

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA



**PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA MÁQUINA
TAPONADORA DE BOTELLAS PARA EL SECTOR DE LA
MICROEMPRESA**

PRESENTADO POR:

**DANIEL ENRIQUE CAMPOS MORAGA
HÉCTOR OVIDIO HERNÁNDEZ AYALA**

PARA OPTAR AL TÍTULO DE:
INGENIERO MECÁNICO

CIUDAD UNIVERSITARIA, FEBRERO 2023

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR:

M.Sc. ROGER ARMANDO ARIAS ALVARADO

SECRETARIA GENERAL:

M.Sc. FRANCISCO ANTONIO ALARCÓN SANDOVAL

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

DECANO:

PhD. EDGAR ARMANDO PEÑA FIGUEROA

SECRETARIO:

Ing. JULIO ALBERTO PORTILLO

ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA

DIRECTOR INTERINO:

Ing. FRANCISCO ALFREDO DE LEÓN TORRES

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA**

Trabajo de Graduación previo a la opción al Grado de:
INGENIERO MECÁNICO

Título:

**PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA MÁQUINA
TAPONADORA DE BOTELLAS PARA EL SECTOR DE LA
MICROEMPRESA**

Presentado por:

**DANIEL ENRIQUE CAMPOS MORAGA
HÉCTOR OVIDIO HERNÁNDEZ AYALA**

Trabajo de Graduación Aprobado por:

Docente Asesor:

ING. RIGOBERTO VELÁSQUEZ PAZ

San Salvador, febrero 2023

Trabajo de Graduación Aprobado por:

Docente Asesor:

ING. RIGOBERTO VELÁSQUEZ PAZ

AGRADECIMIENTOS

Gracias a Dios, por haberme dado la vida, acompañado a lo largo de mi carrera, por ser mi luz en mi camino y por darme la sabiduría, fortaleza para alcanzar mis objetivos.

Quiero agradecer a mi familia que han sido el principal apoyo en momentos de flaqueza y debilidad, ya que con sus consejos, enseñanzas y tolerancia me han brindado ese respaldo incondicional para culminar esta etapa de mi vida.

Gracias a mis profesores de la carrera, por enseñarme todo lo que sé y más que eso, guiarme para ser una mejor persona y profesional. Agradecer también de manera especial a mi asesor Ing. Rigoberto Velásquez Paz, por compartir sus conocimientos y guiarme en el proceso de la presente tesis.

Agradecerles a todos mis compañeros los cuales muchos de ellos se han convertido en mis amigos y hermanos. Gracias por las horas compartidas, los trabajos realizados en conjunto y las historias vividas.

Daniel Campos

AGRADECIMIENTOS

Le doy gracias a Dios por darme la sabiduría, inteligencia y perseverancia para poder llegar a la etapa final de mi preparación académica y estar a un paso de poder obtener mi título universitario, por permitirme tener con salud a mi familia y por el apoyo brindado por ellos, y por haberme permitido relacionarme con grandes personas a lo largo de mis estudios y que me apoyaron a seguir adelante y no desistir hasta lograr el objetivo de terminar mis estudios.

Agradecer principalmente a mis padres, por estar siempre con su apoyo incondicional y motivándome a continuar y estar siempre al pendiente de mí.

A los docentes de la escuela de ingeniería mecánica de la Universidad de El Salvador, por la formación profesional y todos los conocimientos que compartieron con nosotros como estudiantes, especialmente al Ing. Rigoberto Velásquez, que como asesor de nuestro trabajo de tesis nos compartió de su experiencia y conocimiento para guiar nuestro trabajo.

Finalmente, a todos mis compañeros que conocí y con quienes tuve la oportunidad de trabajar y aprender un poco de ellos.

Héctor Hernández

PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA MÁQUINA TAPONADORA DE BOTELLAS PARA EL SECTOR DE LA MICROEMPRESA

Estudiantes: Daniel Enrique Campos Moraga, Héctor Ovidio Hernández
Ayala

Docente asesor: Ing. Rigoberto Velásquez Paz.

Escuela de Ingeniería Mecánica, Facultad de Ingeniería y Arquitectura,
Universidad de El Salvador.

RESUMEN

En el presente trabajo se ha realizado una propuesta de diseño de una máquina que compone la etapa de taponado de envases para un proceso de envase de líquidos, con el objetivo que esta máquina brinde confiabilidad y presente un alto rendimiento y versatilidad para trabajar con diferentes capacidades y presentaciones de envases para lograr cubrir un amplio rango de necesidades en el campo, esta máquina está fabricada con materiales que pueden ser obtenidos en el mercado nacional, con costos de fabricación y mantenimiento bajos, para maximizar su competitividad en el rubro de envasado de líquidos. Se determinó el modelo de máquina de taponado que mejor se adapte a los objetivos de rendimiento esperados para lo cual se estudió diferentes tipos de máquinas, mecanismos de transporte y procesos de taponado de envases, se presenta los criterios para seleccionar de catálogos de fabricantes los elementos que la componen, y para los que se deben fabricar, se presentan los cálculos para el diseño de los elementos más importantes, se presenta el presupuesto detallado de los elementos y

materiales que se necesita para su fabricación, y finalmente se presentan manuales de montaje, operación y mantenimiento, para obtener el funcionamiento correcto y garantizar la seguridad del operador.

CONTENIDO

Introducción	1
1.0 Fundamentos y marco teórico.....	2
1.1 Marco teórico.....	2
1.2 Máquinas de taponado	2
1.2.1 Taponadora manual.....	3
1.2.2 Taponadora semiautomática.....	4
1.2.3 Taponadora automática	5
1.3 Mecanismo de transporte.....	6
1.3.1 Transportadoras de banda	6
1.3.2 Transportadora de rodillos	7
1.3.3 Transportadora de placas articuladas	8
1.4 Sistema de alimentación de taponés	9
1.5 Tendencias del envasado	10
1.5.1 La carrera de los plásticos	10
1.5.2 La protección del vidrio	12
1.5.3 Impresión en relieve de latas.....	12
1.5.4 Cajas, barriles, bag in box.....	13
1.5.5 Novedades en maquinaria y equipo	14
1.6 Formas de envasado	14
1.7 Formas de llenado de productos líquidos.....	18
1.8 Alimentación de tapas	18
1.8.1 Alimentador de plato vibratorio.....	20
1.8.2 Alimentador centrífugo.....	21
1.8.3 Alimentador centrífugo de plato giratorio.....	22
1.8.4 Alimentador de escalera.....	24
1.9 Colocación de tapas	25
1.9.1 Proceso ‘pick & place’	25
1.9.2 Distribución en demanda	26
1.10 Tapado de botellas.....	27
1.10.1 Cilindros neumáticos (press-cappers).....	27
1.10.2 Banda inclinada (snap-cappers).....	27
1.11 Sistema de control.....	28
1.11.1 Microcontrolador.....	28

1.11.2 Componentes electrónicos externos.....	29
1.11.3 Fuente de alimentación.....	30
1.11.4 Resistencias.....	30
1.11.5 Potenciómetro.....	31
1.11.6 Capacitor.....	31
1.11.7 Transistor.....	31
1.11.8 Oscilador.....	32
1.11.9 Botón pulsador.....	33
1.11.10 Relé.....	33
1.11.11 Lenguaje de programación y compilación.....	33
1.11.12 Interfaz de potencia.....	34
1.12 Válvulas.....	35
1.12.1 Electroválvula.....	35
1.12.2 Sensores.....	36
1.12.3 Sensor inductivo.....	36
1.12.4 Sensor capacitivo.....	37
1.12.5 Sensor óptico.....	38
1.12.6 Subsistema electromecánico de avance.....	38
1.13 Software.....	38
1.13.1 Solidworks.....	39
1.13.2 Fluidsim.....	41
1.13.3 Programación en STEP.....	42
2.0 Estudio de las alternativas y propuesta de diseño.....	44
2.1 Estudio de alternativas.....	45
2.1.1 Consideraciones para definir las características esperadas de la solución.....	45
2.1.2 Parámetros para el diseño de la máquina.....	45
2.1.3 Elementos del diseño conceptual.....	46
2.1.4 Características de los envases.....	47
2.1.5 Características de los tapones.....	47
2.1.6 Planteamiento de alternativas.....	48
2.1.7 Evaluación de las alternativas.....	51
2.1.8 Selección del surtidor de tapones.....	55
2.1.9 Colocación de tapones.....	60
2.1.10 Posicionamiento de las botellas.....	60
2.1.11 Tapado de botellas.....	61
2.1.12 Sistema de control.....	61

2.2 Propuesta de diseño de la solución.....	63
2.2.1 Sistema de transporte.....	63
2.2.2 Selección de banda transportadora	63
2.2.3 Determinación de la velocidad de la banda	64
2.2.4 Selección de piñón.....	69
2.2.5 Diseño del eje de transmisión	70
2.2.5.1 Selección de motor.....	71
2.2.5.2 Carga total a mover	71
2.2.5.3 Torque resistivo	73
2.2.5.4 Torque de aceleracion.....	74
2.2.5.5 Torque del motor	75
2.2.5.6 Análisis a fatiga del eje.....	75
2.2.6 Selección de cojinetes	80
2.2.7 Análisis de selección de material para soportes de la banda.....	82
2.2.8 Cálculo de dimensiones de ensamble de banda transportadora	85
2.3 Sistema de alimentación y colocación de tapones.	87
2.3.1 Tipos de alimentadores	87
2.3.2 Propuesta de diseño de alimentador	87
2.3.2.1 Propuesta de diseño de tolva.....	88
2.3.2.2 Propuesta de diseño de disco colocador.	90
2.3.2.3 Selección de motor para disco colocador	90
2.3.2.4 Diseño de eje del alimentador	92
2.4 Diseño de estructuras de soporte.....	93
2.4.1 Estructura de soporte de banda transportadora	93
2.4.2 Estructura de soporte de alimentador de tapones	94
2.4.3 Estructura de soporte de roscador.....	95
2.5 Diseño del sistema neumático.....	95
2.5.1 Descripción del sistema	95
2.5.2 Funcionamiento del sistema	97
2.5.3 Selección de los elementos de sistema neumático.....	98
2.5.3.1 Selección de cilindros neumáticos de la banda transportadora	98
2.5.3.2 Selección de cilindro neumático del alimentador de tapones.....	100

2.5.3.3 Selección de cilindros neumáticos del roscador.....	101
2.5.3.4 Selección de servomotor	101
2.5.3.5 Selección de cilindro actuador de roscado	102
2.5.3.6 Adaptador para roscar.....	104
2.5.3.7 Selección de las válvulas neumáticas.....	104
2.5.3.8 Selección de unidad F.R.L.....	106
2.6 Diseño del sistema eléctrico.....	106
2.6.1 Diagrama de conexión de motores.....	107
2.6.2 Diagrama de conexión eléctrica de motor de banda transportadora.	107
2.6.3 Diagrama de conexión eléctrica de motor de alimentador de tapones.	108
2.6.4 Diagrama de ciclo continuo de operación.....	108
2.6.5 Diagrama eléctrico de potencia	109
2.7 Sistema de control.....	110
2.7.1 Selección del controlador lógico programable plc	110
2.7.2 Diagrama ladder del ciclo continuo de operación.....	111
2.7.2.1 Variables utilizadas por el sistema de control.	111
2.7.2.2 Diagrama ladder del sistema	113
2.7.2.3 Diagrama ladder del ciclo continuo de operación	114
2.7.2.4 Diagrama ladder del circuito de fuerza	115
3.0 Estimación de Costos.....	117
3.1 Costos directos	117
3.1.1 Costo de materiales.....	118
3.1.2 Costo de mano de obra	125
3.2 Costos indirectos	127
3.3 Costo total de la máquina taponadora	128
Conclusiones	129
Bibliografía	130
ANEXO A. Planos.....	134
ANEXO B. Manuales.....	171

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Enroscado Manual de Tapas ERM	4
Figura 2. Enroscador semiautomático ERS.....	5
Figura 3. Enroscador automático ERS	6
Figura 4. cinta transportadora EBS 40	7
Figura 5. Transportadores de rodillos motorizados.....	8
Figura 6. Transportadores de placas articuladas	8
Figura 7 Sistema de alimentación de tapones de plástico a baja velocidad, Aidlin 12	9
Figura 8. Polietileno Tereftalato, comúnmente llamado plástico PET.....	11
Figura 9. Envases de aluminio y hojalata.....	13
Figura 10. Embalaje Bag-in-Box	14
Figura 11. Máquina rotativa modelo compact isobárica 5	17
Figura 12. Llenadora lineal automática.....	17
Figura 13. Composición estándar del sistema alimentador de partes.....	20
Figura 14: Alimentador de plato vibratorio.....	20
Figura 15: Alimentador centrífugo.....	22
Figura 16: Partes de las tapas.....	22
Figura 17: Alimentador centrífugo de plato giratorio	23
Figura 18. Alimentador de escalera	24
Figura 19. Proceso ‘Pick & Place’	25
Figura 20. Dispositivo de enganche	26
Figura 21. Balancín.....	26
Figura 22. Fotografía de algunos microcontroladores de la empresa Microchip	29
Figura 23. Ejemplos de resistencias eléctricas	30
Figura 24. Potenciómetros rotatorios	31
Figura 25. Transistor.....	32
Figura 26. Oscilador.....	32

Figura 27. Relé electromagnético	33
Figura 28. Tarjeta interfaz de potencia con relevador Ich	34
Figura 29. Electroválvulas PARKER LUCIFER	36
Figura 30. Sensor de proximidad inductivo	37
Figura 31. Sensor capacitivo	38
Figura 32 Diagrama de programación STEP 7	44
Figura 33. Esquema previo de la máquina tapadora	48
Figura 34. Esquema previo de la máquina tapadora	49
Figura 35. Esquema previo de la máquina tapadora	50
Figura 36. Bosquejo de la máquina a diseñar.....	62
Figura 37. Cadena de tablillas plásticas POM D uni831	64
Figura 39. Diagrama de cuerpo libre para análisis de volteo	67
Figura 40. Piñón de poliamida bipartido.....	70
Figura 41. Diagrama de cuerpo libre para eje conductor	76
Figura 42. Diagrama de momento flector y fuerza cortante en eje conductor	77
Figura 43. Dimensiones básicas de rodamiento	81
Figura 44. Diagrama de carga distribuida en el soporte de la banda.....	82
Figura 45. Diagrama de momento flector máximo del soporte.....	83
Figura 46. Dimensiones del soporte en C de la banda	85
Figura 47. Distancia entre centros de piñones.....	85
Figura 48. Diagrama de la banda y los ejes.....	86
Figura 49. Tolva de alimentador rotatorio	88
Figura 50. Estructura de soporte de tolva.....	89
Figura 51. Tolva y soporte de tolva acoplados.....	89
Figura 52. Disco colocador	90
Imagen 53. Motor reductor DC 6rpm a 24V	92
Figura 54. Eje del alimentador.....	93
Figura 55. Estructura de soporte de banda transportadora	94

Figura 56. Soporte de alimentador de tapones	94
Figura 57. Soporte de conjunto roscador.	95
Figura 58. Diagrama de la descripción del sistema.....	96
Figura 59. Diagrama del funcionamiento del sistema.....	97
Figura 60. Cilindro neumático con 60mm de carrera.....	99
Figura 61. Mini cilindros que sujetaran el envase para evitar que giren	100
Figura 62. Cilindro neumático con 60mm de carrera.....	101
Figura 63. Motor neumático del roscador	102
Figura 64. Esquema del cabezal que enroscara las botellas	104
Imagen 65. Válvula 5/2 biestable.....	105
Imagen 66. Bases de montaje en bloque para electroválvulas.	106
Figura 67. Diagrama eléctrico de motor de banda transportadora	107
Figura 68. Diagrama eléctrico de motor del alimentador.....	108
Figura 69. Diagrama eléctrico de ciclo continuo	109
Figura 70. Diagrama eléctrico de potencia.....	110
Figura 71. Variables del sistema de control	112
Figura 72. Esquema de conexión del PLC	113
Figura 73. Diagrama ladder del ciclo continuo de operación.....	115
Figura 74. Diagrama ladder del circuito de fuerza.....	116

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Asignación de ponderación.....	52
Tabla 2. Ponderación de criterios	53
Tabla 3. Ponderación lineal	53
Tabla 4. Cálculos de score para cada alternativa	54
Tabla 5. Esquema de solución para la matriz de criterios ponderados	58
Tabla 6: Evaluación del peso específico de cada criterio para la alimentación de tapas	58
Tabla 7. Evaluación del peso específico del criterio versatilidad	58
Tabla 8. Evaluación del peso específico del criterio espacio.....	59
Tabla 9. Evaluación del peso específico del criterio Durabilidad.....	59
Tabla 10. Evaluación del peso específico del criterio Mecánica.	59
Tabla 11. Cálculo total de las alternativas con respecto al peso de cada criterio.....	60
Tabla 13. Costo de materiales de la estructura	118
Tabla 14. Costo de materiales del sistema de transporte	121
Tabla 15. Costo de materiales del sistema neumático	122
Tabla 16. Costo de materiales del sistema de control.....	124
Tabla 17. Costo de materiales.....	125
Tabla 18. Costos de mano de obra.....	125
Tabla 19. Costos indirectos	128
Tabla 20. Costo total.....	128

ÍNDICE DE SÍMBOLOS

a_e	Aceleración máxima que no ocasiona deslizamiento
b	Base del perfil de soportes
B_p	Ancho del piñón
C	Distancia entre centros de los piñones
C_c	Carga dinámica sobre el cojinete
D_e	Diámetro del eje
D_{en}	Diámetro del envase
D_p	Diámetro del piñón
F_e	Carga equivalente
F_N	Fuerza causada por el peso del envase
F_r	Fuerza de rozamiento entre banda y soporte
F_p	Fuerza transmitida por el eje
F_s	Fuerza producida por la fricción
F_v	Fuerza de volteo de envase
g	Aceleración producida por la fuerza de gravedad
h	Ancho del perfil de soportes
h_e	Altura del envase
I_e	Inercia del eje
I_m	Inercia del motor
I_t	Inercia total de los envases
I_p	Inercia del piñón

L_e	Longitud del eje
K	Factor de tipo de cojinete
K_a	Factor de acabado superficial
K_b	Factor de tamaño
K_c	Factor de carga
K_d	Factor de temperatura
K_e	Factor de efectos diversos
L_c	Longitud de la cadena
m_{cad}	Masa total de la cadena
M_{disc}	Masa del disco colocador
m_e	Masa del envase de 3 l
m_{e0}	Masa del envase 250 ml vacío
m_{e10}	Masa del envase 250 ml lleno
m_{el}	Masa del envase 3 l lleno
m_{liq}	Masa del líquido contenido en envase 3 l
M_{max}	Momento flector máximo
m_{te}	Masa total de envases
M_a	Momento producido por las reacciones alrededor del punto A
M_m	Masa del servomotor
M_p	Masa del acople del cilindro con el servomotor
M_r	Masa del adaptador de roscado
M_t	Masa total concentrada sobre la banda

NP	Número de eslabones de cadena
n	Régimen de giro del cojinete
ρ_e	Densidad de material del eje
ρ_p	Densidad del material del piñón
P_m	Potencia transmitida por el eje
R_{ax}, R_{ay}	Reacciones en el punto A del eje
R_{bx}, R_{by}	Reacciones en el punto B del eje
r_n	Radio neto de los piñones
r_{ij}	Rating de la alternativa j en función de la alternativa i
rpm	Revoluciones por minuto
t	Espesor del material para los soportes
σ_a	Esfuerzo axial
σ_{ea}	Esfuerzo equivalente alterno
σ_{em}	Esfuerzo equivalente medio
σ_{perm}	Esfuerzo permisible en los soportes
s_j	Score para alternativa j
S'_n	Límite de resistencia a la fatiga teórico
S_f	Factor de seguridad
S_{min}	Módulo mínimo de sección transversal
S_n	Límite de resistencia a la fatiga real
S_{ut}	Esfuerzo último
τ	Esfuerzo cortante

T_a	Torque de aceleración
T_m	Torque del motor
T_{mot}	Torque del motor del alimentador
T_r	Torque de resistencia
t_a	Tiempo de aceleración
tpm	Tapones por minuto
μ_s	Coefficiente de fricción estática
μ_1	Coefficiente de fricción entre banda y soportes
V_b	Velocidad máxima permitida en la banda
ω	Velocidad angular
V	Factor de cojinete
W	Carga sobre los soportes de la banda
W_d	Carga distribuida sobre los soportes de la banda
W_{cad}	Peso total de la cadena
W_r	Peso a mover por el cilindro del roscador
W_T	Peso total sobre la banda
w_{ce}	Peso de envases llenos sobre la banda
w_{e0}	Peso del envase
w_{el0}	Peso del envase lleno
w_i	Ponderación para cada criterio i
X_b	Distancia recorrida por el envase en tiempo de aceleración

INTRODUCCIÓN

La optimización de los tiempos de operación en cualquier tipo de microempresa es fundamental para poder seguir compitiendo dentro de su segmento de mercado, es por eso que constantemente se está buscando cuáles son aquellas áreas donde se puede mejorar la producción.

Una de muchas mejoras que se pueden realizar, es la automatización de procesos manuales, en la cual se reducen los tiempos de los procesos y se reduce la mano de obra, debido a que un equipo automático o semiautomático necesita menos intercesión humana para operar a diferencia de un equipo manual donde la realización de una determina actividad depende por completo de la habilidad del operador.

Por ello, se plantea el diseño de una máquina automática para el taponado de botellas PET, con aplicación en la pequeña microempresa donde la producción no es demasiado elevada. Este equipo les permitirá reducir el tiempo del taponado, lo que a su vez agilizará el proceso de producción.

El equipo se diseñará con base en las condiciones de baja producción de una microempresa, por tanto, se estima que su costó no sea un impacto demasiado grande para una microempresa, sin embargo, el equipo debe cumplir con todas las normas de sanidad establecidas por las autoridades competentes, por lo que será fabricado en acero inoxidable y de operación neumática.

1.0 FUNDAMENTOS Y MARCO TEÓRICO

Si nos remontamos a los orígenes, casi 10.000 años atrás, fue en el paleolítico (época de cazadores y recolectores) cuando el hombre evolucionó y comenzó a utilizar materiales provenientes de la naturaleza y los animales como pieles y vejigas para almacenar y contener bienes como agua y comida. A partir de entonces, se empezaron a crear los canastos, más próximos a los envases que se usan hoy en día y que podrían dibujar su línea evolutiva hasta la enorme variedad de envases modernos.

1.1 MARCO TEÓRICO

En la actualidad, se han desarrollado dispositivos y máquinas que facilitan la tarea de taponado de envases PET, con la finalidad de estandarizar, mejorar y aumentar el volumen de producción de pequeñas empresas que como parte de su proceso productivo envasan líquidos, al modernizar y automatizar parcial o totalmente el proceso de taponado.

Asimismo, se optimizan los tiempos en los que se realiza dicha tarea, cubriendo de mejor manera una posible creciente demanda del producto elaborado, ya que el proceso manual de taponado implica un mayor tiempo de ejecución, y por tanto un mayor tiempo en el proceso de producción.

