
1	Actuador neumático 75mm de carrera AIRPRIME
10	Niples de 1/8" acero galvanizado
10	Reducidos de campana de 1/8" a 1/4"
2	Y de conexión rápida
1	Rollo de teflón trupper 3/4"
2	Rollo de teflón de 1/4"

Códigos de programación

Código para film de bobina

Cuadro 13: Código de programación para proceso de film en bobina

```
//=====
//***** VARIABLES DE TIEMPO *****/
//=====
/
/ Las siguientes variables sirven para indicar el tiempo en el que una acción es ejecutada, su dimensional
  int tiempo_sellado
    = 200; /
/ Tiempo en el que la mordaza de sellado horizontal y el sellador vertical realizan el termosellado
  int tiempo_corte = 700; // Tiempo en el que la mordaza horizontal corta la bolsa
  int tiempo_grano = 600; // Tiempo para dosificar la caída del grano
```

```

/
* Las variables anteriores pueden modificarse según sea conveniente para el proceso de empaque, de este
el tiempo en el que el sellador vertical y horizontal están en contacto con el material de empaque, y la ca
de grano que será depositado en la bolsa */
        int tiempo_halador = 1700;        // Tiempo de bajada del halador
    int tiempo_espera_bolsa = 2000;      // Tiempo de espera para que el sellado horizontal se enfríe
    int tiempo_espera_mordaza_halador = 400; // Tiempo de espera para que la mordaza suelte la bolsa
        int tiempo_espera_compuerta = 1000; // Tiempo de espera para cerrar compuerta
        int tiempo_espera_nueva_ejecucion = 1000; // Tiempo de espera para repetir el proceso
/
* Las variables anteriores son de espera, para que una acción se complete y pueda continuar con la sigui
*/
//=====
=====
//***** VARIABLES DE SALIDA *****
*****
//=====
=====
int resistencia_vertical = 22; //Variable para indicar que el pin 22 es para la resistencia vertical
    int sellador_vertical = 24; //Variable para indicar que el pin 24 es para el sellador vertical
    int resistencia_horizontal
        = 26; //Variable para indicar que el pin 26 es para la resistencia horizontal
int indicador_marcha = 28; //Variable para indicar que el pin 28 es para el indicador de marcha
int mordaza_halador = 30; //Variable para indicar que el pin 30 es para la mordaza del halador
        int halador = 32; //Variable para indicar que el pin 32 es para el halador
    int compuerta_tolva
        = 34; //
        //Variable para indicar que el pin 34 es para la compuerta de la tolva de grano
    int sellador_cortador = 36; //Variable para indicar que el pin 36 es para el sellador horizontal
//=====
=====
//***** VARIABLES DE ENTRADA *****
*****
//=====
=====
/* Aquí se asignaron las variables a cada pin según los diagramas */
int pedal
= 17; //
//Variable para indicar que el pin 17 es para el pedal que accionará manualmente el proceso, cuando el se

```

```

int mordazas_manual
= 38;      /
/Variable para indicar que el pin 38 es para controlar las mordazas manualmente, cuando el selector "m
int encender_resistencia_vertical
= 39; //Variable para indicar que el pin 39 es para encender la resistencia del sellador vertical
int mordazas_automatiko
= 40;      /
/Variable para indicar que el pin 40 es para controlar las mordazas automáticamente, cuando el selector
int encender_resistencia_horizontal
= 41; //Variable para indicar que el pin 41 es para encender la resistencia del sellador horizontal
int marcha_manual
= 42;      /
/Variable para indicar que el pin 42 es para ejecutar el proceso de empaque manualmente, cuando el sele
int vertical_manual
= 43;      /
/Variable para indicar que el pin 43 es para controlar el sellador vertical manualmente, cuando el select
int marcha_automatiko
= 44;      /
/Variable para indicar que el pin 44 es para ejecutar el proceso de empaque automáticamente, cuando el
int vertical_automatiko
= 45;      /
/Variable para indicar que el pin 45 es para controlar el sellador vertical automáticamente, cuando el se
int halador_automatiko
= 47;      /
/Variable para indicar que el pin 47 es para controlar el halador automáticamente, cuando el selector "h
int halador_manual
= 49;      /
/Variable para indicar que el pin 49 es para controlar el halador manualmente, cuando el selector "halad
int corte_automatiko
= 51;      /
/Variable para indicar que el pin 51 es para controlar el corte automáticamente, cuando el selector "cort
int corte_manual
= 53;      /
/Variable para indicar que el pin 53 es para controlar el corte manualmente, cuando el selector "corte" e

void setup() {

//=====
=====
=====

//***** CONFIGURACIÓN DE SALIDAS DIGITALES *****
*****