Existen diferentes tipos de máquinas para cubrir este proceso, se presentan acá algunas de las que presentan mayor auge en la actualidad.

1.2 MÁQUINAS DE TAPONADO

Las máquinas taponadoras también se denominan taponadoras. Se utilizan para la aplicación de tapones roscados de plástico y metal, así como tapones a presión de plástico, algunos accesorios y algunos tipos de tapones.

Las máquinas taponadoras difieren en términos de aplicaciones y características.

Algunas taponadoras están diseñadas para operaciones de envasado industrial o general. Otros diseñados para aplicaciones agrícolas, químicas, cosméticas o de procesamiento de alimentos y bebidas.

1.2.1 TAPONADORA MANUAL

Este tipo de máquina se presenta en la figura 1, cuenta con un cabezal de enroscado manual para trabajo pesado, la tecnología de este equipo está basado en el roscador neumático de arranque automático cuando se ejerce presión en la tapa, posee un control de torque ajustable, usualmente de 10 a 25 libras pulgada con un control de torque de paro automático que limita la fuerza aplicada al cierre de la tapa, con resortes intercambiables, reversible puede tener o no lubricación.

Cuenta con un sistema de montaje giratorio que facilita el acople de este a un pedestal de equipo de envasado o también un poste para acoplarse a mesas o sistemas de transportes existentes, cuenta también con un sistema de balancín que permite suspenderlo ajustando la altura de este sobre los envases, de esta manera se libera las manos del operador cuando no está en uso.

Posee un juego de dos tipos de adaptadores en acero inoxidable, estriado interior fabricado especialmente para tapas desde 18 hasta 55 mm usualmente, que pueden ser intercambiados fácilmente dependiendo de la necesidad de la producción. La capacidad de producción dependiendo de la habilidad del operador es para colocar la tapa y apretarla puede ser hasta 30 botellas por minuto.

Esta máquina es un complemento ideal para envasadoras manuales semiautomáticas o automáticas lineales de hasta 8 boquillas.



*Figura 1. Enroscado Manual de Tapas ERM
Fuente: <https://equitek.com.mx/tapadora-erm>*

1.2.2 TAPONADORA SEMIAUTOMÁTICA

Este tipo de máquina se presenta en la figura 2, cuenta con un cabezal de enroscado para trabajo pesado de operación neumática, montado en un actuador neumático el cual cuenta con un sistema de trampas para captar el envase con la tapa presentada y enroscar esta con el torque adecuado, el mismo que es controlado por medio de un arranque automático cuando el roscador es presionado contra la tapa y un control de torque de paro automático que limita la fuerza aplicada al cierre de la tapa.

La función del operador es colocar la tapa sobre el envase, cuando este entra sobre el sistema de enroscado un sensor detecta el envase y cierra dos trampas, una en la parte inferior para evitar que el envase gire y otra en el cuello del envase, para evitar que este colapse por la fuerza del cabezal de enroscado, una vez que la tapa es enroscada las trampas se abren y liberan el envase.

La capacidad de operación es de aproximadamente 40 envases por minuto. Posee un juego de diferentes tipos de adaptadores en acero inoxidable, estriado inferior,

fabricado especialmente para tapas 10 hasta 55 mm de diámetro. Posee un torque ajustable de 10 a 25 libras pulgada dependiendo del tipo de envase que se esté trabajando. Este equipo es ideal para envasadoras semiautomáticas o envasadoras lineales automáticas de 4, 6 y 8 boquillas. El control del equipo se da por medio de un sensor fotoeléctrico inteligente, o sincronizado con el PLC del equipo de envasado. [1]



Figura 2. Enroscador semiautomático ERS
Fuente: <https://equitek.com.mx/tapadora-ers/>

1.2.3 TAPONADORA AUTOMÁTICA

Este equipo es adecuado para aplicaciones en industria alimenticia, posee un cabezal de enroscado para trabajo pesado, se encuentra montado en un actuador de operación neumática, además posee un sistema de trampas para captar el envase, posee un mecanismo de tambor rotatorio para colocar la tapa en la posición correcta y por medio de unas guías las tapas son colocadas en la botella, que se encuentra controlado por un mecanismo con motor, controlador PLC, cilindros neumáticos y motores neumáticos, la operación de alimentación de envases, tapones es automatizado en su totalidad y no requiere de la participación de personal, este tipo de máquina se muestra en la figura 3.



*Figura 3. Enroscador automático ERS
<https://equitek.com.mx/tapadora-ers-ct/>*

1.3 MECANISMO DE TRANSPORTE

Como parte de las máquinas de taponado, tanto manuales como automáticas, requieren de un sistema que permita llevar los envases a las etapas correspondientes en el proceso de envasado de líquidos, en este aspecto para evitar que los envases sean movidos por personas, se ha optado por utilizar sistemas como bandas transportadoras, sistemas de transporté mediante rodillos, o bandas transportadoras compuestas por tablillas metálicas, a continuación se explica en que consiste cada uno de estos mecanismos.

1.3.1 TRANSPORTADORAS DE BANDA

El funcionamiento de una banda transportadora es muy simple, consiste un transportador con poleas entre los que circulan materiales de forma continua. La polea motriz es aquella la cual está motorizada y es la que permite que el material de la cinta se mueva hacia delante. La velocidad y la capacidad de carga varía en función del material a desplazar como de la calidad y componentes de la cinta

transportadora en cuestión. Por lo general, las bandas transportadoras se utilizan para mover cajas, envases, envoltorios o productos a granel, en la figura 4 se muestra este tipo de banda transportadora.

Dentro de una máquina taponadora de envases, esta se encarga de traer los envases desde una fase previa (en este caso sería etapa de llenado de los envases) hacia el cabezal de taponado que se encargara de poner el tapón en el envase de la forma requerida por el proceso.



Figura 4. cinta transportadora EBS 40

Fuente: <https://irp-intralogistica.com/que-son-las-bandas-transportadoras/>

1.3.2 TRANSPORTADORA DE RODILLOS

El transporte por rodillos se presenta en la figura 5, este tipo de transporte es adecuado para envases medianos a altos, y para aplicaciones con acumulación de producto, la tracción de los rodillos es producida por la fricción de estos, con una correa en “V” que está ubicada por debajo de estos.

La presión de la correa con los rodillos puede ser regulada por medio de una tuerca de ajuste manual. Su estructura es de acero de bajo carbono, con un acabado de pintura, recubiertos con tratamiento de zinc, el movimiento está dado por un sistema piñón y cadena, las guías son regulables en ancho y altura.



Figura 5. Transportadores de rodillos motorizados

Fuente: <https://www.lpconveyors.com/transporte-y-manutencion/transportadores-de-rodillos/>

1.3.3 TRASPORTADORA DE PLACAS ARTICULADAS

Las plantas transportadoras de placas articuladas poseen una superficie uniforme que permite el traslado de productos, utilizadas principalmente para envases de vidrio y plástico. Las placas pueden ser de plástico o de acero, generalmente utilizados en una línea de llenado de media o alta capacidad su principal función es el traslado de producto de una estación a otra, incluso dentro de un mismo equipo, de esta manera se evita el contacto del operador con el producto. Por su alta eficiencia este tipo de transporte es utilizado principalmente en la industria alimenticia. Este sistema de transporte es diseñado para utilizar o no un sistema de control eléctrico independiente para su operación, este tipo de banda transportadora se presenta en la figura 6.

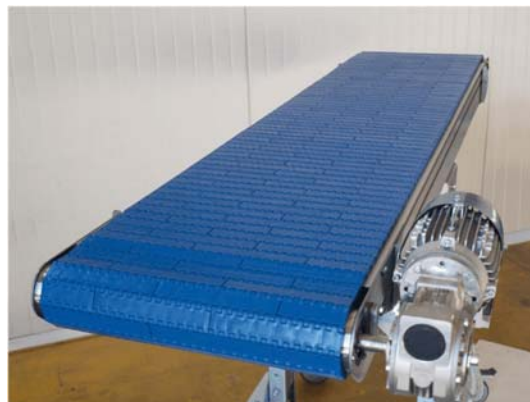


Figura 6. Transportadores de placas articuladas

Fuente: <https://www.dega-plastics.com/es/productos/dega-automacion>

1.4 SISTEMA DE ALIMENTACIÓN DE TAPONES

En la actualidad se han desarrollado sistemas de alimentación de los tapones que sellaran los envases con líquido, en el pasado se realizaba de forma manual la colocación y roscado de los tapones, en los sistemas semiautomáticos, se colocan los tapones de forma manual y se roscan de forma automática por la máquina, los sistemas de alimentación de tapones más modernos permiten la colocación de los tapones a granel en un recipiente, y el sistema de alimentación de tapones los coloca de tal forma que irán siendo colocados automáticamente en la boca de los envases y luego serán roscados por la máquina, en la figura 7 se presenta un alimentador de tapones de tipo escalera.



*Figura 7 Sistema de alimentación de tapones de plástico a baja velocidad, Aidlin 12
Fuente: <https://www.sidel.com/es/transporte/sistema-de-alimentacion-de-tapones>*

1.5 TENDENCIAS DEL ENVASADO

Un producto bien envasado es aquel que además de estar bien protegido, hace su aporte para optimizar las ventas. Cada producto tiene una necesidad, y el mercado de las bebidas ofrece muchas opciones innovadoras y creativas.

Dependiendo del tipo de producto, más de dos tercios de las compras se deciden en la misma tienda. Allí es donde la marca deberá estar todavía más presente en el futuro para destacarse de la competencia y atraer el interés del consumidor.

En el caso de las bebidas surgen cada vez más posibilidades de diseñar envases originales, partiendo de la marca y del producto: los fabricantes de bebidas pueden variar su forma y color o decorarlos con etiquetas impresas. Además, hay un campo creativo para los envases como segundo emplazamiento, envases de regalo, multipacks o envases con valor añadido.

Para cada material, hay novedades específicas en cuanto a seguridad, posibilidades de impresión y otros recursos que permiten mejorar el aspecto del producto, pero además reducir costos durante su fabricación. [2]

1.5.1 LA CARRERA DE LOS PLÁSTICOS

En el ámbito de los plásticos, los envases PET son los absolutos ganadores para el llenado en envases desechables. Según la empresa de estudios de mercado Euromonitor, el número de envases PET producidos en 2009 fue 350.000 millones de unidades al año en todo el mundo. Así pues, será de crucial importancia fabricarlos lo más rentablemente posible.

Una tendencia importante en las botellas PET es la reducción del peso y, por ende, el ahorro de material, y esto incluye tanto fabricantes de preformas como fabricantes de máquinas. Una reducción del material, particularmente en el asa para transportar las botellas, puede aportar un ahorro de costes considerable en la compra del

material.

Además, los envases PET presentados en la figura 8 son cada vez mayores. Sobre todo, en los mercados de América del Sur, del Norte y de América Central, están muy solicitadas las botellas PET de más de 3 litros para envasar bebidas sin alcohol. Al mismo tiempo se registra en muchos países un auge del mercado de garrafas PET de agua de 5 a 20 litros para uso en oficinas, tiendas y el hogar.

Así pues, mientras el PET sigue cosechando éxito, hay una serie de segmentos como el de la leche y los productos lácteos, para los que resultan interesantes otros materiales plásticos como el HDPE o el LDPE. Al mismo tiempo se están desarrollando nuevos materiales de envase, solicitados también por los consumidores, como los “bioplásticos” o plásticos biodegradables, basados por ejemplo en almidón (PHA) o ácido láctico (como PLA).

Por otro lado, los clientes han descubierto últimamente las ventajas de los envases en forma de bolsa (pouches). Su principal punto a favor es el reducido consumo de material de envase, lo que aporta no solo claras ventajas ecológicas y económicas, sino también una reducción de los costes de material y de transporte. Los expertos calculan que el crecimiento del envase de bolsa registrará un 10 por ciento anual. En el ámbito de las bebidas sin alcohol y aguas minerales puede apreciarse un fuerte interés por los cierres más sencillos y económicos. [2].



Figura 8. Polietileno Tereftalato, comúnmente llamado plástico PET
Fuente: <https://www.puntoqpack.com/blog/tipos-de-plasticos-alimentarios-seguros-n49>

1.5.2 LA PROTECCIÓN DEL VIDRIO

El vidrio es un material que sigue destacando por su enorme resistencia mecánica y química. El importante papel que desempeña en la industria de las bebidas y la alimentación se debe a su propiedad de barrera.

El creciente número de consumidores concienciados ecológicamente está generando una tendencia a largo plazo que afecta a todos los ámbitos de la vida. Las exigencias de estos consumidores se centran en los productos y los envases por igual, y es de esperar que el vidrio se beneficie muy especialmente de este movimiento en el sistema de valores. Así pues, los fabricantes que utilicen envases de vidrio seguirán teniendo a largo plazo grandes oportunidades en el mercado. [2]

1.5.3 IMPRESIÓN EN RELIEVE DE LATAS

Las latas de bebidas son ligeras, pueden apilarse fácilmente, son irrompibles y fáciles de abrir, convencen por la larga conservación de los productos y sus excelentes propiedades de reciclado. Gracias a su potencial técnico son idóneas como instrumento para introducir en el mercado productos innovadores. La posibilidad de impresión en relieve, por ejemplo, hace de la lata una experiencia háptica, este tipo de envases se presentan en la figura 9.

También en las latas de bebidas la tendencia apunta a una reducción del peso. El de una lata de hojalata asciende a tan solo 22 g. Las latas de aluminio de un espesor de 0,25 mm pesan incluso solo 11 g. El mecanismo de apertura, las posibilidades de decoración con revestimientos y técnicas de impresión en relieve, la utilización de la tecnología widget, por ejemplo, con contenido de nitrógeno para optimizar la espuma en las latas de cerveza, o el etiquetado de las tapas permiten a la lata una presentación inconfundible.

Otra aplicación interesante es la impresión digital para diseñar individualmente las latas redondas. Todas estas posibilidades se estiman muy especialmente en los supermercados de bebidas. [2]



*Figura 9. Envases de aluminio y hojalata
Fuente: <https://sialenvasemetalico.com/benefits.html>*

1.5.4 CAJAS, BARRILES, BAG IN BOX

La caja de botellas es un elemento importante en la comercialización de bebidas en envases retornables. Cajas de diferentes tamaños y versiones son robustos sistemas de transporte de envases retornables utilizados en muchos mercados. La identificación de los mercados está directamente relacionada con una óptica de calidad de la caja, estos envases se presentan en la figura 10.

También se aprecian avances en los barriles: el mercado presenta una reducción del volumen, tamaños más manejables y sistemas integrales. Un nuevo y práctico sistema de envasado en barril incluye, por ejemplo, una instalación completa de surtidor y barril retornable con ácido carbónico integrado. Así puede prescindirse de limpiar los conductos de cerveza. Este nuevo sistema resulta idóneo para su uso en hoteles, pequeñas instalaciones gastronómicas y eventos.

Otro envase que está imponiéndose a gran velocidad, particularmente para envasar vino y zumos de frutas, es el bag in box, que permite prolongar la caducidad sin añadir conservantes. [2]



Figura 10. Embalaje Bag-in-Box

Fuente: <https://www.smurfitkappa.com/es/products-and-services/bag-in-box>

1.5.5 NOVEDADES EN MAQUINARÍA Y EQUIPO

En máquinas combinadas de conformado, llenado y cerrado pueden realizarse latas de láminas de plástico que últimamente se están utilizando también para envasar bebidas. La impresión personalizada de la lámina se realiza de forma digital. Estas latas son ligeras y fáciles de transportar: solo se requieren cuatro gramos de material para un envase de 200 ml. Son especialmente idóneas para envases de eventos y representan una bolsa verdaderamente flexible que alcanza una elevada rigidez gracias a su forma cilíndrica. [2]

1.6 FORMAS DE ENVASADO

Las envasadoras con las que llenamos las botellas primarias de líquidos, las podemos dividir en rasgos muy generales, aunque siempre sabemos que existen casos especiales, en varias categorías según su estructura, según su forma de trabajo, según la producción que deseamos, según el producto que vamos a

envasar, entre otros.

Quizás el punto más determinante a la hora de comenzar a hablar de una envasadora sea la producción que deseamos obtener.

Las llenadoras rotativas (figura 11) se utilizan para empresas con grandes producciones en cambio las lineales (figura 12) se utilizan en medianas y pequeñas empresas. El motivo es muy sencillo y aunque cualquier producción es posible conseguirla dependiendo del número de grifos, la llenadora rotativa tiene una ventaja, en cuanto a la producción, frente a la lineal y es que con igual número de grifos no existen tiempos muertos de espera mientras se van los envases llenos y entran los vacíos; pero en pequeñas y medianas empresas es preferible utilizar la envasadora lineal por su menor costo, a la vez satisface a las necesidades de producción para dichas empresas.

También hay que saber elegir muy bien el envase que queremos llenar y tener en cuenta todos los factores que afectan para el envasado. Según el tipo de producto, la forma del envase está más condicionada por su función física, estética, expresiva o simbólica. Aunque el envase debería ser un simple contenedor de producto, todos los factores antes expuestos deben ser tomados en cuenta para la elección de este:

- Forma del Envase. - En una envasadora lineal es más fácil realizar el llenado en cualquier envase porque los ajustes en anchura y altura son más flexibles que en una rotativa, que hay que fabricar estrellas específicas para cada tipo de envase y cuando el envase no es redondo puede crear complicaciones en el llenado.
- Tamaño de la boca del envase. - Muchas veces es el mercado el que marca un estilo o moda, pero en la medida de lo posible es aconsejable que la boca sea lo más ancha posible, porque será más rápido el envasado y se consigue

una mayor producción.

- Elementos que incorpora el envase. - Como por ejemplo asas que puedan interferir en el llenado, o que el envase tenga la boca desplazada del centro, hecho que forzará a posicionar el envase en una dirección de manera obligatoria.

Otro de los elementos a tener en cuenta a la hora de envasar es el tipo de producto, y aquí también se pueden encontrar varias categorías:

- Productos Alimenticios. - En este caso son las normativas legales impuestas por el ente regulador, en cuanto a los materiales elegidos para la construcción de la maquinaria.
- Productos Líquidos con mayor o menor densidad. - La densidad del producto a envasar es también un factor determinante a la hora de elegir la maquinaria de envasado.
- Productos Corrosivos. - Se debe emplear materiales especiales que soporten la corrosión como son plásticos técnicos como el PVC, el Polipropileno o el Polietileno.
- Productos Deflagrantes. - Con este tipo de productos se debe trabajar con materiales específicos y también siguiendo la normativa dictada desde el ente regulador para cumplir con todas las medidas de seguridad.
- Productos Espumantes. - En ocasiones, sobre todo para el envasado de productos químicos, se añade lo que se denomina materia activa, como perfumes, colorantes, etc. Este tipo de productos suele generar espuma, bien por la presión de salida al golpear con el envase, o bien por el contacto con

el aire, también al mezclar productos por agitación.



Figura 11. Máquina rotativa modelo compact isobárica 5

Fuente: <http://www.llenadorasdecerveza.com/llenadora-de-cerveza-máquina-rotativa-modelo-compact-isobarica-5/detalle>



Figura 12. Llenadora lineal automática

Fuente: <https://astimec.net/producto/llenadora-lineal-automatica/>

1.7 FORMAS DE LLENADO DE PRODUCTOS LÍQUIDOS

- Por Gravedad. - Este es uno de los medios más tradicionales, ya que no requiere de la ayuda de ningún elemento externo para que se produzca el llenado.
- Por Bomba. - En este modo se utiliza una ayuda externa que fuerza el paso del producto, este método se emplea para productos densos principalmente.
- Por Pistones. - Al igual que en el modelo anterior, aquí también se trabaja con elementos externos para forzar el paso del producto. En este caso el movimiento se realiza mediante la carga y la descarga del producto en dosis iguales.
- Por Medición de Caudal. - Este tipo de llenado se emplea cuando deseamos conseguir mucha precisión a la hora de envasar. Existen muchas variantes de caudalímetros como son los máxicos, los electromagnéticos, etc., a su vez se puede controlar el caudal de forma indirecta con el control de la presión.
- Por presión o por vacío. - Este tipo permite tener un control del nivel de envasado controlando por soplado o aspirando la presión que tenemos dentro del envase.

1.8 ALIMENTACIÓN DE TAPAS

Una vez que se tiene el envase lleno el siguiente objetivo será taponarlo. El proceso de tapado vendrá determinado por el tipo de tapón; muchos factores son los que intervienen para la elección de una forma de tapado u otra. Hay tapones que se taponan a presión y hay tapones que van roscados. En el proceso de tapado intervienen tres elementos, por un lado, el posicionado, por otro el alimentador de

tapones, y por último el taponador propiamente dicho.

El posicionado de tapones puede ser mecánico (por trampa o por expulsores), por vibración, etc. La elección de uno u otro dependerá de la forma del tapón y la complicación que tenga para orientarlo. El alimentador de tapones sirve para una vez posicionado el tapón en el lugar adecuado realiza la entrega al envase. El dosificador puede ser por robo, por transferencia, por brazo actuado, etc. En este caso la elección de un modo u otro no viene solo supeditada al tipo de tapón exclusivamente, sino que también influye el tipo de envase.

Los alimentadores de partes son una etapa crítica de un sistema de ensamblaje automático. Están diseñados para entregar partes y orientarlas exactamente como lo necesite el proceso automatizado. Este paso incrementa significativamente la tasa de producción y reduce los costos de trabajo. [7]

Las funciones principales de un alimentador de tapas son: almacenar, alinear y alimentar las partes; como se muestra en la Figura 13 tomada de Parts Feeder Guide Book de NTN Corporation [8].

Alinear es el papel más importante de los tres. Las partes son orientadas utilizando sensores además del método básico de alineación. Este método alinea las partes dentro de una serie de pistas en movimiento dentro o fuera del plato.

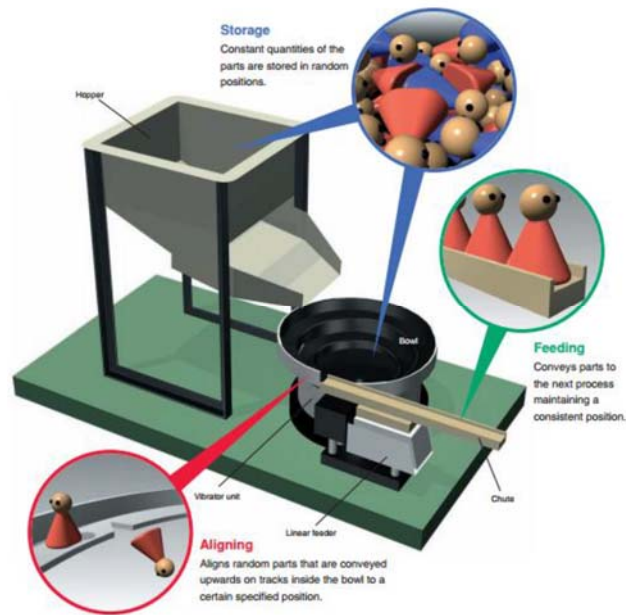


Figura 13. Composición estándar del sistema alimentador de partes.

1.8.1 ALIMENTADOR DE PLATO VIBRATORIO

Un alimentador de plato vibratorio, tomado de Vibro Feed Tech [9] y mostrado en la Figura 14, utiliza un accionamiento electromagnético para estimular al movimiento de vibración, que mueve a las partes almacenadas dentro del plato a través de un canal interno. Solo las partes que estén alineadas u orientadas correctamente pasan hacia el riel de alimentación; el resto regresa al plato.



Figura 14: Alimentador de plato vibratorio

Su principio de funcionamiento está basado en el comportamiento mecánico de las

piezas. Es decir, depende de su forma y de la posición de su centro de masa. Al estar sometidas a vibraciones, las partes se van alineando gradualmente, dejando a su centro de masa siempre en la misma ubicación. Por ejemplo, este tipo de alimentador es utilizado para alinear tornillos; que tienen simetría axial en x, pero son asimétricos en y. No son apropiados para orientar piezas simétricas.

Los alimentadores vibratorios de tapas utilizados en la industria alimenticia son construidos en acero inoxidable y proveen tapas a una tasa de 100 tapas por minuto o también referida habitualmente como 10 metros por minuto. Sin embargo, se debe tomar en cuenta que el canal interno de estos alimentadores debe ser construido específicamente para la geometría y características de la tapa. Si se cambia cierto aspecto del producto, lo más probable es que se necesite un rediseño del riel del alimentador.

Este tipo de alimentadores manejan velocidades altas de operación por lo que las tapas deben tener ciertas medidas para que el alimentador pueda operar eficientemente, funcionan por medio de vibración, esto provoca que las tapas avancen en una espiral que forma parte de la bandeja de la tolva

1.8.2 ALIMENTADOR CENTRÍFUGO

Un alimentador centrífugo está compuesto por un disco que gira a altas velocidades. Gracias a la fuerza centrífuga, las tapas que rotan con el disco son alejadas del eje de rotación hasta el filo del mismo. Cuando llegan al extremo lateral del disco, se encuentran con una palanca, como se muestra en la Figura 15, tomada de Inline Filling Systems [10]. Este mecanismo es el encargado de orientar las tapas. Si la parte superior de la tapa, Figura 16, se encuentra orientada hacia abajo, la palanca cede y deja pasar a la tapa. Por otro lado, si la parte hueca de la tapa es la que se encuentra orientada hacia abajo, la palanca se inserta dentro de la tapa mientras ella gira con el disco; la detiene por una fracción de segundo mientras ella rota sobre su propio eje y alcanza la orientación adecuada.



Figura 15: Alimentador centrífugo

Este sistema es utilizado únicamente para tapas altas, de preferencia cuyo diámetro superior sea igual al inferior. A pesar de ser altamente efectivo, con una tasa de producción de 200 tapas por minuto, debe ser calibrado para cada tipo de tapa y no es apto a geometrías especiales.

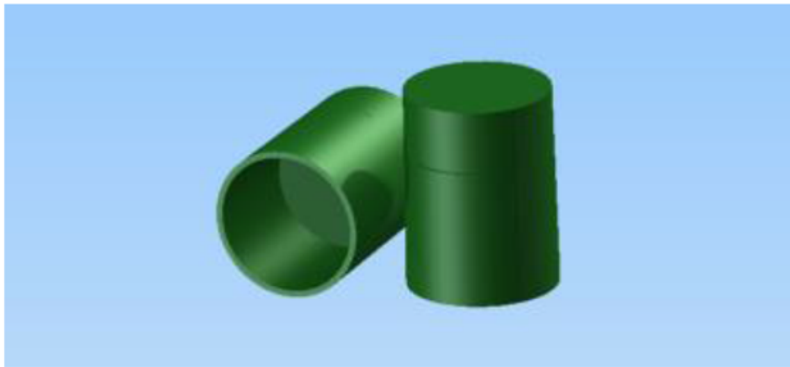


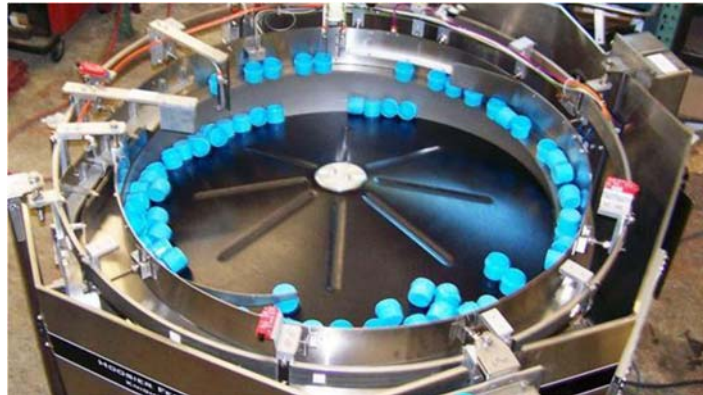
Figura 16: Partes de las tapas

1.8.3 ALIMENTADOR CENTRÍFUGO DE PLATO GIRATORIO

Este tipo de alimentador, también conocido como rotativo, Figura 17, utiliza un motor eléctrico encargado de mover el fondo y las paredes del plato. El fondo tiene una forma cónica que empuja a las partes hacia las paredes del alimentador.

En un extremo del plato se encuentra un canal que permite que las tapas a granel en el fondo pasen una por una hacia el riel de las paredes del plato. Mediante el riel en movimiento, las tapas son llevadas hacia un sensor fotoeléctrico que detecta el contraste existente entre dos puntos de la tapa. A partir de este punto, la aceptación o rechazo de la tapa depende del canal de alimentación existente y la programación del controlador.

Si la tapa es aceptada se la deja continuar hacia el riel; pero si es rechazada, la tapa es expulsada del canal interno del alimentador mediante un chorro de aire hacia el fondo del plato para que repita el ciclo.



*Figura 17: Alimentador centrífugo de plato giratorio
Fuente: www.hoosierfeedercompany.com [11]*

La mayor ventaja de los alimentadores centrífugos sobre el resto de los alimentadores es la velocidad a la que trabajan, alcanzando hasta 50 metros por minuto de producto orientado. Además, al no contar con partes sometidas a vibración su durabilidad es mayor y genera más confianza al usuario.

Por otro lado, existe la posibilidad de que se acumulen las tapas en la entrada del canal interno y este sea obstruido; esto puede ocasionar daños en las partes. Dicha situación puede ser evitada mediante la adición de un distribuidor de tapas que limite la cantidad existente en el plato del alimentador. Sin embargo, a medida que se soluciona el problema de bloqueo, aumenta el costo de adquisición.

1.8.4 ALIMENTADOR DE ESCALERA

El alimentador de escalera orienta las tapas mientras ellas son elevadas. El alimentador cuenta con una banda transportadora dispuesta de manera vertical y que tiene unas pequeñas pestañas a manera de escalera, como se puede ver en la Figura 18.

La gravedad obliga a las tapas que están en una posición incorrecta a regresar a la tolva de almacenamiento para realizar de nuevo el proceso de orientación. Este alimentador puede orientar tapas planas, cuyo diámetro es mayor a su altura y también tapas pequeñas. Alcanzan velocidades de hasta 125 tapas por minuto. [12]

Existe más comodidad y seguridad para los operarios ya que ese alimentador es instalado al nivel del piso, aun que ocupa más espacio en comparación al resto de alimentadores.



*Figura 18. Alimentador de escalera
Fuente: www.fillers.com [10]*

1.9 COLOCACIÓN DE TAPAS

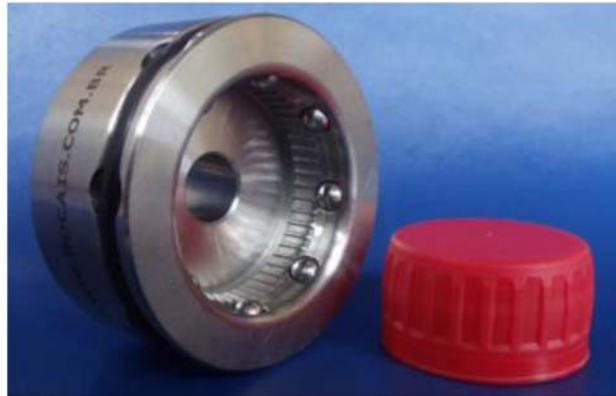
La colocación de tapas se refiere a la manera en que son posicionadas las tapas automáticamente sobre el pico de la botella. Existen varios sistemas y mecanismos que serán analizados a continuación.

1.9.1 PROCESO 'PICK & PLACE'

En el proceso 'Pick & Place' (tomar y colocar), Figura 19; se recoge la tapa que ha sido previamente orientada, y simulando el movimiento del brazo de una persona, se la coloca sobre la botella. Generalmente cuenta con un disco giratorio que lleva las tapas desde el riel del alimentador hasta los conos de cierre. Estos recogen la tapa gracias a un dispositivo de enganche mostrado en la Figura 20; y la llevan hacia la botella para que sea cerrada.



*Figura 19. Proceso 'Pick & Place'
Fuente: www.nkpharma.com [14]*



*Figura 20. Dispositivo de enganche
Fuente: english.bocais.com.br [13]*

1.9.2 DISTRIBUCIÓN EN DEMANDA

La distribución en demanda utiliza un balancín, Figura 21, al final del riel del alimentador. Cuando una botella pasa por el sistema de distribución en demanda, el mecanismo cede y deja caer una tapa. El balancín permanece cerrado y sosteniendo a la fila de tapas orientadas hasta que otra botella pase. Este sistema puede ser regulado y colocar tapas sobre botellas de diferentes alturas, además requiere menos espacio que los sistemas anteriores.



Figura 21. Balancín

1.10 TAPADO DE BOTELLAS

El tapado de botellas se refiere al sistema que permite sellar las botellas. Es la última etapa en el proceso de tapado y para lograrlo se pueden utilizar cilindros neumáticos o una banda inclinada.

1.10.1 CILINDROS NEUMÁTICOS (PRESS-CAPPERS)

Los cilindros neumáticos son utilizados para tapar individualmente a cada una de las botellas. Se activan cuando la botella se encuentra posicionada y ejercen presión vertical sobre ellas. Los cilindros neumáticos son utilizados para sistemas versátiles en los que se usa tapas de distintas geometrías.

1.10.2 BANDA INCLINADA (SNAP-CAPPERS)

La banda inclinada está colocada sobre las botellas y tiene un ángulo de inclinación, tal que, la altura de inicio es igual a la de la botella más la de la tapa sin ajustar. Conforme los envases van avanzando, esta altura disminuye hasta llegar a una altura final que es igual a la altura de la botella con tapa cerrada.

Una ventaja de los 'snap-cappers' es que no detienen la línea de producción ni retiran a las botellas de esta. Son instaladas sobre una porción de menos de un metro de la banda transportadora. Habitualmente son utilizadas para tapas cuyo recorrido para cerrar la botella es corto y su longitud es menor a su diámetro, es decir, tapas planas.

1.11 SISTEMA DE CONTROL

Un sistema de control está formado por subsistemas y procesos (o plantas) unidos con el fin de controlar la salida de dichos procesos. Con un sistema de control se puede mover equipos grandes con una precisión que de otra forma sería imposible. [3]

La finalidad de un sistema de control es conseguir, mediante la manipulación de las variables de control, un dominio sobre las variables de salida, de modo que estas alcancen unos valores prefijados. [4]

También manifiesta que un sistema de control ideal debe ser capaz de conseguir su objetivo cumpliendo los siguientes requisitos:

- Garantizar la estabilidad del sistema y particularmente, se robustece frente a perturbaciones y errores en los modelos.
- Ser tan eficiente como sea posible, según un criterio preestablecido. Normalmente este criterio consiste en que la acción de control sobre las variables de entrada sea realizable, evitando comportamientos bruscos e irreales.
- Ser fácilmente implementable y cómodo de operar en tiempo real con ayuda de un ordenador.

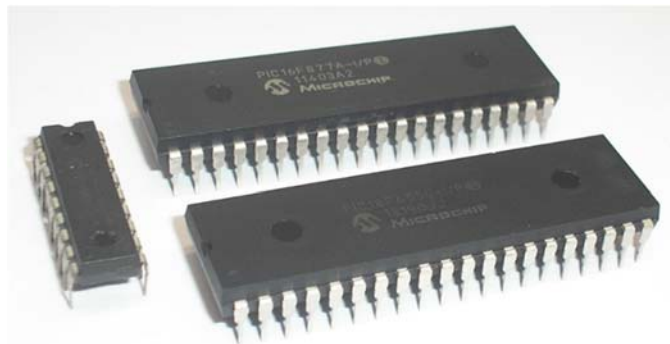
1.11.1 MICROCONTROLADOR

Ingenio-upp (2008) menciona que un microcontrolador es un circuito integrado que contiene toda la estructura (arquitectura) de un microcomputador, es decir CPU, RAM, ROM y circuitos de entrada y salida. [5]

También manifiesta que algunos microcontroladores más especializados poseen además convertidores análogos digital, temporizadores, contadores y un sistema para permitir la comunicación en serie y en paralelo. Lo que permite crear muchas aplicaciones con los microcontroladores estos se presentan en figura 22.

Estas aplicaciones son ilimitadas, entre ellas podemos mencionar: sistemas de alarmas, juego de luces, paneles publicitarios, controles automáticos para la industria en general, control de motores dc/ac y motores de paso a paso, control de máquinas, control de temperatura, control de tiempo, adquisición de datos mediante sensores, etc.

Especifica que un controlador es un dispositivo electrónico que sirve para controlar uno o más procesos, por ejemplo, el controlador del aire acondicionado recogerá la información de los sensores de temperatura, la procesará y actuará en consecuencia.



*Figura 22. Fotografía de algunos microcontroladores de la empresa Microchip
Fuente: <http://sherlin.xbot.es/microcontroladores/introduccion-a-los-microcontroladores>*

1.11.2 COMPONENTES ELECTRÓNICOS EXTERNOS

En la realización de cualquier proyecto con Microcontroladores siempre serán necesarios componentes electrónicos para el correcto funcionamiento del sistema.

1.11.3 FUENTE DE ALIMENTACIÓN

Los Microcontroladores por lo general se alimenta con 5 V DC, los cuales se aplican entre los pines de alimentación Vdd(+) y Vcc(-). El consumo de corriente del dispositivo depende de las cargas conectadas al Microcontrolador y de su frecuencia de trabajo. Se aconseja que se coloque un capacitor de desacoplo de 100 nF lo más cerca posible de los pines de alimentación; una fuente DC de 5V y por lo menos 700 mA para abastecer al microcontrolador y demás componentes en la placa de control. Para la interfaz de potencia es recomendable utilizar una fuente externa con tierras aisladas para evitar ruidos que puedan ocasionar un funcionamiento incorrecto del sistema. [15]

1.11.4 RESISTENCIAS

Las resistencias son los elementos electrónicos que se utilizan para limitar la corriente eléctrica que fluye en un dispositivo. Están compuestas por carbón y otros componentes resistivos. La corriente máxima de un resistor está limitada por la potencia máxima que puede disipar en su cuerpo. Los valores más comunes encontrados son 0.25W, 0.5W y 1W. En la figura 23 se muestran ejemplos de las resistencias y su símbolo electrónico. [6]

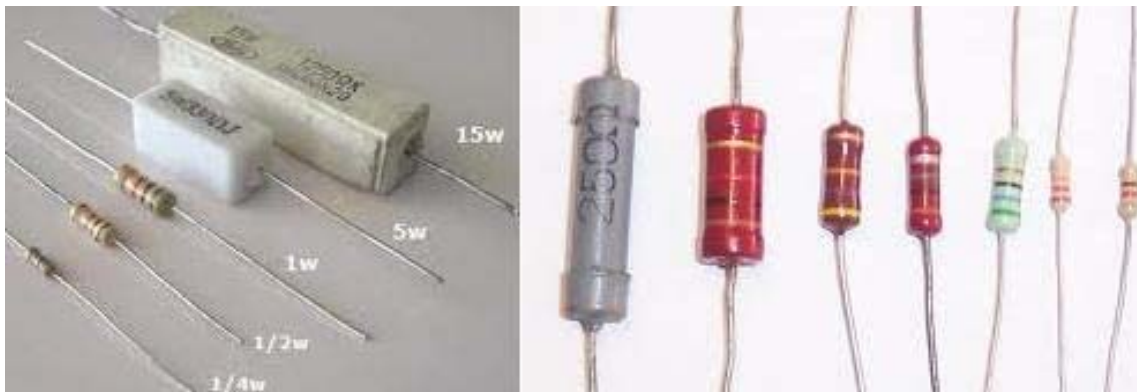


Figura 23. Ejemplos de resistencias eléctricas

Fuente: <https://sites.google.com/site/483electricidad/impedancias/circuito-ohmico-puro-1/resistencia-elctrica>

1.11.5 POTENCIÓMETRO

Los potenciómetros son resistores con valor de resistencia eléctrica variable. De esta forma se puede controlar indirectamente la intensidad de corriente eléctrica que fluye por un circuito si se conecta en paralelo, o la diferencia de potencial eléctrico si se conecta en serie. En la figura 24 se muestra un ejemplo de potenciómetro típico y su símbolo electrónico. [15]

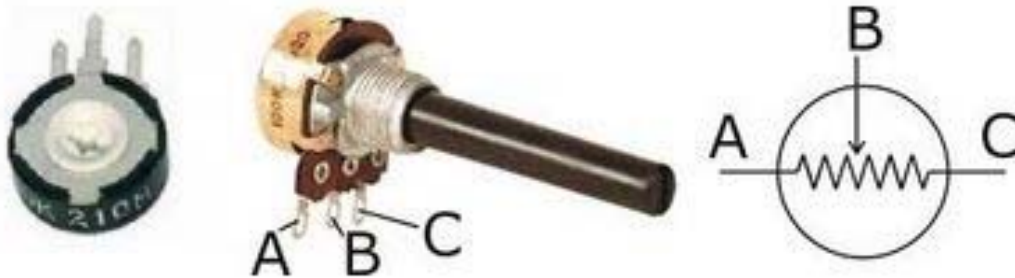


Figura 24. Potenciómetros rotatorios
Fuente: <https://www.areatecnologia.com/electronica/potenciometro.html>

1.11.6 CAPACITOR

Es un dispositivo pasivo capaz de almacenar energía en un campo eléctrico entre dos superficies o placas conductoras, separadas por un material dieléctrico o por el vacío. Los capacitores se utilizan en baterías, memorias, filtros, adaptación de impedancias, para flash en cámaras fotográficas, para mantener corriente en un circuito y evitar caídas de tensión. Los capacitores se realizan de diferentes materiales, como: vidrio, mica, papel, cerámica, tantalio, electrolíticos, etc. [15]

1.11.7 TRANSISTOR

Son dispositivos electrónicos semiconductores que cumplen algunas funciones como: amplificadores, osciladores, conmutadores o rectificadores. Estos se encuentran en los aparatos electrónicos como radios, televisores, reproductores de audio y video, relojes de cuarzo, computadores, teléfonos celulares, etc. [15]

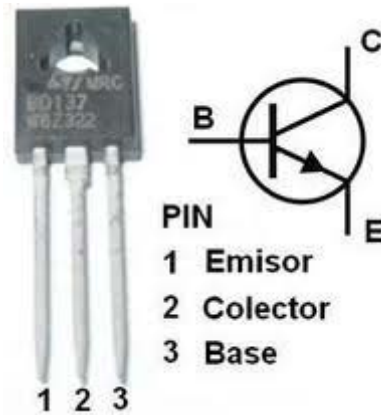


Figura 25. Transistor

Fuente: <https://www.areatecnologia.com/TUTORIALES/EL%20TRANSISTOR.htm>

1.11.8 OSCILADOR

Los microcontroladores siempre requieren de un circuito que les indique la velocidad del trabajo. A estos circuitos se les llama osciladores o relojes. Los osciladores generan ondas cuadradas de alta frecuencia. Existen diferentes tipos de osciladores que se pueden utilizar en los microcontroladores, como son: XT (cristal de cuarzo) figura 26, RC (oscilador con resistor y capacitor), HS (cristal de alta velocidad), LP (cristal de baja frecuencia y bajo consumo de potencia) y externo (se aplica una señal de reloj externa). [15]

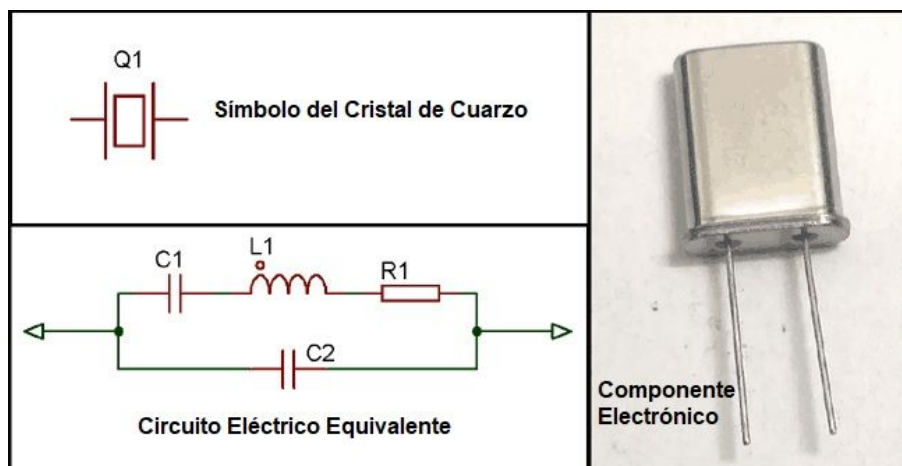


Figura 26. Oscilador

Fuente: <https://areatecnologia.com/electronica/osciladores-de-cristal-de-cuarzo.html>

1.11.9 BOTÓN PULSADOR

Los botones pulsadores permiten introducir señales digitales (niveles “0” o “1”) hacia los microcontroladores. Es posible establecer dos arreglos diferentes para establecer el nivel lógico que se desea introducir de manera inicial (cuando aún no se ha presionado el botón pulsador). [15]

1.11.10 RELÉ

El relé es un dispositivo electromecánico que hace la función de un interruptor, controlado mediante un circuito eléctrico. Por medio de una bobina y un electroimán, acciona uno o varios contactos que permiten cerrar o abrir otros circuitos eléctricos independientes, se muestra en la figura 27. Los relés pueden controlar circuitos de salida de mayor potencia que el circuito de entrada. [15]

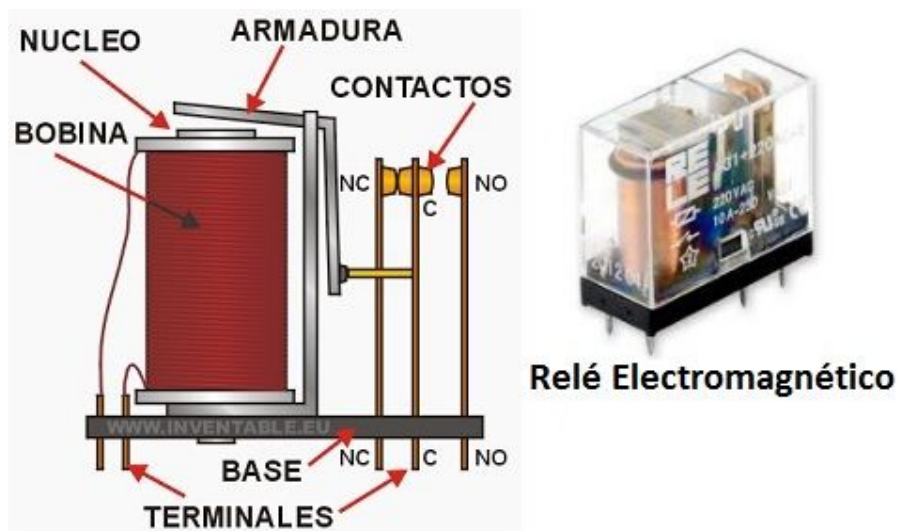


Figura 27. Relé electromagnético
Fuente: <https://www.areatecnologia.com/electricidad/rele.html>

1.11.11 LENGUAJE DE PROGRAMACIÓN Y COMPILACIÓN

Es un lenguaje que puede ser utilizado para controlar el comportamiento de una máquina, particularmente una computadora. Consiste en un conjunto de reglas sintácticas y semánticas que definen su estructura y el significado de sus elementos,

respectivamente. Aunque muchas veces se usa lenguaje de programación y lenguaje informático como si fuesen sinónimos, no tiene por qué ser así, ya que los lenguajes informáticos engloban a los lenguajes de programación y a otros más, como, por ejemplo, el HTML. [16]

Un programa que se escribe en un lenguaje de alto nivel también tiene que traducirse a un código que pueda utilizar la máquina. Los programas traductores que pueden realizar esta operación se llaman compiladores. Éstos como los programas ensambladores avanzados, pueden generar muchas líneas de código de máquina por cada proposición del programa fuente. Se requiere una corrida de compilación antes de procesar los datos de un problema. [16]

1.11.12 INTERFAZ DE POTENCIA

Las interfaces de potencia son dispositivos intermedios entre el microcontrolador y aquellos aparatos que requieran cantidades de corriente mayores a los que pueden manejar el microcontrolador (por lo general es una corriente de unos 40 miliamperios como máximo por pin). [17], se muestra en la figura 28.