```

```

//=====
=====
=====
pinMode(22,OUTPUT); /
    / Se le indica al microcontrolador que el pin 22 es una salida (resistencia_vertical)
pinMode(24,OUTPUT); /
    / Se le indica al microcontrolador que el pin 24 es una salida (sellador_vertical)
pinMode(26,OUTPUT); /
    / Se le indica al microcontrolador que el pin 26 es una salida (resistencia_horizontal)
pinMode(28,OUTPUT); /
    / Se le indica al microcontrolador que el pin 28 es una salida (indicador_marcha)
pinMode(30,OUTPUT); /
    / Se le indica al microcontrolador que el pin 30 es una salida (mordaza_halador)
pinMode(32,OUTPUT); // Se le indica al microcontrolador que el pin 32 es una salida (halador)
pinMode(34,OUTPUT); /
    / Se le indica al microcontrolador que el pin 34 es una salida (compuerta_tolva)
pinMode(36,OUTPUT); /
    / Se le indica al microcontrolador que el pin 36 es una salida (sellador_cortador)

//=====
=====
=====

//***** CONFIGURACIÓN DE ENTRADAS DIGITALES *****
*****

//=====
=====
=====

pinMode(17,INPUT); // Se le indica al microcontrolador que el pin 17 es una entrada (pedal)
pinMode(38,INPUT); /
    / Se le indica al microcontrolador que el pin 38 es una entrada (mordazas_manual)
pinMode(39,INPUT); /
    / Se le indica al microcontrolador que el pin 39 es una entrada (encender_resistencia_vertical)
pinMode(40,INPUT); /
    / Se le indica al microcontrolador que el pin 40 es una entrada (mordazas_automatico)
pinMode(41,INPUT); /
    / Se le indica al microcontrolador que el pin 41 es una entrada (encender_resistencia_horizontal)
pinMode(42,INPUT); /
    / Se le indica al microcontrolador que el pin 42 es una entrada (marcha_manual)
pinMode(43,INPUT); /
    / Se le indica al microcontrolador que el pin 43 es una entrada (vertical_manual)

```

```

pinMode(44,INPUT); /
    / Se le indica al microcontrolador que el pin 44 es una entrada (marcha_automatico)
pinMode(45,INPUT); /
    / Se le indica al microcontrolador que el pin 45 es una entrada (vertical_automatico)
pinMode(46,INPUT); // Se le indica al microcontrolador que el pin 46 es una entrada (pin de reserva)
pinMode(47,INPUT); /
    / Se le indica al microcontrolador que el pin 47 es una entrada (halador_automatico)
pinMode(48,INPUT); // Se le indica al microcontrolador que el pin 48 es una entrada (pin de reserva)
pinMode(49,INPUT); /
    / Se le indica al microcontrolador que el pin 49 es una entrada (halador_manual)
pinMode(50,INPUT); // Se le indica al microcontrolador que el pin 50 es una entrada (pin de reserva)
pinMode(51,INPUT); /
    / Se le indica al microcontrolador que el pin 51 es una entrada (corte_automatico)
pinMode(52,INPUT); // Se le indica al microcontrolador que el pin 52 es una entrada (pin de reserva)
pinMode(53,INPUT); // Se le indica al microcontrolador que el pin 53 es una entrada (corte_manual)
    }
    void loop(void) {
        //Se inicializan las salidas
        digitalWrite(sellador_cortador,LOW);
        digitalWrite(halador,LOW);
        digitalWrite(compuerta_tolva,LOW);
        digitalWrite(mordaza_halador,LOW);
        digitalWrite(sellador_vertical,LOW);
        digitalWrite(indicador_marcha,LOW);
//=====
        =====
        =====
//***** RESISTENCIAS *****
        *****
//=====
        =====
        =====
        /* Nota: las resistencias están conectadas con lógica negativa */
        if(digitalRead(encender_resistencia_vertical) =
            = LOW) // Si el selector "vertical" está en "0", se ejecuta lo siguiente
            {
                digitalWrite(resistencia_vertical,HIGH); /
                / Se apaga la resistencia vertical cuando la salida del pin es "1"
            }

```

```

else{digitalWrite(resistencia_vertical,LOW);} /
        / se enciende la resistencia vertical cuando la salida es "0"
if(digitalRead(encender_resistencia_horizontal) =
    = LOW) //Si el selector "horizontal" está en "0", se ejecuta lo siguiente
    {
digitalWrite(resistencia_horizontal,HIGH); /
        / Se apaga la resistencia horizontal cuando la salida del pin es "1"
    }
else{ digitalWrite(resistencia_horizontal,LOW); /
        / se enciende la resistencia horizontal cuando la salida es "0"
    }

//=====
=====
=====

//***** MARCHA AUTOMÁTICO *****
*****

//=====
=====
=====

/* En este modo, se ejecuta automáticamente cada acción si cada selector se encuentra en automático
*/
if(digitalRead(marcha_automatico) =
    = HIGH ) // Si el selector "marcha" está en automático ejecutará lo siguiente
    {
digitalWrite(indicador_marcha,HIGH); /
        /Indica que la máquina está en marcha, la luz piloto verde enciende y la luz roja se apaga
if(digitalRead(marcha_automatico) == HIGH and digitalRead(halador_automatico) =
    = HIGH) /
        / Si el selector "marcha" y "halador" está en automático, se ejecutará lo siguiente
    {
digitalWrite(compuerta_tolva,HIGH); // Abre la compuerta
delay(tiempo_grano); // Tiempo para dosificar la caída del grano
    }
if(digitalRead(marcha_automatico) == HIGH and digitalRead(halador_automatico) =
    = HIGH) /
        / Si el selector "marcha" y "halador" está en automático ejecutará lo siguiente
    {
digitalWrite(compuerta_tolva,LOW); // Cierra la compuerta
delay(tiempo_espera_compuerta); //Tiempo para cerrar compuerta
    }