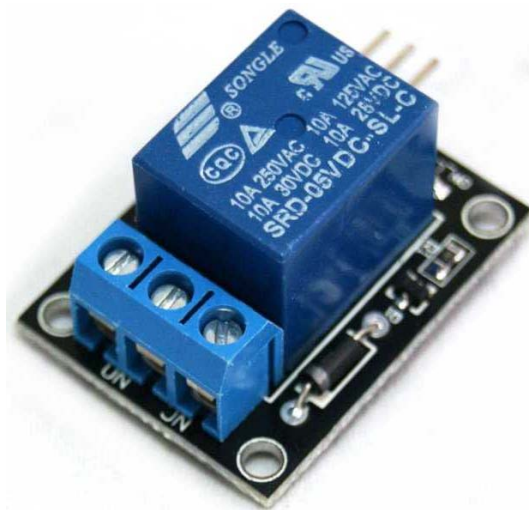


Figura 28. Tarjeta interfaz de potencia con relevador 1ch
Fuente: <https://hetpro-store.com/tarjeta-interfaz-de-potencia-con-relevador-1ch/>

1.12 VÁLVULAS

Una válvula es una pieza mecánica usada para modificar el flujo o el fluido que pasa a través de ella, la acción de la válvula es causada por el movimiento de cierre de un elemento (puede ser una bola, puerta, disco, tapón, etc.) el cual está conectado a un cuello localizado fuera de este, a su vez tiene un sistema para cambiar el control de la posición del elemento de cierre. [18]

1.12.1 ELECTROVÁLVULA

Quiminet (2012) menciona que una electroválvula es un dispositivo encargado de controlar el flujo de un fluido que viaja a través de una tubería o conductor.

A su vez expresa que las electroválvulas son consideradas también como válvulas electromecánicas pues éstas son controladas por una corriente eléctrica a través de una bobina solenoidal.

Y manifiesta que estas válvulas son utilizadas cuando la señal proviene de un temporizador eléctrico, un final de carrera eléctrico, presostatos o mandos electrónicos. Por lo tanto, con las electroválvulas se puede elegir el accionamiento eléctrico para mandos con distancias extremadamente largas y cortos tiempos de conexión. [20]

La válvula de solenoide es un dispositivo operado eléctricamente, y es utilizado para controlar el flujo de líquidos o gases en posición completamente abierta o cerrada. A diferencia de las válvulas motorizadas, las cuales son diseñadas para operar en posición moduladora, la válvula de solenoide no regula el flujo, aunque puede estar siempre completamente abierta o cerrada, se presentan en la figura 29.

Emerson Electronic (2013) comenta que la válvula solenoide puede usarse para controlar el flujo de muchos fluidos diferentes, dándole la debida consideración a las presiones y temperaturas involucradas, la viscosidad del fluido y la adaptabilidad de

los materiales usados en la construcción de la válvula. [21]



Figura 29. Electroválvulas PARKER LUCIFER
 Fuente: <https://www.elion.es/productos/neumatica-y-automatica-fluidos/>

1.12.2 sensores

El sensor de proximidad es un transductor que detecta objetos o señales que se encuentran cerca del elemento sensor. Existen varios tipos de sensores de proximidad según el principio físico que utilizan. (DACS, 2014)

1.12.3 SENSOR INDUCTIVO

Los sensores inductivos de proximidad han sido diseñados para trabajar generando un campo magnético y detectando las pérdidas de corriente de dicho campo generadas al introducirse en él los objetos de detección férricos y no férricos. (DACS, 2014)

El sensor consiste en una bobina con núcleo de ferrita, un oscilador, un sensor de nivel de disparo de la señal y un circuito de salida. Al aproximarse un objeto "metálico" o no metálico, se inducen corrientes de histéresis en el objeto. Debido a ello hay una pérdida de energía y una menor amplitud de oscilación. El circuito sensor reconoce entonces un cambio específico de amplitud y genera una señal que conmuta la salida de estado sólido o la posición "ON" y "OFF", se presenta en la figura 30.

La bobina detecta el objeto cuando se produce un cambio en el campo electromagnético este envía la señal al oscilador, luego se activa el disparador y finalmente al circuito de salida hace la transición entreabierto o cerrado. (DACS, 2014)

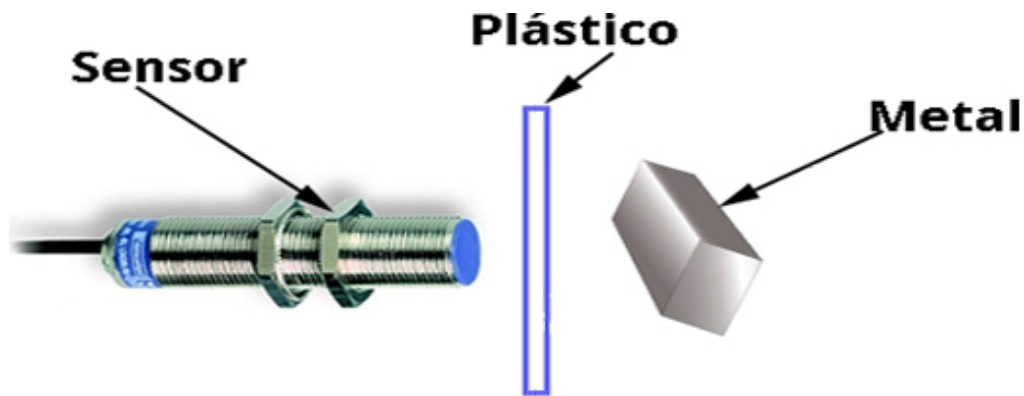


Figura 30. Sensor de proximidad inductivo

Fuente: <https://www.ingmecafenix.com/automatizacion/sensor-inductivo/>

1.12.4 SENSOR CAPACITIVO

La función del detector capacitivo consiste en señalar un cambio de estado, basado en la variación del estímulo de un campo eléctrico. Los sensores capacitivos detectan objetos metálicos, o no metálicos, midiendo el cambio en la capacitancia, la cual depende de la constante dieléctrica del material a detectar, su masa, tamaño, y distancia hasta la superficie sensible del detector. (DACS, 2014)

Los detectores capacitivos están contruidos en base a un oscilador RC. Debido a la influencia del objeto a detectar, y del cambio de capacitancia, la amplificación se incrementa haciendo entrar en oscilación el oscilador, sé muestra en la figura 31. El punto exacto de esta función puede regularse mediante un potenciómetro, el cual controla la realimentación del oscilador. La distancia de actuación en determinados materiales, pueden por ello, regularse mediante el potenciómetro. (DACS, 2014)



Figura 31. Sensor capacitivo
 Fuente: https://www.ecured.cu/Sensor_capacitivo

1.12.5 SENSOR ÓPTICO

Cuando habla de sensores ópticos se refiere a todos aquellos que son capaces de detectar diferentes factores a través de un lente óptico. Tanto en el emisor como en el receptor existen pequeñas lentes ópticas que permiten concentrar el haz de luz este se encuentra en un mismo encapsulado. Generalmente trabajan por reflexión de la luz, es decir, el emisor emite luz y si esta luz es reflejada por un objeto, el receptor lo detecta. (DACS, 2014). [22]

1.12.6 SUBSISTEMA ELECTROMECAÁNICO DE AVANCE

El subsistema electromecánico de avance será el encargado de hacer mover las botellas a su siguiente posición, transportará las botellas a lo largo del proceso este se detendrá en el lugar y el momento adecuado accionado por el sistema de control.

1.13 SOFTWARE

El uso del software para diseño en ingeniería es indispensable para el desarrollo de proyectos, pues acorta el tiempo de desarrollo, reduce costos y se obtiene una mejor calidad que se resume en un proyecto más profesional y exacto.

1.13.1 SOLIDWORKS

SOLIDWORKS es un software de diseño CAD 3D (diseño asistido por computadora) para modelar piezas y ensamblajes en 3D y planos en 2D. El software que ofrece un abanico de soluciones para cubrir los aspectos implicados en el proceso de desarrollo del producto. Sus productos ofrecen la posibilidad de crear, diseñar, simular, fabricar, publicar y gestionar los datos del proceso de diseño.

Historia y evolución

SOLIDWORKS Corp. fue fundada en 1993 por Jon Hirschtick con sede en Masachuset. Con En el año 1995 lanzó su primera versión del CAD 3D al mercado y en 1997 fue adquirida por Dassault Systemes convirtiéndose en una filial de ésta.

Antes de que SOLIDWORKS Corp. se convirtiera en filial de Dassault Systèmes, la industria necesitaba de un software que combinara el modelado en 3D con la facilidad de uso del escritorio.

En 1993, el fundador de SOLIDWORKS, Jon Hirschtick, contrató a un equipo de ingenieros con el objetivo explícito de hacer que la tecnología CAD 3D fuera más accesible para todos. Y así lo hicieron desarrollando la primera tecnología de CAD en 3D que se ejecutaba en la plataforma de Windows. En el año 1995 lanzaron su primera versión del CAD 3D al mercado y en dos meses la herramienta ganó reconocimientos por su facilidad de uso.

En 1997 el gigante mundial de tecnología Dassault Systèmes S.A. adquirió SOLIDWORKS como filial por 310 millones de dólares.

Hoy SOLIDWORKS ofrece un conjunto de herramientas completo para crear, simular, publicar, administrar datos y gestionar proyectos y procesos maximizando la innovación y la productividad de los recursos de ingeniería. Todas estas soluciones funcionan juntas para permitir a las organizaciones diseñar productos mejores, de forma más rápida y de manera más rentable.

Manteniendo su propuesta de valor asociada a la facilidad de uso de la herramienta, ha seguido creando nuevos productos que resuelven situaciones específicas dentro del proceso de desarrollo del producto, ahorrando tiempo y dinero. Actualmente SOLIDWORKS presenta soluciones de Fabricación Inteligente, diseño y análisis, diseño eléctrico y electrónico, gestión de datos, proyectos y procesos.

SOLIDWORKS ofrece soluciones intuitivas para cada fase de diseño. Cuenta con un completo conjunto de herramientas que le ayudan a ser más eficaz y productivo en el desarrollo de sus productos en todos los pasos del proceso de diseño. La sencillez que es parte de su propuesta de valor, es decisiva para lograr el éxito de muchos clientes.

La solución de SOLIDWORKS incluye cinco líneas de productos diferentes:

1. Herramientas de diseño para crear modelos y ensamblajes
2. Herramientas de diseño para la fabricación mecánica, que automatiza documentos de inspección y genera documentación sin planos 2D.
3. Herramientas de simulación para evaluar el diseño y garantizar que es el mejor posible
4. Herramientas que evalúan el impacto medioambiental del diseño durante su ciclo de vida.
5. Herramientas que reutilizan los datos de CAD en 3D para simplificar el modo en que las empresas crean, conservan y utilizan contenidos para la comunicación técnica.
6. Finalmente, todas estas herramientas están respaldadas por SolidWorks PDM para gestionar y controlar de forma segura los datos mediante una única fuente de datos reales de sus diseños y SOLIDWORKS Manage, una herramienta que gestiona los procesos y proyectos implicados en todo el desarrollo del producto y está conectado al proceso de diseño.

Todas estas soluciones funcionan de forma conjunta para permitir que las empresas mejoren la fabricación de sus productos y los elaboren de forma más rápida y económica. [23]

1.13.2 FLUIDSIM

FluidSim Neumatics es un software de simulación para el conocimiento de la neumática y funciona en entorno Windows. Es ideal para emplearlo como material complementario en la enseñanza de esta disciplina.

Entre las características más importantes se encuentran:

- Ofrece la creación y simulación de circuitos de electro neumática.
- Posee una biblioteca de componentes neumáticos y eléctricos muy completa para la creación de circuitos nuevos.
- Durante la animación, los conductos y cilindros aparecen coloreados, según el estado de cada uno.
- El usuario puede controlar la velocidad de la simulación (con funciones como paso a paso, pausa...).
- Las válvulas y los interruptores accionados manualmente pueden ser conmutados mediante un clic del ratón.
- Permite construir circuitos nuevos, pero también se dispone de un conjunto de circuitos ejecutables.
- Muestra en los aparatos de medición los valores exactos de presión, fluido y corriente.
- Guarda una proporción del tiempo real durante la animación.
- -Etc.

Ofrece también el apoyo necesario para el conocimiento básico de la neumática, en un menú denominado “Didáctica”, que puede ser muy útil a la hora de explicar y entender los distintos contenidos relacionados con este tema.

Contiene un apartado denominado “Descripción del componente”, donde explica cómo son los distintos componentes del circuito, muestra una foto, explica su funcionamiento, e ilustra incluso cómo es el componente interiormente. Posee también animaciones que pueden ser de gran ayuda para entender el tema

seleccionado, etc.

En “Exposiciones” presenta distintos temas disponibles, ejercicios...que pueden ser muy útiles para el profesorado. [25]

1.13.3 PROGRAMACIÓN EN STEP

STEP 7 es el software standard para configurar y programar los sistemas de automatización SIMATIC. Si entras en las siguientes páginas podrás conocer dicho software además de aprender a solucionar trabajos de automatización con él de forma ordenada y fácil. Hay miles de caminos que se pueden seguir para llevar a buen puerto un problema de automatización, pero si sigues el que en el organigrama que aparece en la figura 32, dicho problema tendrá seguramente una solución correcta y relativamente rápida.

Diseñar el control

Este apartado contiene información sobre las tareas a tener en cuenta a la hora de estudiar una solución de automatización para un sistema basado en PLC's. Existen muchos métodos para estudiar una solución de automatización, pero el procedimiento básico que se puede utilizar para cualquier proyecto se representa en las siguientes páginas. Si os interesa pulsar la flecha de avance y podréis ver los pasos a seguir para diseñar el control.

Subdividir el proceso en tareas y áreas funcionales

Un proceso de automatización consta de varias tareas. Incluso el más complicado de los procesos se puede definir, siempre y cuando se determinen las áreas de tareas correlacionadas dentro de un proceso y se subdividan en tareas parciales

más pequeñas.

Al describir cada área y tarea de un proceso, se define no solamente el funcionamiento de cada área, sino también los diferentes elementos que controlan dicha área. Estos comprenden:

- Entradas y salidas eléctricas, mecánicas y lógicas para cada tarea
- Enclavamientos y dependencias entre las diferentes tareas

Definir los requerimientos de seguridad

Definir los equipos que, por razones de seguridad, requieren circuitos fijamente cableados. Por definición, estos circuitos de seguridad trabajan independientemente del sistema de automatización (a pesar de que el circuito de seguridad ofrece normalmente una interface de entrada/salida para la coordinación con el programa de usuario). Usualmente se configura una matriz para conectar cada actuador con su propia área de PARO DE EMERGENCIA. Esta matriz constituye la base para los esquemas de los circuitos de seguridad. Proceder de la siguiente manera al diseñar los dispositivos de protección:

- Definir los enclavamientos lógicos y mecánicos/eléctricos entre las diferentes tareas de automatización.
- Diseñar circuitos para poder manejar manualmente, en caso de emergencia, los aparatos integrantes del proceso.
- Definir otros requerimientos de seguridad para garantizar un seguro desarrollo del proceso. [24]

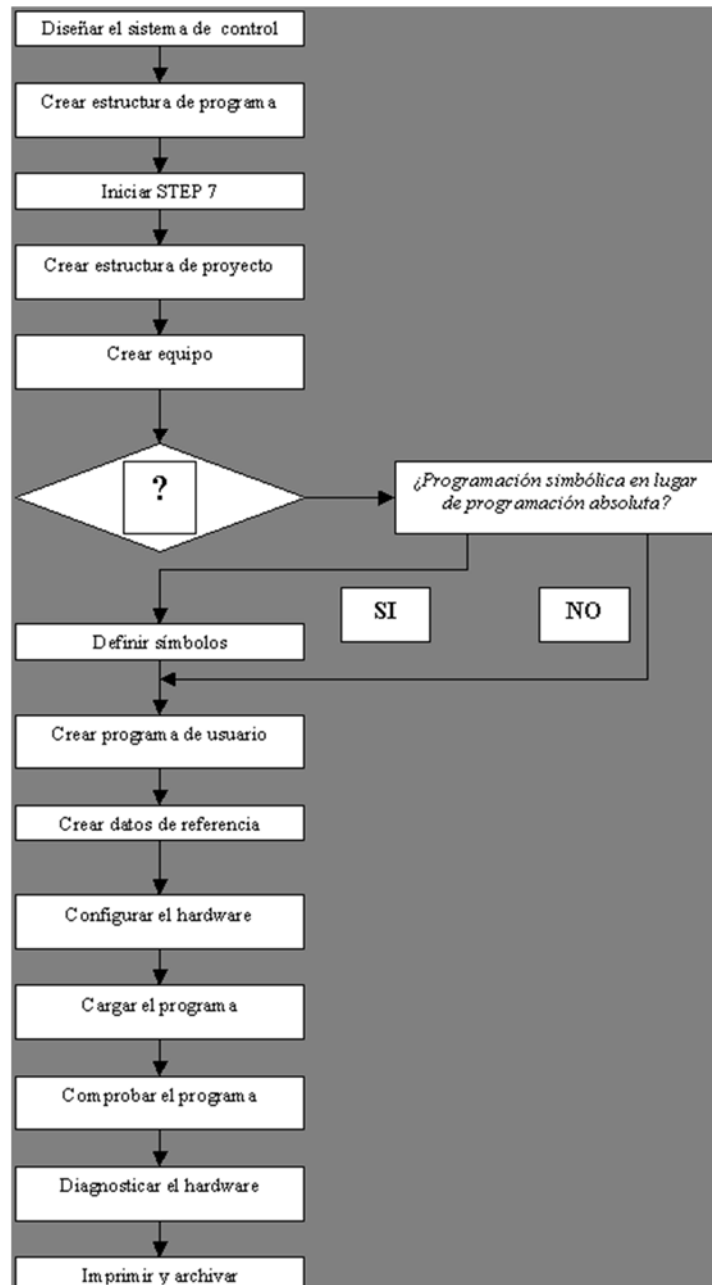


Figura 32 Diagrama de programación STEP 7

Fuente: <http://www.sc.ehu.es/sbweb/webcentro/automatica/Step7/paginas/step7/pasos.htm>

2.0 ESTUDIO DE ALTERNATIVAS Y PROPUESTA DE DISEÑO

Se analizará cuál de las diferentes alternativas de máquinas taponadoras es la más adecuada para el proyecto, se presentará el diseño de los diferentes elementos que compondrán dicha máquina, todo basado en los requerimientos previamente establecidos para la correcta operación del equipo.

2.1 ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

Como se sabe, las alternativas son diferentes opciones para la solución de un problema. Son distintos medios o conjuntos de medios orientados a lograr el objetivo del proyecto. La función básica del análisis de alternativas es comparar las diferentes opciones que pueden identificarse, rechazando las que no parezcan deseables o presenten un grado excesivo de complejidad y, finalmente, seleccionando la alternativa óptima desde el punto de vista técnico y económico.

2.1.1 CONSIDERACIONES PARA DEFINIR LAS CARACTERÍSTICAS ESPERADAS DE LA SOLUCIÓN

El estudio y diseño de una taponadora de envases PET, tiene como finalidad desarrollar un dispositivo capaz de taponar los envases de forma automática, se busca que este dispositivo cumpla ciertos criterios, de manera que pueda mejorar el proceso productivo al optimizar la etapa de taponado de los envases PET.

Se busca pasar de un modo de operación manual, a un modo de operación automático en el proceso de taponado de los envases, el fin de este estudio es desarrollar una solución que permita cumplir este objetivo al mismo tiempo que se optimice cada subetapa del mecanismo, para esto se hará una comparación de diferentes alternativas de máquinas taponadoras, y así seleccionar el diseño que permita alcanzar las especificaciones que se requieren para una solución efectiva.

2.1.2 PARÁMETROS PARA EL DISEÑO DE LA MÁQUINA

- Debe cumplir con la demanda, la cual se establece en 20 envases por minuto como mínimo.
- El sellado del envase debe ser garantizado, el equipo debe ser capaz de sellar los diferentes tipos de envases que comprende el diseño.
- De operación sencilla, cualquier persona sin necesidad de recibir mucha

capacitación debe ser capaz de operar el equipo.

- Disponibilidad de materiales, para facilitar reparaciones y mantenimiento se espera que todos los materiales estén disponibles en el mercado local.
- Los costos deben ser los mínimos posibles, tanto en fabricación como en mantenimiento.
- Mecánica sencilla, muy estable y altamente confiable

El diseño de la solución determina que constará de un solo modulo, en el que irán montados los subsistemas que componen la etapa de taponado de los envases.

El módulo deberá estar constituido por los siguientes subsistemas

- subsistema encargado del transporte de los envases
- subsistema de sujeción de los envases
- subsistema encargado de surtir los tapones
- subsistema de roscado
- subsistema de control

2.1.3 ELEMENTOS DEL DISEÑO CONCEPTUAL

Entradas

- Envases PET llenos
- Tapones plásticos PEAD

Salida

- Envases sellados

Recurso

- Energía eléctrica
- Aire comprimido

Producto final

Dimensiones de los envases y los tapones, la calidad del producto final dependerá de estos insumos.

2.1.4 CARACTERÍSTICAS DE LOS ENVASES

- **Material** PET
- **Capacidad nominal** 500 – 3000 ml
- **Peso** 24 – 67 gr
 - Tolerancia ± 1 gr
- **Dimensiones**
 - Altura 90 – 300 mm
 - Diámetro 34 - 132 mm
 - Tolerancias ± 0.5 mm
 - Espesor 1 mm
- **Boca**
 - Tipo Roscado
 - Diámetro interno 21.7 mm
 - Diámetro externo 28.0 mm
 - Tolerancias ± 0.2 mm

2.1.5 CARACTERÍSTICAS DE LOS TAPONES

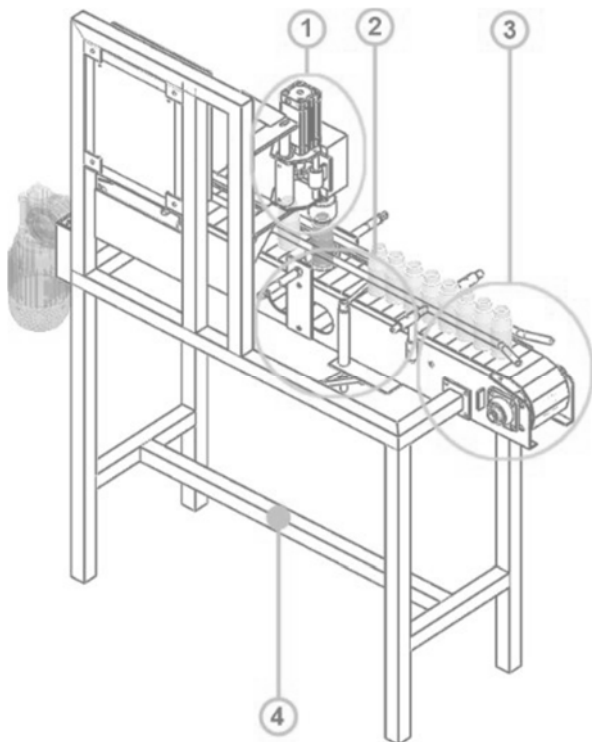
- **Sello de seguridad**
- **Material** PEAD
- **Peso** 2 gr
- **Dimensiones**
 - Diámetro 28.0 mm
 - Diámetro externo 29.55 mm
 - Altura total 16.05 mm
 - Tolerancias ± 0.02 mm
 - Espesor 2 mm
- **Superficie lateral con relieve**
- **Junta en el interior**

2.1.6 PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS

En base a la investigación que se realizó sobre los diferentes tipos de máquinas taponadoras, se presentan 3 alternativas de las cuales mediante el método scoring se va a seleccionar, la que mejor cumpla con los objetivos y las especificaciones que se plantearon en base a las necesidades presentadas por las microempresas que se dedican al envasado de líquidos.

ALTERNATIVA 1

El tapado se lleva a cabo sobre la banda transportadora por un único servomotor neumático, el cual tamará los envases uno a la vez, contará con un surtidor de tapones el cual colocará el tapón sobre la boca de los envases justo antes de que pasen por el roscador, el cuerpo de la máquina será de acero inoxidable para que sea resistente a la corrosión y sea fácil de limpiar, el esquema de la alternativa se muestra en la figura 33.



1. Sistema de tapado.
2. Sistema de sujeción de los envases.
3. Sistema de avance de los envases.
4. Estructura soporte

Figura 33. Esquema previo de la máquina tapadora

ALTERNATIVA 2

El tapado se realizará sobre la banda, pero con múltiples servomotores los cuales serán iguales al número de envases a tapar, permitiendo un número mayor de envases por minuto, dos cilindros controlaran el movimiento ascendente y descendente del mecanismo de roscado, también contará con un surtidor de tapones el cual colocará los tapones en los envases antes de pasar al mecanismo de roscado, el cuerpo será de acero inoxidable, el esquema de la alternativa se muestra en la figura 34.

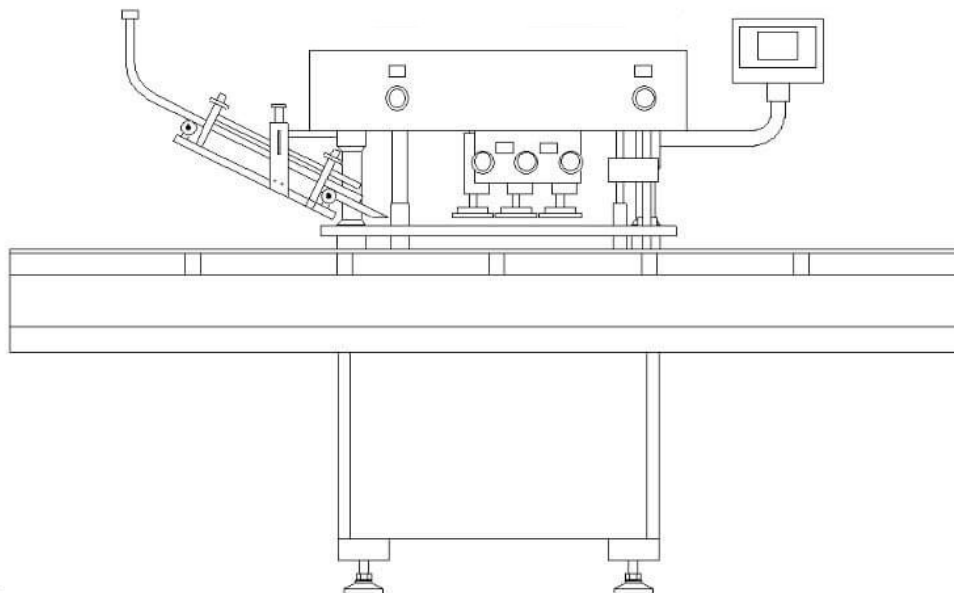


Figura 34. Esquema previo de la máquina tapadora

ALTERNATIVA 3

Máquina con tambor rotativo, la cual permite un mayor flujo de envases tapados por minuto y un diseño más compacto, el cuerpo será de acero inoxidable, servomotores se encargarán de realizar el roscado, el diseño es más complejo debido a que el tambor debe ser del tamaño justo para cada tipo de envases y estar perfectamente sincronizado con las bandas de entrada y salida al igual que con el mecanismo roscador, el equipo debe contar con un surtidor de tapones el cual los colocará justo antes de pasar al equipo roscador, el cuerpo de la máquina se fabricara en acero inoxidable, el esquema de la alternativa se presenta en la figura 35.

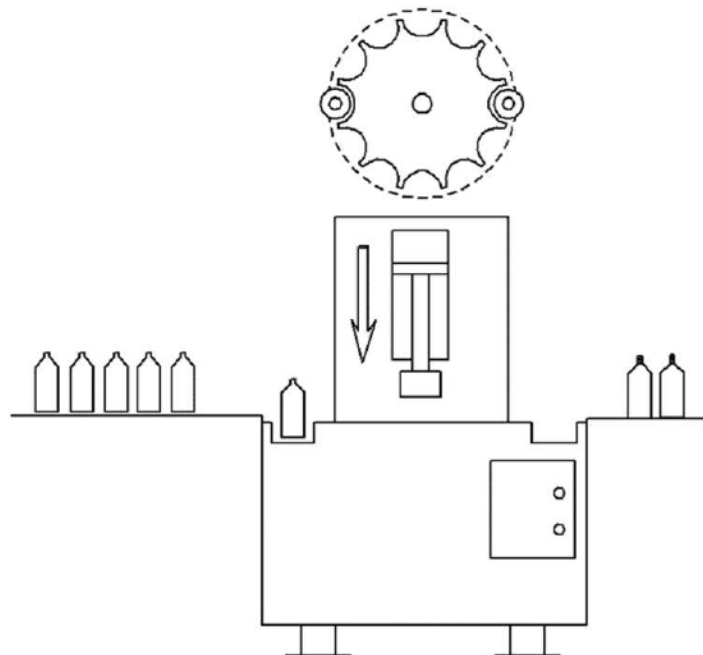


Figura 35. Esquema previo de la máquina tapadora

2.1.7 EVALUACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS

Se evaluarán las tres alternativas a través del método scoring, el cual permitirá conocer cuál es la alternativa adecuada a través de un sistema de puntuación en base a los criterios planteados en el diseño de la mejor solución.

Para calcular los valores del método scoring se utilizará la siguiente ecuación:

$$S_j = \sum_i W_i r_{ij}$$

Donde

- r_{ij} = rating de la alternativa j en función del criterio i
- w_i = ponderación para cada criterio i
- S_j = score para alternativa j

El método scoring se divide en las siguientes etapas:

- Identificar la meta general del problema
- Identificar las alternativas
- Listar los criterios a emplear en la toma de decisiones
- Asignar una ponderación para cada uno de los criterios
- Establecer cuánto satisface cada alternativa a nivel de cada uno de los criterios
- Calcular el score para cada una de las alternativas.
- Determinar con el score más alto la alternativa que se recomendará.

Definición de los criterios de evaluación

- Debe cumplir con la demanda, la cual se establece en 20 envases por minuto

como mínimo.

- El sellado del envase debe ser garantizado, el equipo debe ser capaz de sellar los diferentes tipos de envases que comprende el diseño.
- De operación sencilla, cualquier persona sin necesidad de recibir mucha capacitación debe ser capaz de operar el equipo.
- Disponibilidad de materiales, para facilitar reparaciones y mantenimiento se espera que todos los materiales estén disponibles en el mercado local.
- Los costos deben ser los mínimos posibles, tanto en fabricación como en mantenimiento.
- Mecánica sencilla, muy estable y altamente confiable

Asignación de ponderación para cada uno de los criterios: en este método se realiza una evaluación de los requerimientos en el que la calificación será de 1 a 5 como se muestra en la tabla 1.

Tabla 1. Asignación de ponderación

1	Muy poco importante
2	Poco importante
3	Importancia media
4	Algo importante
5	Muy importante

Una vez obtenida la asignación de ponderación se procede con la calificación de los criterios seleccionados como se muestra en la tabla 2.

Tabla 2. Ponderación de criterios

Criterios	Ponderación
Debe cumplir con la demanda	4
El sellado del envase debe ser garantizado	5
De operación sencilla,	4
Disponibilidad de materiales	3
Costos mínimos	4
Mecánica sencilla	4

Se establece cuanto satisface cada alternativa a nivel de cada uno de los criterios, para empezar con este punto primero se asigna una calificación de 9 puntos en donde 1 será extra bajo y 9 muy alto, como se muestra en la tabla 3.

Tabla 3. Ponderación lineal

Extra bajo	1
Muy bajo	2
Bajo	3
Poco bajo	4
Medio	5
Poco alto	6
Alto	7
Muy alto	8
Extra alto	9

Retomando las alternativas de diseño se establecen los grados de satisfacción para cada una de las tres alternativas realizando el cálculo por el método scoring que a continuación se presentan en la tabla 4.

Tabla 4. Cálculos de score para cada alternativa

Criterios	Ponderación w_i	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Debe cumplir con la demanda	4	8	6	6
El sellado del envase debe ser garantizado	5	9	9	9
De operación sencilla	4	8	7	8
Disponibilidad de materiales	3	7	7	7
Costos mínimos	4	8	6	6
Mecánica sencilla,	4	8	6	7
total		194	166	174

La alternativa con mayor puntuación es la número 1 con 194 puntos, por consiguiente, es la que se debe seleccionar.

La alternativa 1 plantea una máquina taponadora automática la cual tapa los envases uno a la vez, esto hace que pueda tapar hasta 20 envases por minuto lo cual es suficiente para la pequeña producción, en la cual se enfoca este estudio y diseño.

Este diseño permite mejorar la producción sin tener que recurrir a diseños más complejos lo cual se traduce en mayores costos tanto en la fabricación del equipo, como en el mantenimiento.

2.1.8 SELECCIÓN DEL SURTIDOR DE TAPONES

La alternativa 1 cuenta con un surtidor de tapones el cual es el encargado de suministrar, ordenar y colocar los tapones para su posterior cierre. En este apartado se analizarán los surtidores más comunes, bajo el método de los criterios ponderados, para determinar cuál es el que mejor se adapta a las necesidades planteadas para el proyecto.

La base de la matriz morfológica es la ponderación de criterios de evaluación de las alternativas existentes. Por lo tanto, para poder construirla es necesario definir aquellos criterios que son importantes para el desarrollo y funcionamiento de una máquina automática tapadora de botellas.

ALIMENTADOR DE TAPAS

Para la alimentación de tapas existen cuatro opciones: alimentador de plato vibratorio, centrífugo, centrífugo de plato vibratorio y de escalera como se muestra a continuación.

➤ ALIMENTADOR DE PLATO VIBRATORIO

Ventajas

- No es necesario un sistema de control
- Apropiado para tapas pequeñas

Desventaja

- No son apropiados para piezas simétricas
- Velocidad baja (100 tapas por minuto)

- Baja adaptabilidad
- Gran desgaste mecánico por las vibraciones
- Instalado sobre la línea de producción

➤ **ALIMENTADOR CENTRIFUGO**

Ventajas

- Velocidad moderada (200 tpm o 20 mpm)
- No es necesario un sistema de control

Desventajas

- Solo funcionan para tapas altas
- No es apto para geometrías especiales
- Instalado sobre la línea de producción

➤ **ALIMENTADOR CENTRIFUGO DE PLATO GIRATORIO**

Ventajas

- Alta velocidad (desde 10 mpm hasta 50 mpm)
- Gran durabilidad (mínimo 10 años)
- Versátil

Desventajas

- Alto costo

- Necesita de un sistema de control
- Necesita un distribuidor de partes
- Instalado sobre la línea de producción

➤ **ALIMENTADOR DE ESCALERA**

Ventajas

- Instalado al nivel del piso
- Menor riesgo para el operador que coloca las tapas
- No necesita de un distribuidor de partes

Desventajas

- Apropiado para tapas pequeñas, planas (diámetro mayor a su altura)
- Baja velocidad (125 tpm o 12 mpm)
- Requiere de más espacio

Para seleccionar el surtidor es necesario establecer los criterios de ponderación:

- Versatilidad: que tenga la capacidad de orientar diferentes tipos de tapas.
- Espacio: el área que cubra el surtidor no debe ser demasiado grande
- Durabilidad: debe soportar la jornada completa de trabajo.
- Mecánica simple: fácil de mantener y de fácil de reparar.

Una vez definidos los criterios es necesario definir aquellos que tienen mayor importancia para el desempeño. En la tabla 6 se pueden observar los valores de ponderación de cada criterio una vez que se ha llenado la matriz de acuerdo a su relevancia; siguiendo la solución mostrada en la tabla 5.

Tabla 5. Esquema de solución para la matriz de criterios ponderados

Esquema de solución	
1	Fila mejor que columna
0.5	Fila igual que columna
0	Fila peor que columna

Tabla 6: Evaluación del peso específico de cada criterio para la alimentación de tapas

	Versatilidad	Espacio	Durabilidad	Mecánica	Sumatoria +1	Ponderación
Versatilidad		1	1	0.5	3.5	0.35
Espacio	0		0.5	0.5	2	0.2
Durabilidad	0	0.5		0	1.5	0.15
Mecánica	0.5	0.5	1		3	0.3
				Total	10	

Versatilidad > Mecánica > Espacio > Durabilidad

Tabla 7. Evaluación del peso específico del criterio versatilidad

Versatilidad	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Alternativa 4	Sumatoria +1	Ponderación
Alternativa 1		0.5	0	0.5	2	0.2
Alternativa 2	0.5		0	0.5	2	0.2
Alternativa 3	1	1		1	4	0.4
Alternativa 4	0.5	0.5	0		2	0.2
				Total	10	

Alternativa 3 > Alternativa 1 = Alternativa 2 = Alternativas 4

Tabla 8. Evaluación del peso específico del criterio espacio

Espacio	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Alternativa 4	Sumatoria +1	Ponderación
Alternativa 1		0	0.5	1	2.5	0.25
Alternativa 2	1		1	1	4	0.4
Alternativa 3	0.5	0		1	2.5	0.25
Alternativa 4	0	0	0		1	0.1
Total					10	

Alternativa 2 > Alternativa 1 = Alternativa 3 > Alternativa 4

Tabla 9. Evaluación del peso específico del criterio Durabilidad.

Durabilidad	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Alternativa 4	Sumatoria +1	Ponderación
Alternativa 1		0	0	0	1	0.1
Alternativa 2	1		0.5	0.5	3	0.3
Alternativa 3	1	0.5		1	3.5	0.35
Alternativa 4	1	0.5	0		2.5	0.25
Total					10	

Alternativa 3 > Alternativa 2 > Alternativa 4 > Alternativa 1

Tabla 10. Evaluación del peso específico del criterio Mecánica.

Mecánica	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Alternativa 4	Sumatoria +1	Ponderación
Alternativa 1		0.5	1	0.5	3	0.3
Alternativa 2	0.5		1	0.5	3	0.3
Alternativa 3	0	0		1	2	0.2
Alternativa 4	0.5	0.5	0		2	0.2
Total					10	

Alternativa 2 = Alternativa 1 > Alternativa 3 = Alternativa 4

Tabla 11. Cálculo total de las alternativas con respecto al peso de cada criterio.

	Versatilidad	Espacio	Durabilidad	Mecánica	Sumatoria	Ponderación	Prioridad
Alternativa 1	0.07	0.050	0.015	0.090	0.225	0.02250	3
Alternativa 2	0.07	0.080	0.045	0.090	0.285	0.02850	2
Alternativa 3	0.14	0.050	0.053	0.060	0.3025	0.03025	1
Alternativa 4	0.07	0.020	0.038	0.060	0.1875	0.01875	4

La alternativa mejor evaluada en base a los criterios establecidos es la alternativa 3, la cual sería un surtidor centrifugo o giratorio. Por tanto, este será el diseño que se seleccionará para que forme parte del equipo taponador.

2.1.9 COLOCACIÓN DE TAPONES

La colocación de tapas se llevará a cabo mediante un cilindro neumático este tendrá el trabajo de empujar levemente los tapones para alinearlos con la botella para su posterior cerrado y roscado, este un sistema sencillo y funcional, que permite mantener un diseño simple y económico. Además, se integra perfectamente con los demás cilindros del sistema y se puede controlar con el mismo módulo de control.

2.1.10 POSICIONAMIENTO DE LAS BOTELLAS

El posicionamiento de las botellas para su posterior sellado se llevará a cabo mediante cilindros neumáticos, este es uno de los sistemas que mejor se adapta al diseño planteado, debido a sus ventajas como un bajo costo y a el fuerte agarre que tienen las botellas impidiendo así caídas accidentales, una de las desventajas que tiene este sistema es que necesita al menos dos cilindros neumáticos y que la

producción necesita detenerse para hacer el sellado.

2.1.11 TAPADO DE BOTELLAS

El tapado o propiamente dicho el roscado de los tapones en las botellas se llevará a cabo mediante el dispositivo pick & place, pero este a su vez será accionado mediante un cilindro neumático, este ofrece una serie de ventajas que son muy útiles entre ellas están: es adaptable a diferentes alturas de envases, adaptable a la velocidad de la banda, adaptable a diferentes tipos de tapones ya sean de roscado largo o corto. A su vez tiene desventajas como necesitar de un dispositivo extra para reducir su velocidad.

2.1.12 SISTEMA DE CONTROL

Para que el diseño planteado pueda funcionar es necesario un sistema de control, este es el encargado de coordinar cada movimiento de la máquina de modo que puede llevar a cabo su tarea, para esto es necesario que cada componente del equipo realice la tarea que se le fue encargada en el momento indicado, dentro de los diferentes tipos de sistema de control que hay en el mercado se optó por un sistema PLC o Controlador Lógico Programable.

Para este componente de la máquina, se selecciona un PLC MODICON TM221C40R.

En base a los elementos seleccionados se presenta un bosque de la máquina que se va a diseñar en la figura 36, donde se presentan los principales componentes.

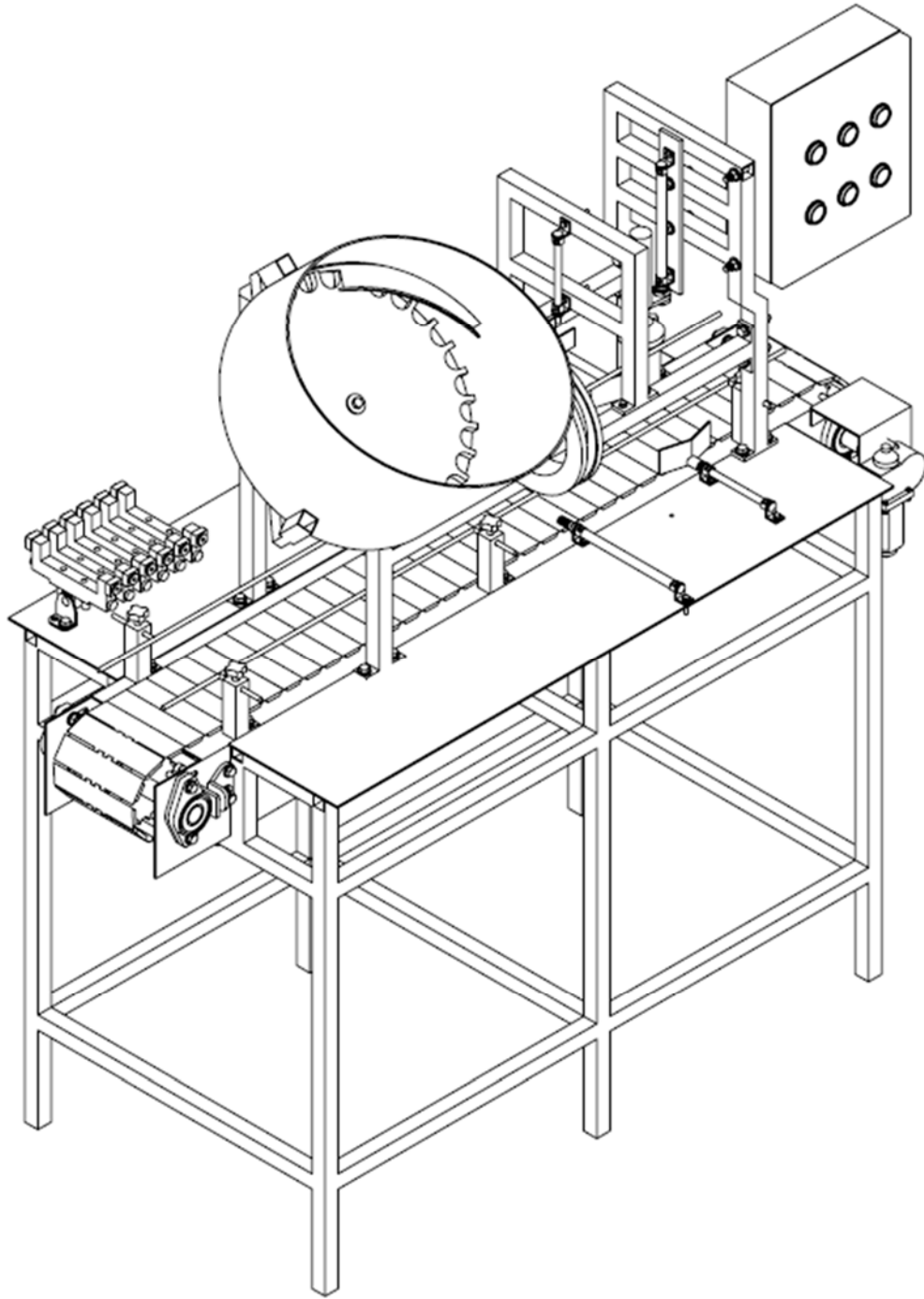


Figura 36. Bosquejo de la máquina a diseñar
Fuente: elaboración propia

2.2 PROPUESTA DE DISEÑO DE LA SOLUCIÓN

En base a la alternativa seleccionada se realizará el diseño de la máquina taponadora. En este capítulo se describe con detalles el diseño de todos los componentes que conformaran el equipo taponador, así como el funcionamiento de cada elemento. Se describe el funcionamiento del sistema de control y los elementos que lo conforman.