```

```

    }
    if(digitalRead(marcha_automatico) == HIGH and digitalRead(halador_automatico) =
        = HIGH)/
        / Si el selector "marcha" y "halador" están en automático, se ejecutará lo siguiente
        {
            digitalWrite(mordaza_halador, HIGH); // Cierra la mordaza del halador
            delay(tiempo_espera_mordaza_halador);
        }
    if(digitalRead(marcha_automatico) == HIGH and digitalRead(halador_automatico) =
        = HIGH) /
        / Si el selector "marcha" y "halador" está en automático ejecutará lo siguiente
        {
            digitalWrite(halador, HIGH); // El halador baja la bolsa
            delay (tiempo_halador); // Tiempo de bajada del halador
        }
    if(digitalRead(marcha_automatico) == HIGH and digitalRead(halador_automatico) =
        = HIGH) /
        / Si el selector "marcha" y "halador" está en automático ejecutará lo siguiente
        {
            digitalWrite(mordaza_halador, LOW); // La mordaza del halador suelta la bolsa
            delay (tiempo_espera_mordaza_halador); // Tiempo de espera para que la mordaza suelte la bolsa
        }
    if(digitalRead(marcha_automatico) == HIGH and digitalRead(halador_automatico) =
        = HIGH) /
        / Si el selector "marcha" y "halador" está en automático ejecutará lo siguiente
        {
            digitalWrite(halador, LOW); // El halador vuelve a su estado inicial
        }
    if(digitalRead(marcha_automatico) == HIGH and digitalRead(vertical_automatico) =
        = HIGH) /
        / Si el selector "marcha" y "vertical" está en automático ejecutará lo siguiente
        {
            digitalWrite(sellador_vertical, HIGH); // Se efectúa el sellado vertical
        }
    if(digitalRead(marcha_automatico) == HIGH and digitalRead(mordazas_automatico) =
        = HIGH) /
        / Si el selector "marcha" y "mordazas" está en automático ejecutará lo siguiente
        {
            digitalWrite(sellador_cortador, HIGH); // Se efectúa el sellado horizontal
        }

```

```

delay (tiempo_sellado); /
/ Tiempo en el que la mordaza de sellado horizontal y el sellador vertical realizan el termosellado
if(digitalRead(marcha_automatico) == HIGH and digitalRead(vertical_automatico) =
    = HIGH) /
    / Si el selector "marcha" y "vertical" está en automático ejecutará lo siguiente
    {
        digitalWrite(sellador_vertical,LOW); // El sellador vertical vuelve a su posición inicial
    }
if(digitalRead(marcha_automatico) == HIGH and digitalRead(mordazas_automatico) =
    = HIGH) /
    / Si el selector "marcha" y "mordazas" está en automático ejecutará lo siguiente
    {
        digitalWrite(sellador_cortador,LOW); // El sellador horizontal vuelve a su posición inicial
        delay (tiempo_espera_bolsa); // Tiempo de espera para que el sellado horizontal se enfríe
    }
if(digitalRead(marcha_automatico) == HIGH and digitalRead(corte_automatico) =
    = HIGH and digitalRead(mordazas_automatico) =
    = HIGH) // Si el selector "marcha", "corte", y "mordazas" está en automático ejecutará lo siguiente
    {
        digitalWrite(sellador_cortador,HIGH); // Se corta la bolsa
        delay (tiempo_corte); // Tiempo en el que la mordaza horizontal corta la bolsa
    }
if(digitalRead(marcha_automatico) == HIGH and digitalRead(corte_automatico) =
    = HIGH and digitalRead(mordazas_automatico) =
    = HIGH) // Si el selector "marcha", "corte", y "mordazas" está en automático ejecutará lo siguiente
    {
        digitalWrite(sellador_cortador,LOW); // El sellador vuelve a su posición inicial
    }
    delay (tiempo_espera_nueva_ejecucion); // Tiempo de espera para repetir el proceso
    }

//=====
//=====
//=====
//***** MARCHA MANUAL *****
//*****
//=====
//=====
//=====
if(digitalRead(marcha_manual) == HIGH and digitalRead(pedal) =
    = HIGH ) // Si el selector "marcha" está en manual y el pedal está accionado, se ejecutará lo siguiente