2.2.1 SISTEMA DE TRANSPORTE

Este sistema es básicamente una banda transportadora lineal que lleva los envases previamente llenados del líquido acercándolos a los demás sistemas donde se llevara a cabo la parte de colocación de tapón y roscado de este mismo, existen diversos tipos de sistemas de transporte y se puede seleccionar de entre varias opciones una que se adapte de mejor manera a la solución que se está desarrollando.

2.2.2 SELECCIÓN DE BANDA TRANSPORTADORA

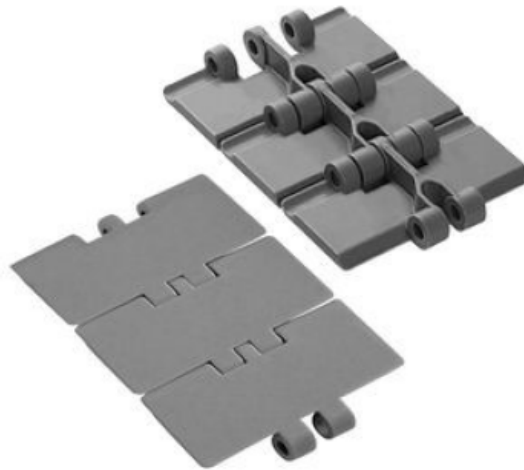
Para definir el tipo de material del que será diseñada el sistema del transporte, se consideran ciertos materiales que se utilizaran en la industria alimenticia, como el acero inoxidable y plástico de ingeniería que cumplan con la exigencia de los procedimientos de la manufactura de alimentos.

Para la estructura de soporte, se determinará el acero inoxidable AISI 304, por su resistencia a la corrosión y resistencia. Para la banda de cadena, se puede considerar dos materiales, plásticos POM y AISI 304.

Se consideran en la selección facilidad de ensamble, dimensiones requeridas de la banda y la velocidad, también el tipo de material, peso a transportar, inclinación y bajo costo, por tanto, se selecciona:

Material seleccionado: plástico POM (figura 37).

Designación	Ancho W		Peso	
Uni 831-K600	152.4 mm	6 in	1.6 Kg/m	1.05 lb/in



*Figura 37. Cadena de tablillas plásticas POM D uni831
Fuente: www.todobandas.com*

2.2.3 DETERMINACIÓN DE LA VELOCIDAD DE LA BANDA

La velocidad de la banda transportadora es un parámetro que determina una buena movilidad de los envases sobre la misma para que se pueda entregar la cantidad de envases taponados en el tiempo esperado.

Para determinar la velocidad de la banda se debe calcular la aceleración máxima permisible para la misma, realizando análisis de volteo y deslizamiento para los envases que serán transportados, siendo la aceleración de la banda la misma que actúa sobre el envase también, siendo esta un factor a tomar en cuenta ya que puede producir deslizamiento y/o volteo sobre los envases.

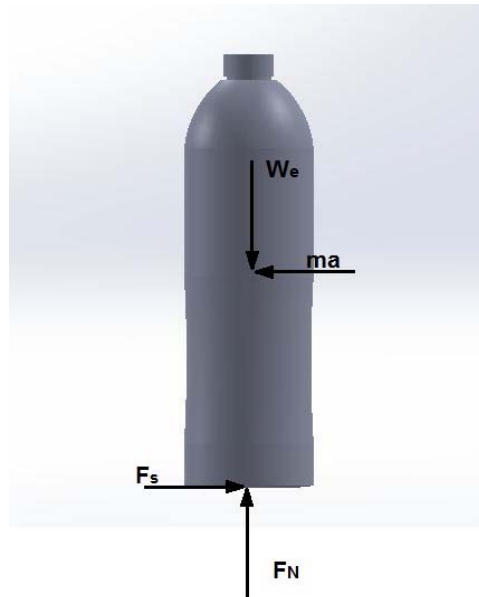
Para realizar el cálculo, se trabaja con uno de los tamaños más pequeños de envases que se podrán taponar en esta máquina, ya que un envase de tamaño pequeño es más propenso a voltearse y deslizarse con más facilidad, debido a su tamaño más pequeño y peso menor.

Los análisis de volteo y deslizamiento se realizan partiendo de los siguientes datos.

Datos para el análisis de velocidad:

Gravedad:	9.81 m/s^2
Masa del envase (presentación de 250 ml) (m_{e0})	0.0172 Kg
Masa del envase lleno (m_{e10})	0.2672 Kg
Altura del envase (h_e)	0.20 m
Diámetro del envase (D_e)	0.06 m
Coefficiente de fricción estática (μ_s)	0.20
Peso del envase (W_{e0})	0.1699 N
Peso de 250 ml de líquido	2.4525 N
Peso del envase lleno (W_{e10})	2.6224 N

Análisis de deslizamiento:



*Figura 38. Diagrama de cuerpo libre para análisis de deslizamiento
Fuente: elaboración propia*

Partiendo del diagrama de cuerpo libre de la figura 38:

$$\sum F_y = 0$$

$$W_{elo} = F_N \quad ec1$$

$$\sum F_x = ma$$

$$F_s = m_{elo}a_e \quad ec2$$

La fuerza que mantiene al envase sin que se deslice es la fuerza de fricción entre el envase y la banda, por tanto, se considera a esta como el valor límite para mantener el envase estático, por tanto, se sustituye el valor de esta en la ecuación 2 para determinar la aceleración máxima que va a provocar el deslizamiento.

$$F_s = \mu_s F_N$$

$$F_s = (0.20)(2.6224)$$

$$\boxed{F_s = 0.5245 \text{ N}}$$

Sustituyendo F_s en ec2.

$$F_s = m_e a_e \quad ec2$$

Despejando a_e de ec2.

$$a_e = \frac{F_s}{m_{e0}} \quad ec2 \quad a_e = \frac{0,5245}{0.2672}$$

$$\boxed{a_e = 1.96 \text{ m/s}^2}$$

La aceleración obtenida es la aceleración máxima que se puede aplicar a la banda para evitar la condición de deslizamiento en el envase.

Análisis de volteo:

En este análisis se considera una fuerza que produciría el volteo del envase al aplicarle cierta aceleración a través de la banda transportadora, esta fuerza estará aplicada en el centro de gravedad del envase.

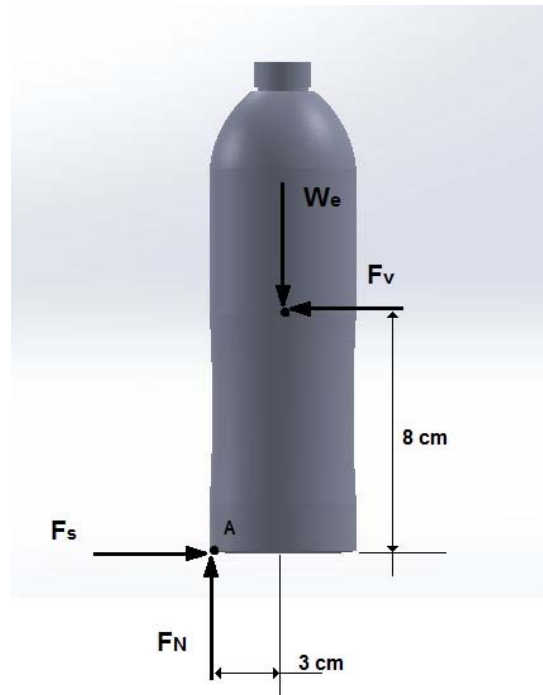


Figura 39. Diagrama de cuerpo libre para análisis de volteo

Haciendo sumatoria de momentos en el punto A que se muestra en el diagrama de cuerpo libre de la figura 39.

$$\sum M_a = 0$$

$$F_v(0.08) - W_{el0}(0.03) = 0 \quad ec3$$

$$F_v = 0.98 \text{ N}$$

F_v es la fuerza que produce el volteo del envase.

$$F_v = m_{el0} a_e \quad ec4$$

Despejando la aceleración en la ec4

$$a_e = \frac{F_v}{m_{el0}} \quad a_e = \frac{0.98}{0.2672}$$

$$a_e = 3.66 \text{ m/s}^2$$

La aceleración obtenida es la aceleración máxima que se puede aplicar a la banda para evitar la condición de volteo en el envase.

Se debe seleccionar para la banda una aceleración menor a las aceleraciones máximas obtenidas para las condiciones de deslizamiento y volteo, otro factor que se debe considerar es que se debe seleccionar una aceleración lo suficientemente pequeña debido a que en el análisis no se consideró la geometría compleja de la base de los envases que no permite que haya una superficie de contacto lo suficientemente amplia para que se puedan aplicar estas aceleraciones máximas obtenidas, además al seleccionar una aceleración lo más pequeña que se pueda, se reducirá la potencia que vaya a requerir el motor que se va a seleccionar para que accione la banda transportadora.

Teniendo en cuenta las observaciones anteriores, se selecciona una aceleración para la banda transportadora de:

$$a_e = 0.15 \text{ m/s}^2$$

Usando las ecuaciones que rigen el movimiento rectilíneo uniformemente acelerado y movimiento rectilíneo, se puede determinar la distancia que se recorre en el tiempo de aceleración y la velocidad final a la que operara normalmente la banda transportadora.

Tiempo de aceleración de la banda transportadora aproximado 1 segundo.

$$V_b = V_0 - a_e t_a$$

$$V_b = 0 + (0.15 \text{ m/s}^2)(1) \quad V_b = 0.15 \text{ m/s} = 15 \text{ cm/s}$$

$$X_b = X_0 + V_0 t_a + \frac{1}{2} a_a t_a^2$$

$$X_b = 0 = 0(1) + \frac{1}{2} (0.15 \text{ m/s}^2)(1)^2$$

$$X_b = 0.075 \text{ m} = 7.5 \text{ cm}$$

2.2.4 SELECCIÓN DE PIÑÓN

Después de determinar el diseño/tipo de banda y el material de la mismas, es necesario definir las características del conjunto motor reductor que será la unidad motriz del sistema. Para esto, es necesario definir diámetro del piñón y velocidad angular.

De acuerdo con el catálogo (anexo) del fabricante para el tipo de cadena elegida el piñón adecuado es un piñón de 19 dientes con $D_p = 117.3$ mm, en material de poliamida el cual se muestra en la figura 40.

Datos del piñón que se seleccionó este para el diseño

- Diámetro del piñón (D_p) 117.3 mm
- Ancho (B_p) 50 mm
- Material Poliamida
- Densidad del material del piñón (ρ_p) 1.14 (g/cm^3)

Inercia del piñón:

$$I_p = 2\left(\frac{1}{2}\pi B_p \rho_p \left(\frac{D_p}{2}\right)^4\right)$$

$$I_p = 2\left(\frac{1}{2}\pi(0.05)(1140)\left(\frac{0.1173}{2}\right)^4\right)$$

$$\boxed{I_p = 0.0021188 \text{ kg m}^2}$$

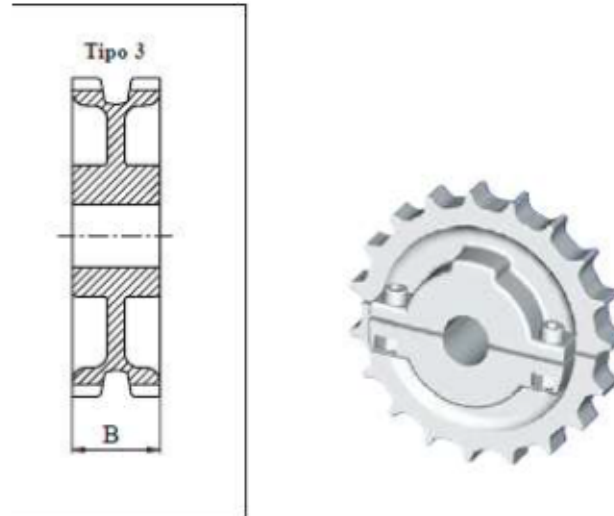


Figura 40. Piñón de poliamida bipartido
Fuente: www.todobandas.com

2.2.5 DISEÑO DEL EJE DE TRANSMISIÓN

El eje de transmisión es el elemento que recibe la potencia proporcionada por el motor y transmite al piñón que acciona la banda transportadora y así mover la carga que se encuentra sobre esta.

El diámetro del eje se define de acuerdo a las dimensiones del piñón y de los rodamientos seleccionados.

La longitud del eje se determina tomando en cuenta el ancho de la banda, los perfiles de soporte y las chumaceras que darán soporte al rodamiento y eje.

El material seleccionado para fabricar este componente es el acero inoxidable 304, debido a que podría existir algún derrame de líquido sobre el mismo.

Especificaciones de los ejes de la banda transportadora.

- | | |
|------------------------------|------------|
| ▪ Diámetro de eje (D_e) | 25.4 mm 1" |
| ▪ Longitud del eje (L_e) | 0.30 m |
| ▪ Material | AISI304 |

- | | |
|-------------------------|---------------------|
| ▪ Densidad (ρ_E) | 7.9 (g/cm^3) |
| ▪ Inercia (I_E) | 0.0001936 $kg\ m^2$ |

2.2.5.1 SELECCIÓN DE MOTOR

Para seleccionar el motor que va a ser el encargado de mover la banda transportadora, se debe tener en cuenta la cantidad de carga que se va a mover, también la resistencia que esta carga provoca en la banda transportadora, teniendo en cuenta esto, se debe seleccionar un motor capaz de vencer esa resistencia.

2.2.5.2 CARGA TOTAL A MOVER

Se diseña la estructura del sistema, suponiendo que se está trabajando con la capacidad máxima que podría admitir la máquina, que es con envases de 3 lt, dado que, aunque podría trabajar con envases de menor capacidad, estos no pondrían en riesgo la estabilidad de la máquina.

Calculando el peso total que deberá ser movido por el motor, teniendo en cuenta la masa total que se concentra sobre la banda y el peso de la misma.

$$\text{Numero de envases sobre la banda} = \frac{\text{Longitud de la banda}}{\text{Diametro mayor de envases}}$$

$$\text{Numero de envases sobre la banda} = \frac{1.25\ m}{0.125\ m}$$

$$\text{Numero de envases sobre la banda} = 10\ \text{envases}$$

- Diámetro de envase supuesto, aproximadamente el diámetro de envases típicos es de 3 L \approx 0.125 m.
- Masa de envases \approx 55 g.
- Masa de envases llenos \approx 2.554 kg. (suponiendo que la densidad del líquido envasado es similar a $\rho = 1000\ kg/m^3$).

Tomando en cuenta que existe la posibilidad de que se utilicen envases de 3 L, la masa de cada envase seria aproximadamente de 3.055 kg, y considerando los 10 envases sobre la banda la masa de producto seria:

- $m_e = 0.055 \text{ kg}$ masa del envase vacío.
- $m_{liq} = 3.00 \text{ kg}$ masa del líquido contenido en el envase.

Masa de un envase lleno

$$m_{el} = m_e + m_{liq}$$

$$m_{el} = 0.055 \text{ kg} + 3.00 \text{ kg}$$

$$m_{el} = 3.055 \text{ kg}$$

Masa de 10 envases llenos

$$m_{te} = 10 \times m_{el}$$

$$m_{te} = 10 \times 3.055 \text{ kg}$$

$$\boxed{m_{te} = 30.55 \text{ kg}}$$

masa de envases sobre la banda.

Masa de la cadena por unidad de longitud $\approx 1.6 \text{ kg/m}$ (anexo)

$$m_{cad} = 1.6 \times 1.25 \times 2$$

$$m_{cad} = 4 \text{ kg} \quad \text{masa total de la cadena}$$

Masa total que se concentra sobre la banda

$$M_t = m_{te} + m_{cad}$$

$$M_t = 30.55 \text{ kg} + 4 \text{ kg}$$

$$M_t = 34.55 \text{ kg}$$

Peso total

Peso de 10 envases:

$$W_{ce} = 30.55 \text{ kg} \times 9.81 \text{ m/s}^2$$

$$\boxed{W_{ce} = 299.69 \text{ N}}$$

Peso total de la cadena:

$$W_{cad} = 4 \text{ kg} \times 9.81 \text{ m/s}^2$$

$$\boxed{W_{cad} = 39.24 \text{ N}}$$

Peso total sobre la banda

$$W_t = W_{ce} + W_{cad}$$

$$W_t = 299.69 + 39.24$$

$$\boxed{W_t = 338.94 \text{ N}}$$

2.2.5.3 TORQUE RESISTIVO

El torque resistivo es causado por la fuerza de fricción provocada por el contacto que existe entre los eslabones y las guías que soportan la banda transportadora, teniendo en cuenta el peso de los envases llenos sobre la banda.

Datos para el análisis del torque resistivo.

- Coeficiente de rozamiento entre las guías y banda (μ_{s1}) 0.15
- Peso total de los envases llenos sobre la banda (W_{ce}) 299.69 N
- Peso de la cadena (W_{cad}) 39.24 N

Fuerza de rozamiento entre banda y guías

$$F_r = \mu_{s1}(W_{ce} + W_{cad})$$

$$F_r = 0.15(299.69 + 39.24)$$

$$\boxed{F_r = 50.84 \text{ N}}$$

Torque de resistencia

Este es el par necesario para mover la carga

$$T_r = F_r \left(\frac{D_p}{2} \right)$$

$$T_r = 50.84 \left(\frac{0.1173}{2} \right)$$

$$\boxed{T_r = 2.9817 \text{ N m}}$$

2.2.5.4 TORQUE DE ACELERACION

El torque de aceleración del sistema se determina a partir de las inercias de todos los componentes y cargas que se van a mover y que van a representar una restricción al entrar en movimiento el motor.

Inercia de toda la carga sobre la banda.

$$I_t = m_t \left(\frac{D_p}{2} \right)^2$$

$$I_t = 34.55 \left(\frac{0.1173}{2} \right)^2$$

$$I_t = 0.1188 \text{ kg m}^2$$

Velocidad angular

$$\omega = \frac{2v_b}{D_p}$$

$$\omega = \frac{2(0.15)}{0.1173}$$

$$\boxed{\omega = 2.56 \text{ rad/s} = 25.28 \text{ rpm}}$$

Torque de aceleración:

$$T_a = (I_e + I_t + I_p) \left(\frac{\omega}{t_a} \right)$$

$$T_a = (0.0001936 + 0.1188 + 0.0021188) \left(\frac{2.56}{1} \right)$$

$$\boxed{T_a = 0.31 \text{ N m}}$$

2.2.5.5 TORQUE DEL MOTOR

Se calcula el torque del motor que sería la suma de los torques resistivo y de aceleración, y luego seleccionar un motor que pueda suministrar el torque indicado, luego se debe considerar la inercia del propio motor seleccionado y verificar si se sigue cumpliendo con el torque total del arreglo motor.

Inercia del motor seleccionado

$$I_m = 0.0002423 \text{ kg m}^2$$

Torque de aceleración considerando la inercia del motor seleccionado

$$T_a = (I_e + I_t + I_m + I_p) \left(\frac{\omega}{t_a} \right)$$

$$T_a = (0.0001936 + 0.1188 + 0.0002423 + 0.0021188) \left(\frac{2.56}{1} \right)$$

$$T_a = 0.31 \text{ N m}$$

Torque del motor

$$T_m = T_r + T_a$$

$$T_m = 2.9817 + 0.31$$

$$\boxed{T_m = 3.29 \text{ N m}}$$

La inercia del motor no produce ningún cambio en el valor del torque de aceleración necesario para mover la banda, debido a sus dimensiones compactas, por tanto, se selecciona un Motor reductor DC de la marca DOGA, serie 317, 24 V dc, 25 rpm, par máx. 4 N m.

2.2.5.6 ANÁLISIS A FATIGA DEL EJE

Ya se tienen definidas las dimensiones y el material del que serán fabricados los ejes de la banda transportadora, realizar un análisis de fatiga para este elemento va

a permitir determinar el factor de seguridad con el que está diseñado el eje con el material y las dimensiones especificadas para las cargas a las que estará sometido en su operación normal.

El torque que se aplica al eje es el mismo torque del motor ya que está acoplado directamente, no hay pérdida de potencia.

$$P_m = P_e \quad F_p = \frac{2T_m}{D_p} \quad F_p = \frac{2(3.29)}{0.1173} \quad F_p = 56.09 \text{ N}$$

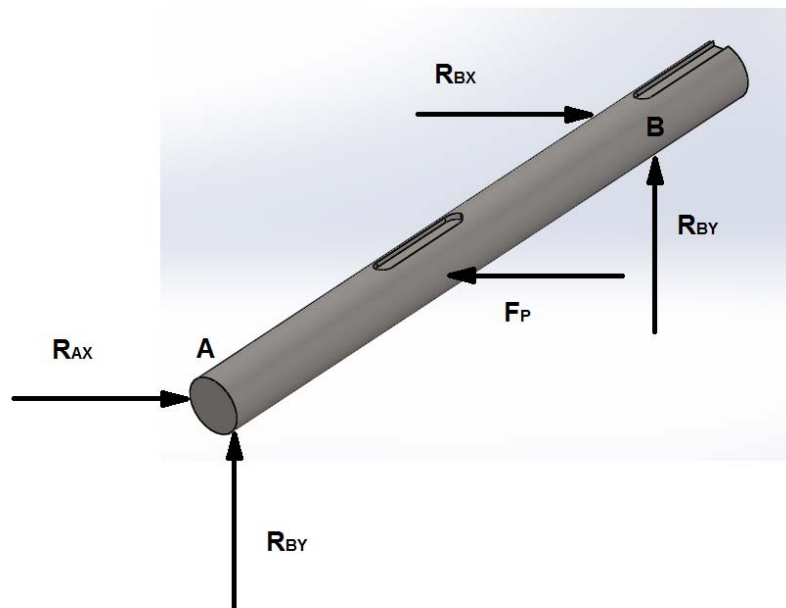


Figura 41. Diagrama de cuerpo libre para eje conductor

Haciendo sumatoria de momentos alrededor del punto A como se muestra en la figura 41, que es la ubicación del rodamiento de ese extremo, se puede calcular el valor de la reacción en el punto B, que es la carga que se aplica en el cojinete del punto B.

$$\sum M_A = 0$$

$$-F_p(0.1074) + R_{By}(0.2148) = 0$$

$$-(56.09)(0.1074) + R_{By}(0.2148) = 0$$

$$R_{By} = 28.045 \text{ N}$$

Ahora, se realiza sumatoria de fuerzas en el eje coordenado Y para determinar la reacción en el punto del rodamiento en A

$$\sum F_y = 0$$

$$R_{Ay} + R_{By} - F_p = 0$$

$$R_{Ay} + 28.045 - 56.09 = 0$$

$$R_{Ay} = 28.045 \text{ N}$$

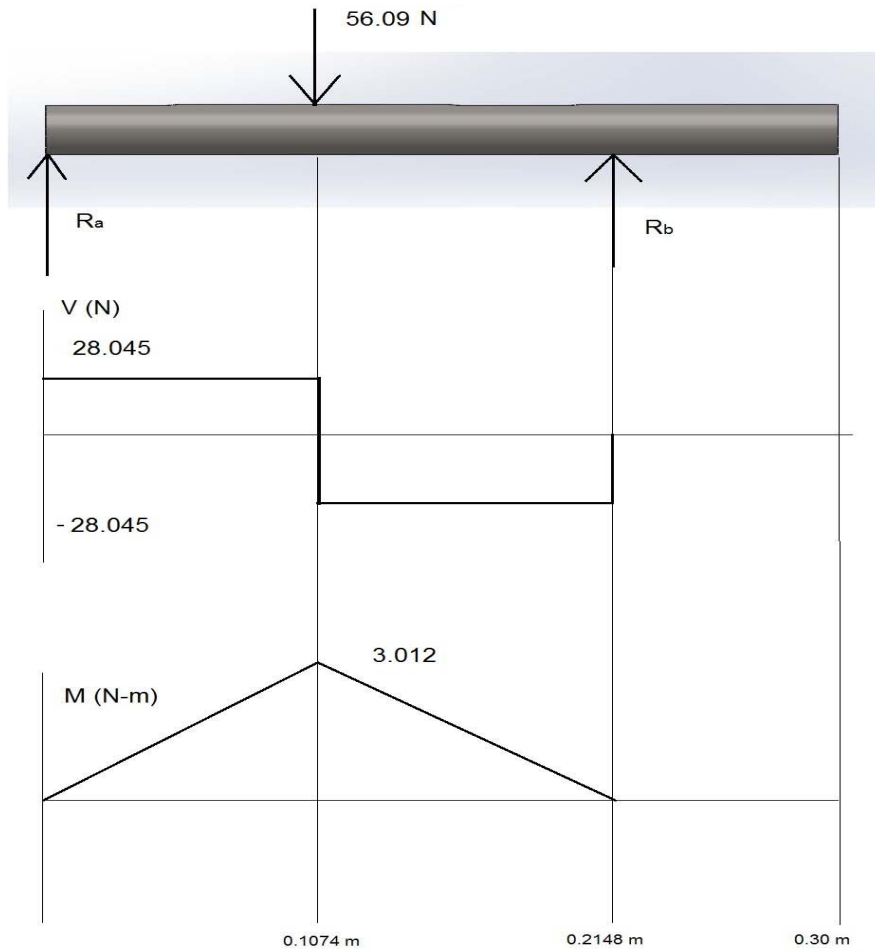


Figura 42. Diagrama de momento flector y fuerza cortante en eje conductor

Se verifican los valores de esfuerzo evaluando en el siguiente análisis, según el diagrama de la figura 42.

Esfuerzo axial en el acople del piñón con el eje y esfuerzo cortante máximo en el eje.

$$\sigma_a = \frac{32 M}{\pi d_3^3} = \frac{32(3.012)}{\pi(0.0254)^3} = \boxed{1.8722 \text{ Mpa}}$$

$$\tau = \frac{16 T}{\pi d^3} = \frac{16(3.29)}{\pi(0.0254)^3} = \boxed{1.0225 \text{ Mpa}}$$

Se determinan los esfuerzos alternantes y medios, analizando el punto donde se presenta el mayor valor de esfuerzo que es en el punto donde va acoplado el piñón.

Teniendo en cuenta que $\tau_a = 0$ y $\sigma_m = 0$ el esfuerzo equivalente alterno queda:

$$\sigma_{ea} = (\sigma_a^2 + 3\tau_a^2)^{1/2}$$

$$\sigma_{ea} = (\sigma_a^2 + 0)^{1/2}$$

$$\sigma_{ea} = \sigma_a = 1.8722 \text{ Mpa}$$

Y el esfuerzo equivalente medio:

$$\sigma_{em} = (\sigma_m^2 + 3\tau_m^2)^{1/2}$$

$$\sigma_{em} = (0 + 3(1.506 \times 10^6)^2)^{1/2}$$

$$\sigma_{em} = 2.60 \text{ Mpa}$$

Considerando la resistencia del acero inoxidable AISI 304, el esfuerzo último es:

$$S_{ut} = 585 \text{ Mpa}$$

$$S'_n = 0.5 S_{ut}$$

$$S'_n = 292.5 \text{ Mpa}$$

Ahora, se determinan los factores necesarios para aplicar la teoría de Goodman en

el análisis.

Factor superficial

$$k_a = a S_{ut}^{-b} \quad \text{rectificado } a = 1.58, b = -0.085$$

$$k_a = 1.58 S_{ut}^{-0.085}$$

$$k_a = 0.92$$

Factor de tamaño

$$k_b = \left(\frac{d}{0.3}\right)^{-0.107} \quad 0.11 \leq d \leq 2$$

$$k_b = \left(\frac{0.80}{0.3}\right)^{-0.107}$$

$$k_b = 0.90$$

Factor de carga

$$k_c = 0.58 \quad \text{flexión}$$

Factor de temperatura

$$k_d = 1$$

Factor de efectos diversos

$$k_e = 1$$

$$S_n = k_a k_b k_c k_d k_e S_n'$$

Sustituyendo en la ecuación los valores de los factores que se calcularon anteriormente para obtener el valor de la resistencia a fatiga real del eje

$$S_n = (0.92)(0.90)(0.58)(1)(1)(292.5)$$

$$S_n = 140.47 \text{ Mpa}$$

Aplicando la teoría de Goodman:

$$\frac{\sigma_{ea}}{S_n} + \frac{\sigma_{em}}{S_{ut}} = \frac{1}{s_f}$$

$$\frac{1.8722}{140.47} + \frac{2.60}{585} = \frac{1}{s_f}$$

$$\boxed{S_f = 56.3}$$

El factor de seguridad obtenido del análisis indica que el eje no presentará falla por fatiga para las cargas a las que estará sometido en su operación normal debido a que está por encima del valor crítico.

2.2.6 SELECCIÓN DE COJINETES

Para seleccionar, el tipo de rodamiento adecuado para el dispositivo, se considera su geometría y resistencia a la corrosión, en este caso se optará por rodamientos rígidos de bolas de acero inoxidable.

Dimensiones del rodamiento: diámetro interno de 25.4 mm se calcula su carga dinámica para seleccionar uno adecuado.

Determinar carga equivalente

$$F_e = VF_1$$

$$V = 1.0 \text{ (pista interna del coginete gira)}$$

$$F_1 = 28.045 \text{ N}$$

$$F_e = (1)(28.045)$$

$$F_e = 28.045 \text{ N}$$

Determinar carga dinámica en cojinete

$$C = F_e \left(\frac{Ld}{10^6} \right)^{1/k}$$

$$Ld = L_{10}N60$$

$$C = F_e \left(\frac{L_{10}N60}{10^6} \right)^{1/k}$$

$L_{10} = 14$ kh (máquina para servicio 8h. no siempre se usan completamente)

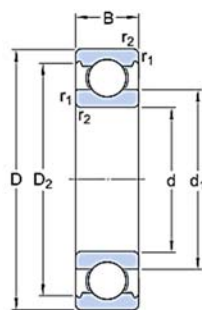
$N = 25.28$ rpm

$K = 3.0$ (cojinete de bola)

$$C = 28.045 \left(\frac{(14 \times 10^3)(25.28)(60)}{10^6} \right)^{1/3}$$

$$\boxed{C = 77.67 \text{ N}}$$

Se escoge un cojinete 6205, para cada uno de los apoyos de los ejes, ya que presenta una capacidad de carga dinámica de 14.8 kN y una capacidad de carga estática básica de 7.8 kN, el cual se muestra en la figura 43.



DIMENSIONES

d	25 mm	Diámetro del agujero
D	52 mm	Diámetro exterior
B	15 mm	Ancho
d ₁	≈ 34.35 mm	Diámetro del resalte del aro interior
D ₂	≈ 46.21 mm	Diámetro del rebaje del resalte del aro exterior
r _{1,2}	min. 1 mm	Dimensión del chaflán del aro exterior

Figura 43. Dimensiones básicas de rodamiento
Fuente: skf.com/products/ballbearings6205

2.2.7 ANÁLISIS DE SELECCIÓN DE MATERIAL PARA SOPORTES DE LA BANDA

La carga total, de producto y el peso de la banda es de 338.94 N de la cual se dividirá en los dos soportes, son dos perfiles en C rectangulares que estarán a ambos lados de la banda, el diagrama de carga distribuida se muestra en la figura 44.

Se analizará un soporte con la carga:

$$W = \frac{338.94}{2} = 169.47 \text{ N}$$

Que será la carga que estará distribuida en la longitud del soporte

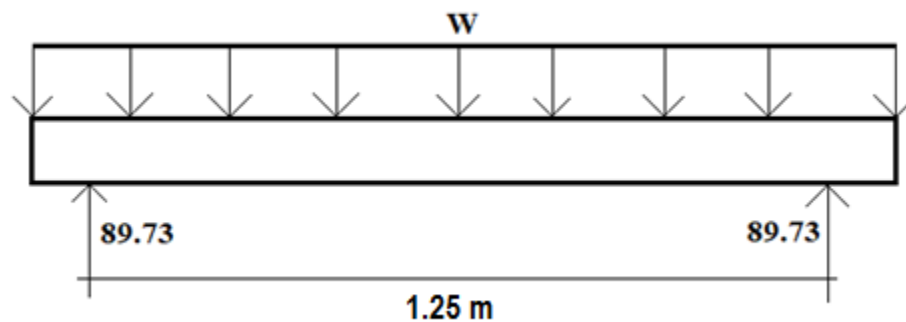


Figura 44. Diagrama de carga distribuida en el soporte de la banda
Fuente: Elaboración propia

Carga distribuida

$$W_d = \frac{169.47 \text{ N}}{1.25 \text{ m}} = 135.58 \text{ N/m}$$

Diagramas de fuerza cortante y momento flector

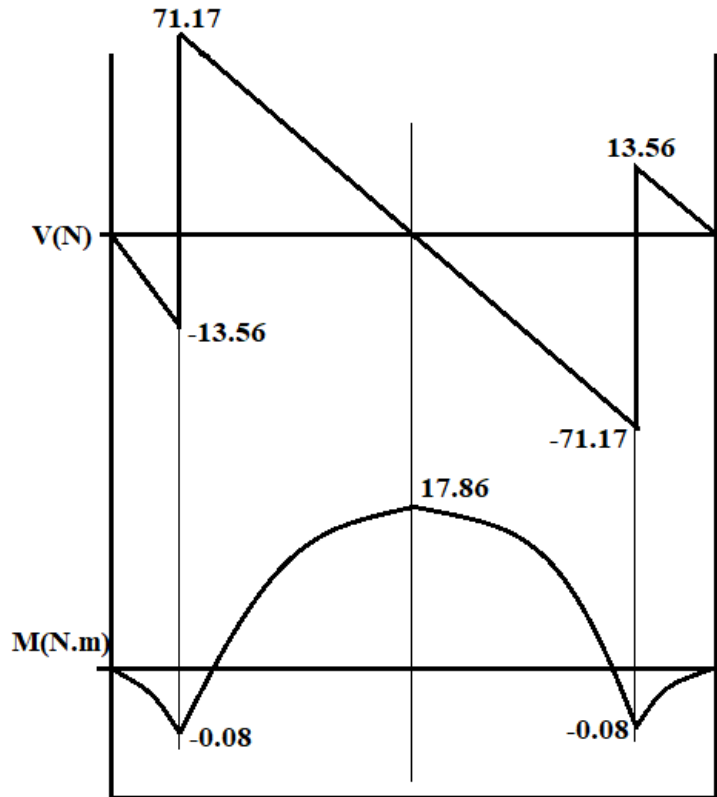


Figura 45. Diagrama de momento flector máximo del soporte
Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a los diagramas en la figura 45, las fuerzas cortantes resultantes en los apoyos de los soportes son de 71.17 N y el momento flector máximo es de 17.6 N m.

Para seleccionar un material debemos hallar el esfuerzo permisible, para el acero inoxidable se sabe que presenta un valor de fluencia de 241 Mpa asumiendo un factor de seguridad de 1.5 se calcula el esfuerzo permisible

$$\sigma_{permisible} = \frac{241 \times 10^6 Pa}{1.5}$$

$$\sigma_{permisible} = 160.67 Mpa$$

Ahora calculando el módulo mínimo de sección transversal de la placa con la que estará fabricando el perfil C que se muestra en la figura 46, que se utilizará como

soporte de banda transportadora

$$S_{min} = \frac{M_{max}}{\sigma_{per}}$$

S_{min} = módulo mínimo de sección transversal

M_{max} = momento flector máximo

$$S_{min} = \frac{17.86 \text{ N.m}}{160.67 \times 10^6 \text{ N/m}^2} = 1.111595 \times 10^{-7} \text{ m}^3$$

Ahora, se compara este resultado en la ecuación del módulo de sección para un perfil C rectangular y se busca despejar el valor h, que corresponde al espesor de la placa de soporte.

- $S_{min} = \frac{1}{6} * b * t$
- b = base del perfil
- h = ancho
- S_{min} = módulo mínimo de sección
- $S_{min} = \left(\frac{1}{6}\right) (3 \times 0.0254)(t)^2$
- $1.111595 \times 10^{-7} = \left(\frac{1}{6}\right) (3 \times 0.0254)(t)^2$
- $t = 2.95 \times 10^{-3} \text{ m}$

Se obtiene que el espesor de la placa con la que debe estar fabricado los perfiles C cuadrados con los que está construido los dos soportes de la banda transportadora es de $t = 2.95 \text{ mm}$.

En el mercado se encuentra de 3 mm de espesor, por tanto, se selecciona ese valor.

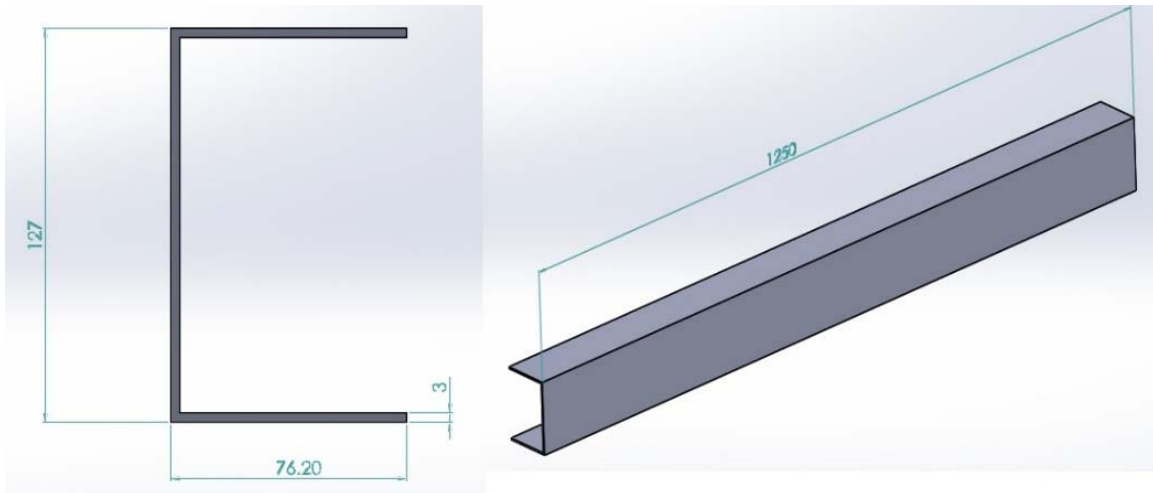


Figura 46. Dimensiones del soporte en C de la banda
Fuente: Elaboración propia

2.2.8 CÁLCULO DE DIMENSIONES DE ENSAMBLE DE BANDA TRANSPORTADORA

Considerando las características de los elementos prefabricados que serán ensamblados para formar la banda transportadora, se requiere calcular la distancia entre los ejes, la cantidad de pasos (eslabones) que formarán la banda para cubrir la distancia requerida en el diseño.

Inicial mente el diseño indica que la distancia entre ejes debe ser de 1.25 m como se muestra en la figura 47, pero debe ser tomado en cuenta también la cantidad de pasos de cadena y las dimensiones del piñón motriz y conducido.

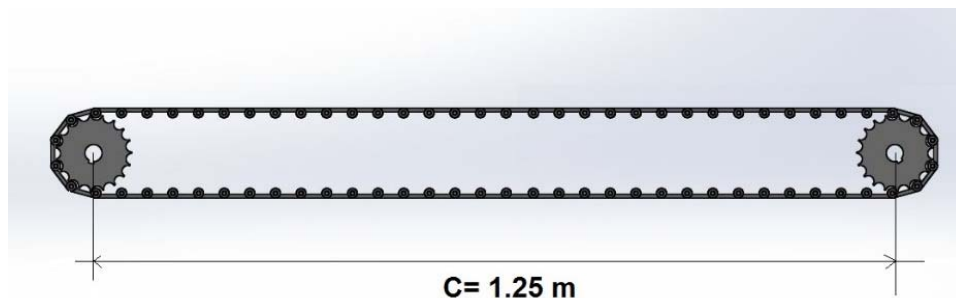


Figura 47. Distancia entre centros de piñones
Fuente: Elaboración propia

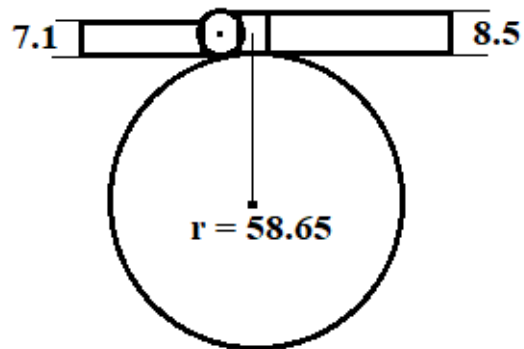


Figura 48. Diagrama de la banda y los ejes
Fuente: Elaboración propia

Radio neto de paso de ejes de eslabones de cadena se muestra en el diagrama de la figura 46.

$$r_n = 58.65 - 8.5 + 7.1$$

$$r_n = 57.25 \text{ cm}$$

Calculando longitud de cadena con las dimensiones especificadas anteriormente.

$$L_c = 2(\pi r) + 2(C) = 2(\pi(0.05725)) + 2(1.25)$$

$$L_c = 2.8597 \text{ m}$$

Ahora, para encontrar la cantidad de pasos necesarios, se dividirá esta longitud entre la longitud de cada uno de los pasos.

$$NP = \frac{L_c}{L_p} = \frac{2.8597}{0.0381} = 75.06 \text{ pasos (eslabones)}$$

Se ajustará a distancia entre centros para poder utilizar un numero entero de eslabones: se aproxima a 76 pasos.

$$NP = \frac{L_c}{L_p}$$

$$76 = \frac{L_c}{0.0381}$$

$$L_c = 2.888 \text{ m}$$

La nueva longitud de la cadena para 76 pasos queda $L_c = 2.888 \text{ m}$.

Se calcula la nueva distancia entre centros sin modificar radios de piñón

$$L_c = 2\pi r + 2c$$

$$2.888 = 2\pi(0.05725) + 2C$$

$$\boxed{C = 1.2641 \text{ m}}$$

La distancia entre centros de los piñones conductores y conducidos será de

$$C = 1.2641 \text{ m}$$

2.3 SISTEMA DE ALIMENTACIÓN Y COLOCACIÓN DE TAPONES.

El sistema de alimentación de tapones es el encargado de suministrar los tapones a equipo taponador, este se encarga de ordenar, transportar y colocar los tapones hasta donde el equipo taponador los rosca en el envase.

2.3.1 TIPOS DE ALIMENTADORES

Actualmente, en la industria se tienen diferentes tipos de alimentadores de tapones que pueden tener ventajas y desventajas dependiendo de la aplicación en la que se pretenda usarse, podemos encontrar tres tipos principales:

- Vibratorios
- Rotatorios
- Elevadores.

2.3.2 PROPUESTA DE DISEÑO DE ALIMENTADOR

El tipo de alimentador de tapones que se planea diseñar es del tipo de alimentadores rotatorios, que consta de cilindro/tolva, disco de colocación, ordenador, motor, y soporte del alimentador. En esta sección se realizarán los análisis necesarios para que los elementos que conforman el alimentador presenten

la resistencia y funcionalidad para llevar a cabo satisfactoriamente la tarea que debe desarrollar en el sistema.

2.3.2.1 PROPUESTA DE DISEÑO DE TOLVA.

La tolva es el elemento del alimentador donde se vierten los tapones a granel para que mediante el movimiento del disco de colocación se vayan colocando los tapones en el ordenador, el cuerpo de la tolva consta de un cilindro de 0.40 m de diámetro y 0.30 de alto, y una base circular, todo fabricado con lamina de acero inoxidable de 2.3 mm de espesor, consta de una inclinación de aproximadamente 50 grados con el fin que se acumulen los tapones en la zona inferior y se ordenen en el disco de colocación para que se entreguen al ordenador, el esquema de la tolva se muestra en la figura 49.