```

```

        {
        digitalWrite(indicador_marcha,HIGH); /
        /Indica que la máquina está en marcha, la luz piloto verde enciende y la luz roja se apaga
        if(digitalRead(marcha_manual) == HIGH and digitalRead(halador_manual) =
            = HIGH) /
            / Si el selector "marcha" y "halador" está en automático, se ejecutará lo siguiente
            {
            digitalWrite(compuerta_tolva,HIGH); // Abre la compuerta
            }
            delay(tiempo_grano); // Tiempo para dosificar la caída del grano
        if(digitalRead(marcha_manual) == HIGH and digitalRead(halador_manual) =
            = HIGH) /
            / Si el selector "marcha" y "halador" está en automático ejecutará lo siguiente
            {
            digitalWrite(compuerta_tolva,LOW); // Cierra la compuerta
            }
            delay(tiempo_espera_compuerta);
        if(digitalRead(marcha_manual) == HIGH and digitalRead(halador_manual) =
            = HIGH)/
            / Si el selector "marcha" y "halador" están en automático, se ejecutará lo siguiente
            {
            digitalWrite(mordaza_halador,HIGH); // Cierra la mordaza del halador
            }
        if(digitalRead(marcha_manual) == HIGH and digitalRead(halador_manual) =
            = HIGH) // Si el selector "marcha" está en automático ejecutará lo siguiente
            {
            digitalWrite(halador,HIGH); // El halador baja la bolsa
            delay(tiempo_halador); // Tiempo de bajada del halador
            }
        if(digitalRead(marcha_manual) == HIGH and digitalRead(halador_manual) =
            = HIGH) // Si el selector "marcha" está en automático ejecutará lo siguiente
            {
            digitalWrite(mordaza_halador,LOW); // La mordaza del halador suelta la bolsa
            delay(tiempo_espera_mordaza_halador); // Tiempo de espera para que la mordaza suelte la bolsa
            }
        if(digitalRead(marcha_manual) == HIGH and digitalRead(halador_manual) =
            = HIGH) // Si el selector "marcha" está en automático ejecutará lo siguiente
            {
            digitalWrite(halador,LOW); // El halador vuelve a su estado inicial

```

```

    }
    if(digitalRead(marcha_manual) == HIGH and digitalRead(vertical_manual) =
        = HIGH) // Si el selector "marcha" está en automático ejecutará lo siguiente
        {
            digitalWrite(sellador_vertical, HIGH); // Se efectúa el sellado vertical
        }
    if(digitalRead(marcha_manual) == HIGH and digitalRead(mordazas_manual) =
        = HIGH) // Si el selector "marcha" está en automático ejecutará lo siguiente
        {
            digitalWrite(sellador_cortador, HIGH); // Se efectúa el sellado horizontal
        }

    delay (tiempo_sellado); /
    / Tiempo en el que la mordaza de sellado horizontal y el sellador vertical realizan el termosellado
    if(digitalRead(marcha_manual) == HIGH and digitalRead(vertical_manual) =
        = HIGH) // Si el selector "marcha" está en automático ejecutará lo siguiente
        {
            digitalWrite(sellador_vertical, LOW); // El sellador vertical vuelve a su posición inicial
        }
    if(digitalRead(marcha_manual) == HIGH and digitalRead(mordazas_manual) =
        = HIGH) // Si el selector "marcha" está en automático ejecutará lo siguiente
        {
            digitalWrite(sellador_cortador, LOW); // El sellador horizontal vuelve a su posición inicial
            delay (tiempo_espera_bolsa); // Tiempo de espera para que el sellado horizontal se enfríe
        }

    if(digitalRead(marcha_manual) == HIGH and digitalRead(corte_manual) =
        = HIGH and digitalRead(mordazas_manual) =
        = HIGH) // Si el selector "marcha" está en automático ejecutará lo siguiente
        {
            digitalWrite(sellador_cortador, HIGH); // Se corta la bolsa
            delay (tiempo_corte); // Tiempo en el que la mordaza horizontal corta la bolsa
        }

    if(digitalRead(marcha_manual) == HIGH and digitalRead(corte_manual) =
        = HIGH and digitalRead(mordazas_manual) =
        = HIGH) // Si el selector "marcha" está en automático ejecutará lo siguiente
        {
            digitalWrite(sellador_cortador, LOW); // El sellador vuelve a su posición inicial
        }

    delay (tiempo_espera_nueva_ejecucion); // Tiempo de espera para repetir el proceso
    }
}

```

Cuadro 14:Código de programación para proceso con film tubular

```
//=====
//***** VARIABLES DE TIEMPO *****/
//=====
/
/Las siguientes variables sirven para indicar el tiempo en el que una acción es ejecutada, su dimensional
  int tiempo_sellado
  = 190; /
  /Tiempo en el que la mordaza de sellado horizontal y el sellador vertical realizan el termosellado
    int tiempo_corte = 500; //Tiempo en el que la mordaza horizontal corta la bolsa
    int tiempo_grano = 600; //Tiempo para dosificar la caída del grano
/
*Las variables anteriores pueden modificarse según sea conveniente para el proceso de empaque, de est
el tiempo en el que el sellador vertical y horizontal están en contacto con el material de empaque, y la ca
de grano que será depositado en la bolsa */
  int tiempo_halador = 1700; //Tiempo de bajada del halador
  int tiempo_espera_bolsa = 1500; //Tiempo de espera para que el sellado horizontal se enfríe
  int tiempo_espera_mordaza_halador = 400; //Tiempo de espera para que la mordaza suelte la bolsa
  int tiempo_espera_compuerta = 1500; //Tiempo de espera para cerrar compuerta
  int tiempo_espera_nueva_ejecucion = 1700; //Tiempo de espera para repetir el proceso
/
*Las variables anteriores son de espera, para que una acción se complete y pueda continuar con la sigui
*/
//=====
//***** VARIABLES DE SALIDA *****/
//=====
  int resistencia_vertical = 22; //Variable para indicar que el pin 22 es para la resistencia vertical
  int sellador_vertical = 24; //Variable para indicar que el pin 24 es para el sellador vertical
  int resistencia_horizontal
    = 26; //Variable para indicar que el pin 26 es para la resistencia horizontal
  int indicador_marcha = 28; //Variable para indicar que el pin 28 es para el indicador de marcha
  int mordaza_halador = 30; //Variable para indicar que el pin 30 es para la mordaza del halador
  int halador = 32; //Variable para indicar que el pin 32 es para el halador
```

```

int compuerta_tolva
    = 34;    /
    //Variable para indicar que el pin 34 es para la compuerta de la tolva de grano
int sellador_cortador = 36;    //Variable para indicar que el pin 36 es para el sellador horizontal
//=====
=====
//***** VARIABLES DE ENTRADA *****/
*****
//=====
=====
    /* Aquí se asignaron las variables a cada pin según los diagramas */
int pedal
= 17;    /
//Variable para indicar que el pin 17 es para el pedal que accionará manualmente el proceso, cuando el se
int mordazas_manual
= 38;    /
//Variable para indicar que el pin 38 es para controlar las mordazas manualmente, cuando el selector "m
    int encender_resistencia_vertical
    = 39; //Variable para indicar que el pin 39 es para encender la resistencia del sellador vertical
int mordazas_automatiko
= 40;    /
//Variable para indicar que el pin 40 es para controlar las mordazas automáticamente, cuando el selector
    int encender_resistencia_horizontal
    = 41; //Variable para indicar que el pin 41 es para encender la resistencia del sellador horizontal
int marcha_manual
= 42;    /
//Variable para indicar que el pin 42 es para ejecutar el proceso de empaque manualmente, cuando el sele
int vertical_manual
= 43;    /
//Variable para indicar que el pin 43 es para controlar el sellador vertical manualmente, cuando el select
int marcha_automatiko
= 44;    /
//Variable para indicar que el pin 44 es para ejecutar el proceso de empaque automáticamente, cuando el
int vertical_automatiko
= 45;    /
//Variable para indicar que el pin 45 es para controlar el sellador vertical automáticamente, cuando el se
int halador_automatiko
= 47;    /
//Variable para indicar que el pin 47 es para controlar el halador automáticamente, cuando el selector "h

```

```

int halador_manual
= 49;      /
/Variable para indicar que el pin 49 es para controlar el halador manualmente, cuando el selector "halad
int corte_automatico
= 51;      /
/Variable para indicar que el pin 51 es para controlar el corte automáticamente, cuando el selector "cort
int corte_manual
= 53;      /
/Variable para indicar que el pin 53 es para controlar el corte manualmente, cuando el selector "corte" e

void setup() {

//=====
=====
=====

//***** CONFIGURACIÓN DE SALIDAS DIGITALES *****
*****

//=====
=====
=====

pinMode(22,OUTPUT); /
           / Se le indica al microcontrolador que el pin 22 es una salida (resistencia_vertical)
pinMode(24,OUTPUT); /
           / Se le indica al microcontrolador que el pin 24 es una salida (sellador_vertical)
pinMode(26,OUTPUT); /
           / Se le indica al microcontrolador que el pin 26 es una salida (resistencia_horizontal)
pinMode(28,OUTPUT); /
           / Se le indica al microcontrolador que el pin 28 es una salida (indicador_marcha)
pinMode(30,OUTPUT); /
           / Se le indica al microcontrolador que el pin 30 es una salida (mordaza_halador)
pinMode(32,OUTPUT); // Se le indica al microcontrolador que el pin 32 es una salida (halador)
pinMode(34,OUTPUT); /
           / Se le indica al microcontrolador que el pin 34 es una salida (compuerta_tolva)
pinMode(36,OUTPUT); /
           / Se le indica al microcontrolador que el pin 36 es una salida (sellador_cortador)

//=====
=====
=====

//***** CONFIGURACIÓN DE ENTRADAS DIGITALES *****
*****

```

```

//=====
=====
=====
pinMode(17,INPUT); // Se le indica al microcontrolador que el pin 17 es una entrada (pedal)
pinMode(38,INPUT); /
    / Se le indica al microcontrolador que el pin 38 es una entrada (mordazas_manual)
pinMode(39,INPUT); /
    / Se le indica al microcontrolador que el pin 39 es una entrada (encender_resistencia_vertical)
pinMode(40,INPUT); /
    / Se le indica al microcontrolador que el pin 40 es una entrada (mordazas_automatico)
pinMode(41,INPUT); /
    / Se le indica al microcontrolador que el pin 41 es una entrada (encender_resistencia_horizontal)
pinMode(42,INPUT); /
    / Se le indica al microcontrolador que el pin 42 es una entrada (marcha_manual)
pinMode(43,INPUT); /
    / Se le indica al microcontrolador que el pin 43 es una entrada (vertical_manual)
pinMode(44,INPUT); /
    / Se le indica al microcontrolador que el pin 44 es una entrada (marcha_automatico)
pinMode(45,INPUT); /
    / Se le indica al microcontrolador que el pin 45 es una entrada (vertical_automatico)
pinMode(46,INPUT); // Se le indica al microcontrolador que el pin 46 es una entrada (pin de reserva)
pinMode(47,INPUT); /
    / Se le indica al microcontrolador que el pin 47 es una entrada (halador_automatico)
pinMode(48,INPUT); // Se le indica al microcontrolador que el pin 48 es una entrada (pin de reserva)
pinMode(49,INPUT); /
    / Se le indica al microcontrolador que el pin 49 es una entrada (halador_manual)
pinMode(50,INPUT); // Se le indica al microcontrolador que el pin 50 es una entrada (pin de reserva)
pinMode(51,INPUT); /
    / Se le indica al microcontrolador que el pin 51 es una entrada (corte_automatico)
pinMode(52,INPUT); // Se le indica al microcontrolador que el pin 52 es una entrada (pin de reserva)
pinMode(53,INPUT); // Se le indica al microcontrolador que el pin 53 es una entrada (corte_manual)
    }
    void loop(void) {
        //Se inicializan las salidas
        digitalWrite(sellador_cortador,LOW);
        digitalWrite(halador,LOW);
        digitalWrite(compuerta_tolva,LOW);
        digitalWrite(mordaza_halador,LOW);
        digitalWrite(sellador_vertical,LOW);
        digitalWrite(indicador_marcha,LOW);
    }
}

```

```

//=====
=====
=====
//***** RESISTENCIAS *****
*****
//=====
=====
=====
/* Nota: las resistencias están conectadas con lógica negativa */
if(digitalRead(encender_resistencia_vertical) =
    = LOW) // Si el selector "vertical" está en "0", se ejecuta lo siguiente
    {
    digitalWrite(resistencia_vertical, HIGH); //
    // Se apaga la resistencia vertical cuando la salida del pin es "1"
    }
    else{digitalWrite(resistencia_vertical, LOW);} //
    // se enciende la resistencia vertical cuando la salida es "0"
if(digitalRead(encender_resistencia_horizontal) =
    = LOW) // Si el selector "horizontal" está en "0", se ejecuta lo siguiente
    {
    digitalWrite(resistencia_horizontal, HIGH); //
    // Se apaga la resistencia horizontal cuando la salida del pin es "1"
    }
    else{ digitalWrite(resistencia_horizontal, LOW); //
    // se enciende la resistencia horizontal cuando la salida es "0"
    }
//=====
=====
=====
//***** MARCHA AUTOMÁTICO *****
*****
//=====
=====
=====
/* En este modo, se ejecuta automáticamente cada acción si cada selector se encuentra en automático
*/
if(digitalRead(marcha_automatico) =
    = HIGH ) // Si el selector "marcha" está en automático ejecutará lo siguiente
    {

```

```

digitalWrite(indicador_marcha,HIGH); /
/Indica que la máquina está en marcha, la luz piloto verde enciende y la luz roja se apaga
if (digitalRead(marcha_automatico) == HIGH and digitalRead(halador_automatico) =
= HIGH)/
/ Si el selector "marcha" y "halador" están en automático, se ejecutará lo siguiente
{
digitalWrite(mordaza_halador, HIGH); // Cierra la mordaza del halador
delay(tiempo_espera_mordaza_halador);
}
if (digitalRead(marcha_automatico) == HIGH and digitalRead(halador_automatico) =
= HIGH) /
/ Si el selector "marcha" y "halador" está en automático, se ejecutará lo siguiente
{
digitalWrite(compuerta_tolva, HIGH); // Abre la compuerta
delay (tiempo_grano); // Tiempo para dosificar la caída del grano
}
if (digitalRead(marcha_automatico) == HIGH and digitalRead(halador_automatico) =
= HIGH) /
/ Si el selector "marcha" y "halador" está en automático ejecutará lo siguiente
{
digitalWrite(compuerta_tolva, LOW); // Cierra la compuerta
delay(tiempo_espera_compuerta); //Tiempo para cerrar compuerta
}
if (digitalRead(marcha_automatico) == HIGH and digitalRead(halador_automatico) =
= HIGH) /
/ Si el selector "marcha" y "halador" está en automático ejecutará lo siguiente
{
digitalWrite(halador, HIGH); // El halador baja la bolsa
delay (tiempo_halador); // Tiempo de bajada del halador
}
if (digitalRead(marcha_automatico) == HIGH and digitalRead(mordazas_automatico) =
= HIGH) /
/ Si el selector "marcha" y "mordazas" está en automático ejecutará lo siguiente
{
digitalWrite(sellador_cortador, HIGH); // Se efectúa el sellado horizontal
}
delay (tiempo_sellado); //Tiempo en el que la mordaza de sellado horizontal realiza el termosellado
if (digitalRead(marcha_automatico) == HIGH and digitalRead(mordazas_automatico) =
= HIGH) /
/ Si el selector "marcha" y "mordazas" está en automático ejecutará lo siguiente

```

```

        {
        digitalWrite(sellador_cortador,LOW); // El sellador horizontal vuelve a su posición inicial
        delay (tiempo_espera_bolsa); // Tiempo de espera para que el sellado horizontal se enfríe
        }
if(digitalRead(marcha_automatico) == HIGH and digitalRead(corte_automatico) =
= HIGH and digitalRead(mordazas_automatico) =
= HIGH) // Si el selector "marcha", "corte", y "mordazas" está en automático ejecutará lo siguiente
        {
                digitalWrite(sellador_cortador,HIGH); // Se corta la bolsa
                delay (tiempo_corte); // Tiempo en el que la mordaza horizontal corta la bolsa
        }
if(digitalRead(marcha_automatico) == HIGH and digitalRead(corte_automatico) =
= HIGH and digitalRead(mordazas_automatico) =
= HIGH) // Si el selector "marcha", "corte", y "mordazas" está en automático ejecutará lo siguiente
        {
                digitalWrite(sellador_cortador,LOW); // El sellador vuelve a su posición inicial
        }
if(digitalRead(marcha_automatico) == HIGH and digitalRead(halador_automatico) =
= HIGH) /
/ Si el selector "marcha" y "halador" está en automático ejecutará lo siguiente
        {
                digitalWrite(mordaza_halador,LOW); // La mordaza del halador suelta la bolsa
                delay (tiempo_espera_mordaza_halador); // Tiempo de espera para que la mordaza suelte la bolsa
        }
if(digitalRead(marcha_automatico) == HIGH and digitalRead(halador_automatico) =
= HIGH) /
/ Si el selector "marcha" y "halador" está en automático ejecutará lo siguiente
        {
                digitalWrite(halador,LOW); // El halador vuelve a su estado inicial
        }
        delay (tiempo_espera_nueva_ejecucion); // Tiempo de espera para repetir el proceso
        }
//=====
//=====
//***** MARCHA MANUAL *****
//=====
//=====

```

```

if(digitalRead(marcha_manual) == HIGH and digitalRead(pedal) =
= HIGH ) // Si el selector "marcha" está en manual y el pedal está accionado, se ejecutará lo siguiente
    {
        digitalWrite(indicador_marcha, HIGH); /
        /Indica que la máquina está en marcha, la luz piloto verde enciende y la luz roja se apaga
if(digitalRead(marcha_manual) == HIGH and digitalRead(halador_manual) =
= HIGH) /
    / Si el selector "marcha" y "halador" está en automático, se ejecutará lo siguiente
        {
            digitalWrite(compuerta_tolva, HIGH); // Abre la compuerta
        }
        delay(tiempo_grano); // Tiempo para dosificar la caída del grano

if(digitalRead(marcha_manual) == HIGH and digitalRead(halador_manual) =
= HIGH) /
    / Si el selector "marcha" y "halador" está en automático ejecutará lo siguiente
        {
            digitalWrite(compuerta_tolva, LOW); // Cierra la compuerta
        }
        delay(tiempo_espera_compuerta);

if(digitalRead(marcha_manual) == HIGH and digitalRead(halador_manual) =
= HIGH)/
    / Si el selector "marcha" y "halador" están en automático, se ejecutará lo siguiente
        {
            digitalWrite(mordaza_halador, HIGH); // Cierra la mordaza del halador
        }

if(digitalRead(marcha_manual) == HIGH and digitalRead(halador_manual) =
= HIGH) // Si el selector "marcha" está en automático ejecutará lo siguiente
        {
            digitalWrite(halador, HIGH); // El halador baja la bolsa
            delay(tiempo_halador); // Tiempo de bajada del halador
        }

if(digitalRead(marcha_manual) == HIGH and digitalRead(halador_manual) =
= HIGH) // Si el selector "marcha" está en automático ejecutará lo siguiente
        {
            digitalWrite(mordaza_halador, LOW); // La mordaza del halador suelta la bolsa
            delay(tiempo_espera_mordaza_halador); // Tiempo de espera para que la mordaza suelte la bolsa
        }

if(digitalRead(marcha_manual) == HIGH and digitalRead(halador_manual) =
= HIGH) // Si el selector "marcha" está en automático ejecutará lo siguiente

```

```

        {
            digitalWrite(halador,LOW); // El halador vuelve a su estado inicial
        }
if(digitalRead(marcha_manual) == HIGH and digitalRead(vertical_manual) =
    = HIGH) // Si el selector "marcha" está en automático ejecutará lo siguiente
    {
        digitalWrite(sellador_vertical,HIGH); // Se efectúa el sellado vertical
    }
if(digitalRead(marcha_manual) == HIGH and digitalRead(mordazas_manual) =
    = HIGH) // Si el selector "marcha" está en automático ejecutará lo siguiente
    {
        digitalWrite(sellador_cortador,HIGH); // Se efectúa el sellado horizontal
    }
delay (tiempo_sellado); /
/ Tiempo en el que la mordaza de sellado horizontal y el sellador vertical realizan el termosellado
if(digitalRead(marcha_manual) == HIGH and digitalRead(vertical_manual) =
    = HIGH) // Si el selector "marcha" está en automático ejecutará lo siguiente
    {
        digitalWrite(sellador_vertical,LOW); // El sellador vertical vuelve a su posición inicial
    }
if(digitalRead(marcha_manual) == HIGH and digitalRead(mordazas_manual) =
    = HIGH) // Si el selector "marcha" está en automático ejecutará lo siguiente
    {
        digitalWrite(sellador_cortador,LOW); // El sellador horizontal vuelve a su posición inicial
        delay (tiempo_espera_bolsa); // Tiempo de espera para que el sellado horizontal se enfríe
    }
if(digitalRead(marcha_manual) == HIGH and digitalRead(corte_manual) =
    = HIGH and digitalRead(mordazas_manual) =
    = HIGH) // Si el selector "marcha" está en automático ejecutará lo siguiente
    {
        digitalWrite(sellador_cortador,HIGH); // Se corta la bolsa
        delay (tiempo_corte); // Tiempo en el que la mordaza horizontal corta la bolsa
    }
if(digitalRead(marcha_manual) == HIGH and digitalRead(corte_manual) =
    = HIGH and digitalRead(mordazas_manual) =
    = HIGH) // Si el selector "marcha" está en automático ejecutará lo siguiente
    {
        digitalWrite(sellador_cortador,LOW); // El sellador vuelve a su posición inicial
    }
    delay (tiempo_espera_nueva_ejecucion); // Tiempo de espera para repetir el proceso
    }
}

```

## XII. GLOSARIO

**Algoritmo.** Conjunto ordenado de operaciones sistemáticas que permite hacer un cálculo y hallar la solución de un tipo de problemas.

**Autómata.** Dispositivo que cuenta con un mecanismo interno que le permite realizar ciertos movimientos o desarrollar determinadas tareas.

**Brida.** Reborde circular en el extremo de los tubos de metal que sirve para ajustarlos unos con otros.

**Bucle.** Un bucle o ciclo, en programación, es una sentencia que ejecuta repetidas veces una parte de un código, hasta que la condición asignada a del bucle deja de cumplirse.

**Chumacera.** Pieza de metal o madera con una muesca en que descansa y gira un eje de una maquinaria.

**Embrague.** Mecanismo que permite unir o separar el eje del cambio de velocidades de un vehículo al movimiento del motor.

**Granulometría.** La medición y graduación que se lleva a cabo de los granos de una formación sedimentaria, de los materiales sedimentarios, así como de los suelos, con fines de análisis, tanto de su origen como de sus propiedades mecánicas.

**Niple.** Es pieza cilíndrica, con rosca en sus extremos, que sirve para empalmar dos tuberías de igual o distinto diámetro. La longitud del niple es normalmente especificada por la longitud total con sus filetes.

**Pasamuro.** Son sistemas de sellado que se utilizan en lugares donde se instalan cables y tuberías a través de aperturas para proteger a personas y equipos de agua, fuego, gas, arena, polvo, vibraciones, perturbaciones electromagnéticas, serpientes y roedores.

**Prensaestopa.** Es un sistema de sellado por compresión, permite realizar el sellado de algún tipo de elemento cuando dicho elemento debe pasar a través de una pared que retiene un gas, líquido o material contaminante.