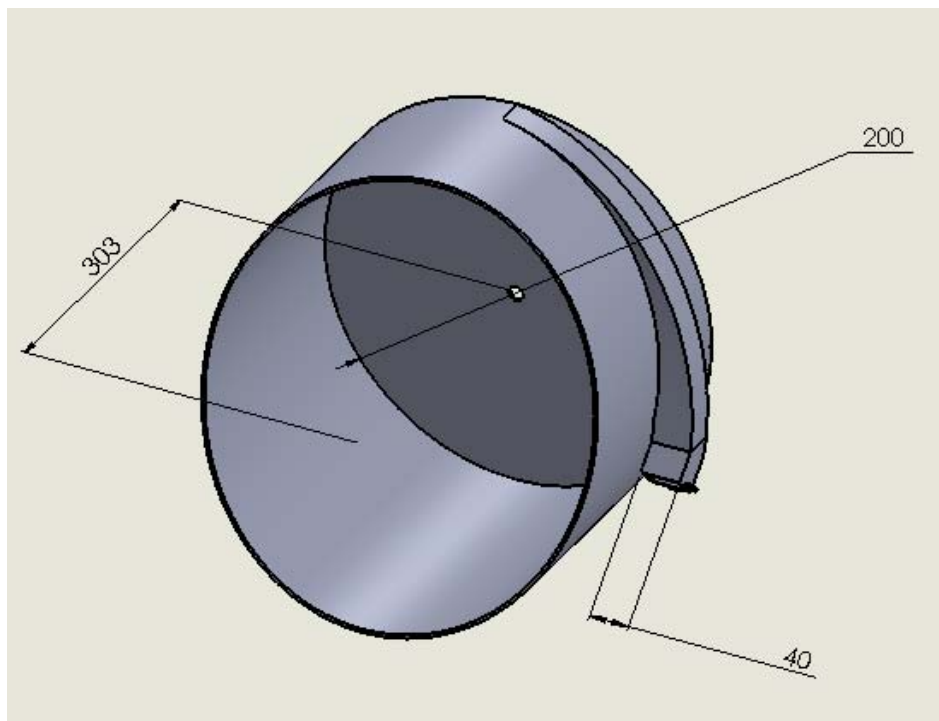
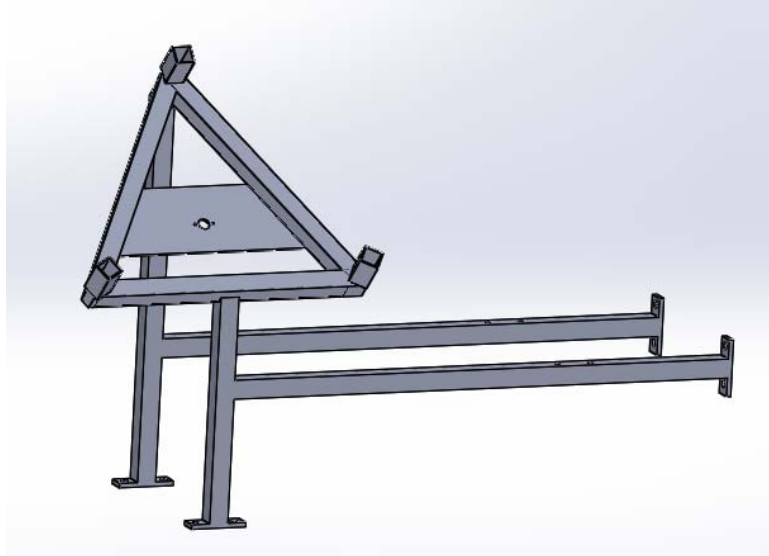


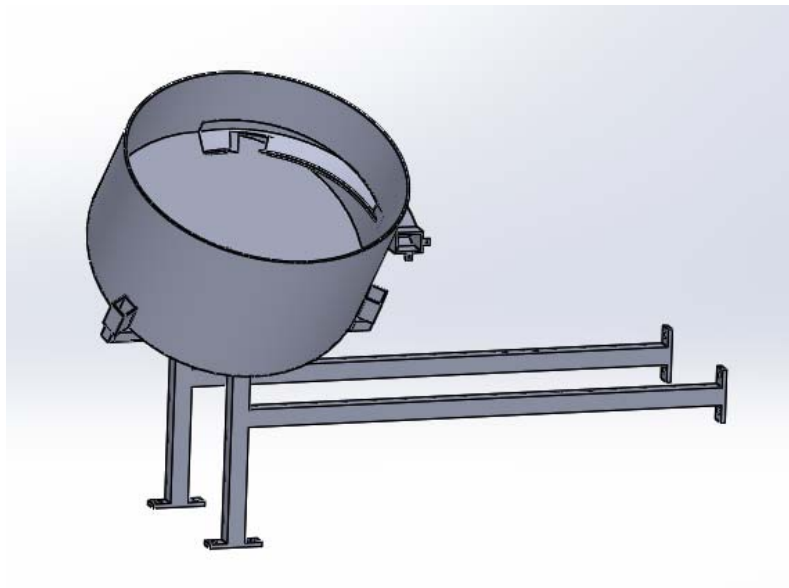
Figura 49. Tolva de alimentador rotatorio
Fuente: Elaboración propia

Estará soportada por una estructura de 3 tubos cuadrados equidistantes en los laterales que se unirán en la base mediante una estructura triangular donde también

irá montado en la parte inferior el motor que hace girar el disco colocador, el esquema del soporte se muestra en la figura 50, y el conjunto armado de soporte y tolva se muestra en la figura 51.



*Figura 50. Estructura de soporte de tolva
Fuente: elaboración propia.*



*Figura 51. Tolva y soporte de tolva acoplados
Fuente: elaboración propia.*

2.3.2.2 PROPUESTA DE DISEÑO DE DISCO COLOCADOR.

El disco colocador es un disco giratorio que se encarga de llevar los tapones en la posición correcta al ordenador de tapones, funciona a través de un motor colocado en la parte inferior de la tolva. Está fabricado con plástico POM que es el mismo material del que está fabricado los piñones de la banda transportadora en la figura 52 se presenta un bosquejo del diseño del disco.

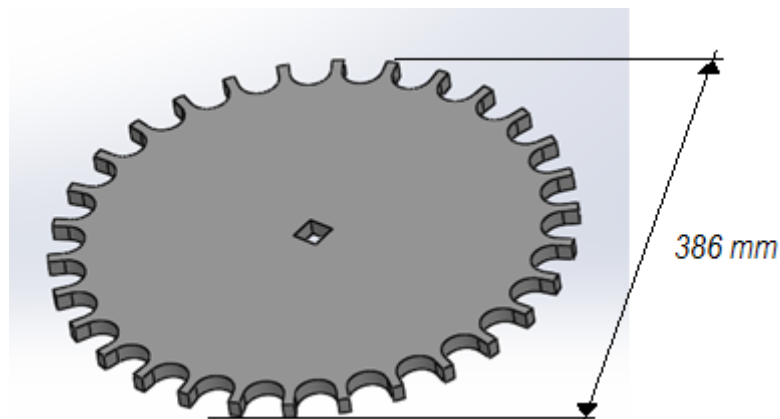


Figura 52. Disco colocador
Fuente: elaboración propia.

2.3.2.3 SELECCIÓN DE MOTOR PARA DISCO COLOCADOR

Para determinar qué tipo de motor es el adecuado para esta aplicación en particular, se deben determinar las condiciones a las que estará sometido durante la operación del sistema, se necesita una velocidad de aproximadamente 4-6 rpm para que se puedan colocar los tapones correctamente en los espacios del disco colocador para después entregarlos al ordenador de tapones, también se requiere que sea pequeño y se pueda montar en el sistema sin robustecer de más la estructura y que entregue la suficiente potencia para mover el disco.

Se calculó el momento de inercia para el disco, para calcular la potencia necesaria para mantener el disco girando a 6 rpm.

$$M_{disco} = 0.9 \text{ kg (aproximadamente)}$$

$$R_{disco} = 0.143m$$

Ecuación para cálculo de inercia de un disco sólido.

$$I_{disco} = \frac{1}{2}MR^2$$

Sustituyendo datos:

$$I_{disco} = \frac{1}{2}(0.9)(0.143)^2 = 0.00920 \text{ kg m}^2$$

Conversión de velocidad angular, de rpm a rad/s

$$\omega = 6rpm \left(\frac{1min}{60s} \right) \left(\frac{2\pi rad}{1rev} \right) = 0.62831 \text{ rad/s}$$

Calculando el torque necesario para que el disco alcance su velocidad de operación en $t=0.5$ segundos.

$$T_{motor} = (I_{disco})\left(\frac{\omega}{t}\right)$$

$$T_{motor} = (0.00920) \left(\frac{0.62831}{0.5} \right)$$

$$\boxed{T_{motor} = 0.115609 \text{ N.m}}$$

Este resultado es el torque necesario para que el disco inicie su rotación y mantenga la misma en su operación normal, se ha seleccionado un motor de corriente continua con reductor de velocidad, que se destaca por su pequeño tamaño y gran potencia, indicado para aplicaciones que requieren relativamente alta potencia y baja velocidad. A continuación, las especificaciones del motor seleccionado el cual se presenta en la figura 53.

- Tensión nominal 24 V
- Velocidad nominal a 24 V 6 rpm

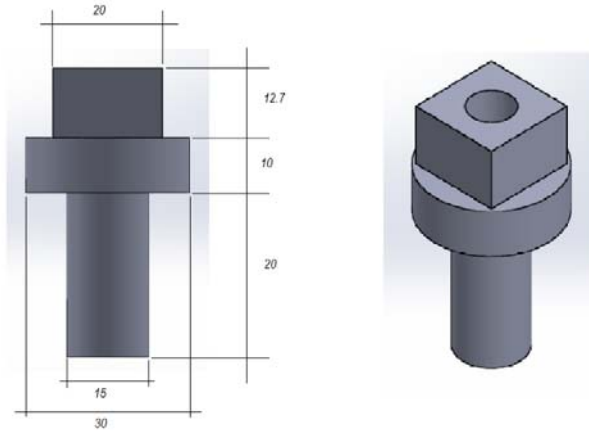
- Consumo a 24 V 0.9 A
- Torque entregado 70 kg cm
- Peso 317 g
- Diámetro máximo 40 mm
- Diámetro de eje 6 mm



Imagen 53. Motor reductor DC 6rpm a 24V

2.3.2.4 DISEÑO DE EJE DEL ALIMENTADOR

Este componente del alimentador es el que se encarga de transmitir la potencia del motor hacia el disco colocador, está fabricado de plástico POM al igual que el disco colocador, consta de un acople cuadrado que se ajusta a la ranura de la misma geometría en el disco, en la parte inferior, un tope circular que evita que pase completamente a la zona inferior y lo mantiene acoplado en su posición normal, en el extremo inferior de la tolva, sobresale la punta del eje, que es donde hará el acople con el eje del motor que estará montado en la parte inferior de la estructura de soporte del alimentador, en la figura 54 se presenta un esquema de del eje del alimentador.



*Figura 54. Eje del alimentador.
Fuente: elaboración propia.*

2.4 DISEÑO DE ESTRUCTURAS DE SOPORTE

Las estructuras de soporte para el acople de los elementos de la etapa de taponado serán fabricadas con tubos cuadrados de acero inoxidable AISI 304 ya que es posible que se encuentre en contacto con líquidos y existe el riesgo de derrames, las dimensiones de estos tubos estructurales son 1" x 1" chapa 14, cortados a la medida y soldados con un proceso de soldadura por arco eléctrico con electrodo revestido E308L.

2.4.1 ESTRUCTURA DE SOPORTE DE BANDA TRANSPORTADORA

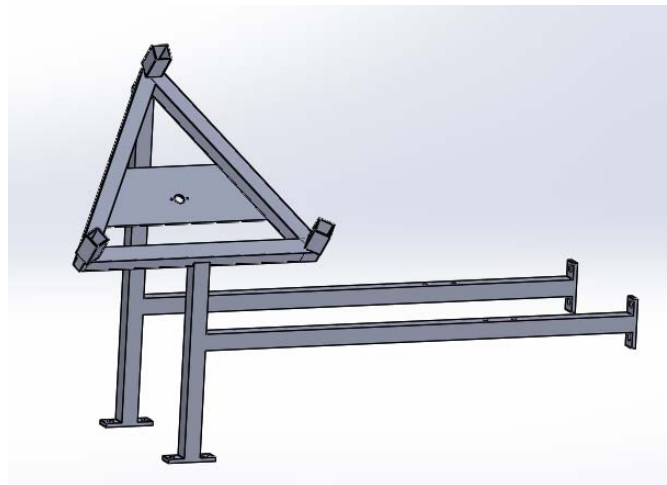
La estructura de soporte de la banda transportadora es la estructura principal del ensamble la cual se muestra en la figura 55, en la que van acoplados los soportes que sostienen la banda transportadora y también sobre la cual van montadas las otras dos estructuras de alimentador y roscador respectivamente.



*Figura 55. Estructura de soporte de banda transportadora
Fuente: Elaboración propia.*

2.4.2 ESTRUCTURA DE SOPORTE DE ALIMENTADOR DE TAPONES

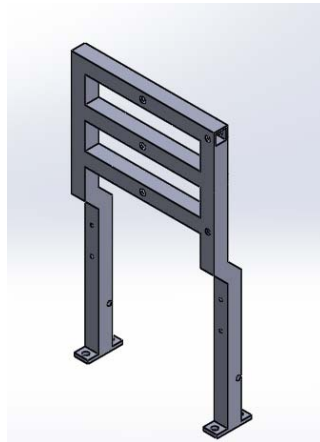
Esta estructura es la encargada de sostener la tolva del alimentador de tapones y también sostiene el ordenador y el cilindro neumático que coloca los tapones en la boquilla de los envases antes que pasen al roscador, el soporte se muestra en la figura 56.



*Figura 56. Soporte de alimentador de tapones
Fuente: Elaboración propia.*

2.4.3 ESTRUCTURA DE SOPORTE DE ROSCADOR

El soporte de roscador se muestra en la figura 57, es la estructura sobre la cual esta acoplado el cilindro que acciona el roscador en el momento en que un envase se encuentra en la posición adecuada y el sistema lo detecta, va acoplado en esta estructura una pletina en la que va unido el cilindro y el motor con el adaptador de roscado.



*Figura 57. Soporte de conjunto roscador.
Fuente: Elaboración propia.*

2.5 DISEÑO DEL SISTEMA NEUMÁTICO

El sistema principal de la etapa de taponado de envases esta conformado por subsistemas como lo son el alimentador de tapones, el sistema de transporte de los envases y la parte de roscado; manejados en conjunto por un sistema electroneumático.

2.5.1 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

El sistema estará provisto de dos sensores (S1 y S2) que detectaran y enviaran señal cuando los envases se encuentren en la posición indicada para continuar con los pasos correspondientes a esa etapa del proceso, tres cilindros (mini) para bloquear el paso de los envases (A,B,C), y permitirles el paso en el momento necesario, un cilindro que se encargara de colocar un tapón en la boquilla de los envases, dos que procesaran y sujetaran el envase que será tapado (D1, D2) un motor que tendrá montado en su vástago un adaptador que será el que acciona y

rosque los tapones, y un cilindro (E) que será el que activara el sistema motor-adaptador para roscar cuando el envase este en la posición precisa, la distribución de los cilindros se muestra en el diagrama de la figura 58.

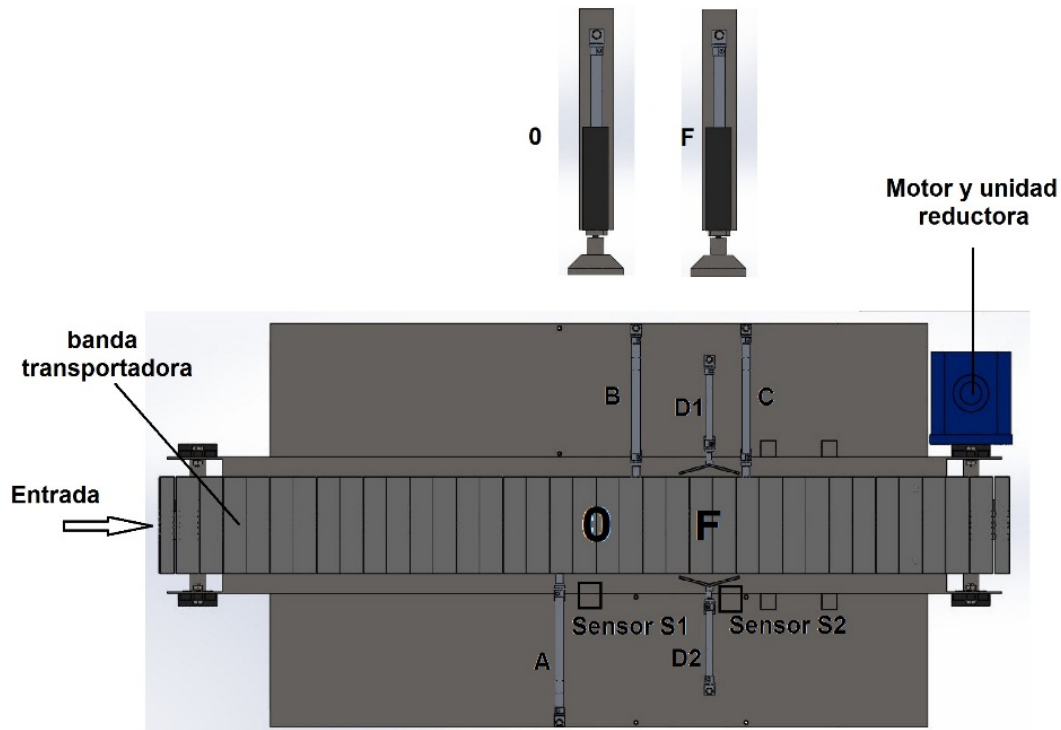


Figura 58. Diagrama de la descripción del sistema
Fuente: Elaboración propia

0: Actuador para colocación de tapón en envase.

E: Actuador para presión de roscado

F: Servomotor con adaptador para roscar tapones

2.5.2 FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA

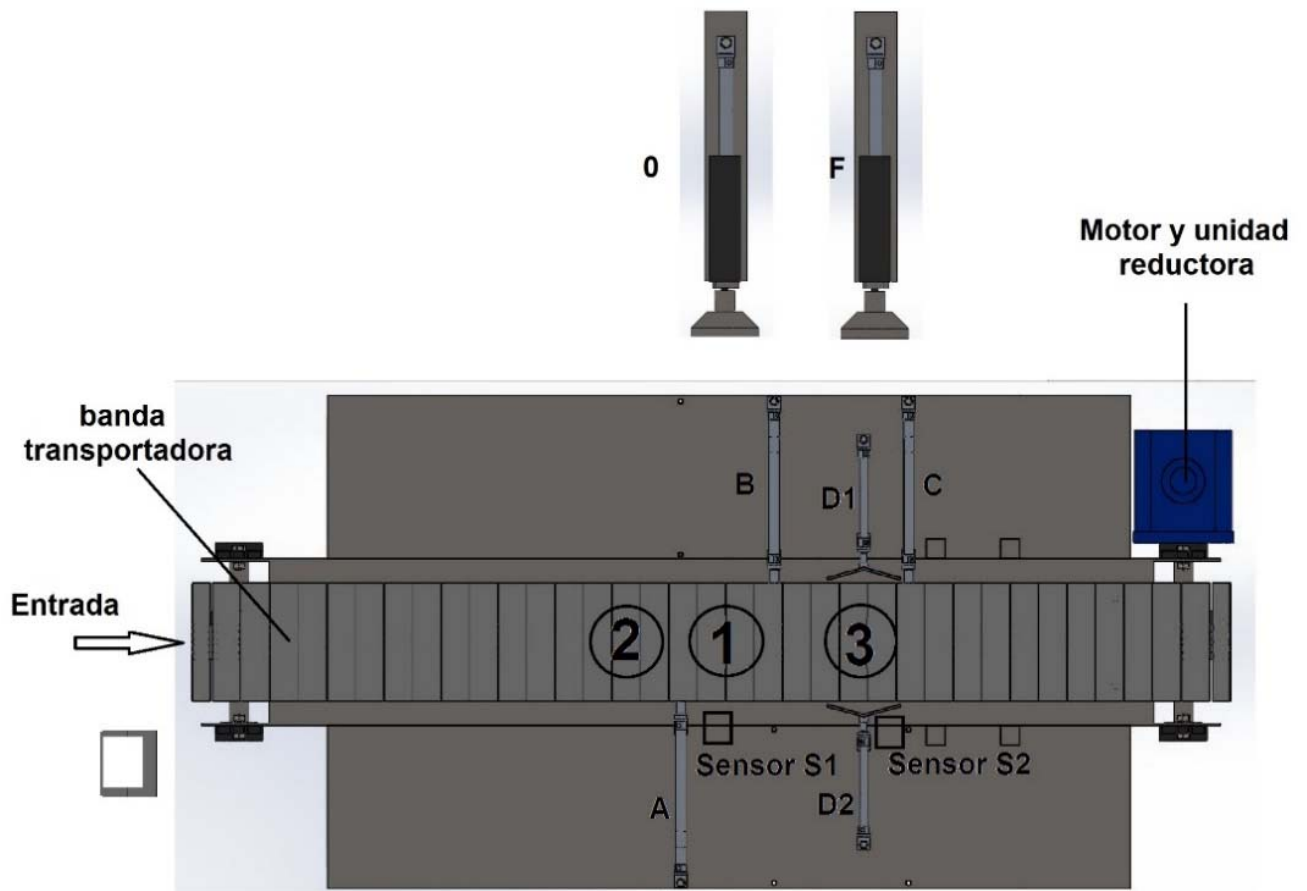


Figura 59. Diagrama del funcionamiento del sistema
Fuente: Elaboración propia

En la figura 59 se muestra la distribución y el recorrido de los cilindros, inicialmente el cilindro B se encuentra extendido para evitar que pase más de un envase a la vez, los envases pueden acumularse en la entrada, el arreglo de cilindros A y B permitirá que solo acceda un envase a la vez.

Cuando un envase llega a la posición 1, el sensor S1 lo detecta y el cilindro 0 se extiende para colocar un tapón en la boquilla del envase que está colocado en la posición 1, cuando el cilindro 0 se retrae, el cilindro A se extiende detrás de él, para que no pase un segundo envase cuando se retraigan el cilindro B y permita el paso de envases a la siguiente etapa, se retrae B, el envase pasa por la banda hasta ser detenido por el cilindro C que estaba inicialmente retraído y se extiende para

bloquear el paso en 3 al mismo tiempo que se retrajo el cilindro B, cuando este envase llegue a 3, el sensor S2 lo detectara y el envase será sujeto por los cilindros D1 y D2 que se extenderán con la señal del sensor, cuando el envase sea sujetado se extenderá el cilindro F, y bajara el servomotor que empezó a girar al mismo tiempo que se empezó a extender F bajo la misma señal de extensión de los cilindros D1 y D2, y se desactivara cuando este se empieza a retraer, al finalizar la retracción de F, se retraen los cilindros D1 y D2 al mismo tiempo que se retrae C, liberando el envase.

El cilindro B había regresado a su posición extendida cuando se extendió F y el cilindro A regreso a su posición retraída cuando se retrajo F, y el sistema está listo para un nuevo ciclo.

El nuevo ciclo iniciara, solo si cumple la retracción de C (indicando que finaliza el ciclo anterior) y si hay un envase en 1, indicado por la señal del sensor.

2.5.3 SELECCIÓN DE LOS ELEMENTOS DE SISTEMA NEUMÁTICO

Los equipos neumáticos industriales son de gran importancia debido a que el aire comprimido es una fuente de energía cinética en una gran variedad de maquinarias, así como en procesos de automatización. Desde la elaboración de productos farmacéuticos, empackado de comestibles o consumibles, hasta los procesos de extracción minera, requieren operaciones neumáticas. Lo mejor de estos equipos es que son eficientes, limpios, seguros y rápidos.

2.5.3.1 SELECCIÓN DE CILINDROS NEUMÁTICOS DE LA BANDA TRANSPORTADORA

Para permitir el paso ordenado de los envases cuando sea necesario, se colocan tres mini cilindros neumáticos (A-B-C), en las posiciones mostradas en la figura 59, estos se encargan únicamente de bloquear el paso de los envases, para esta tarea, se seleccionan del catálogo de FESTO (Anexo X), 3 cilindros DNSU-S-12-150 con carrera de 150 mm, suficientes para cubrir el ancho de la banda e impedir el paso de los envases el lapso de tiempo adecuado.

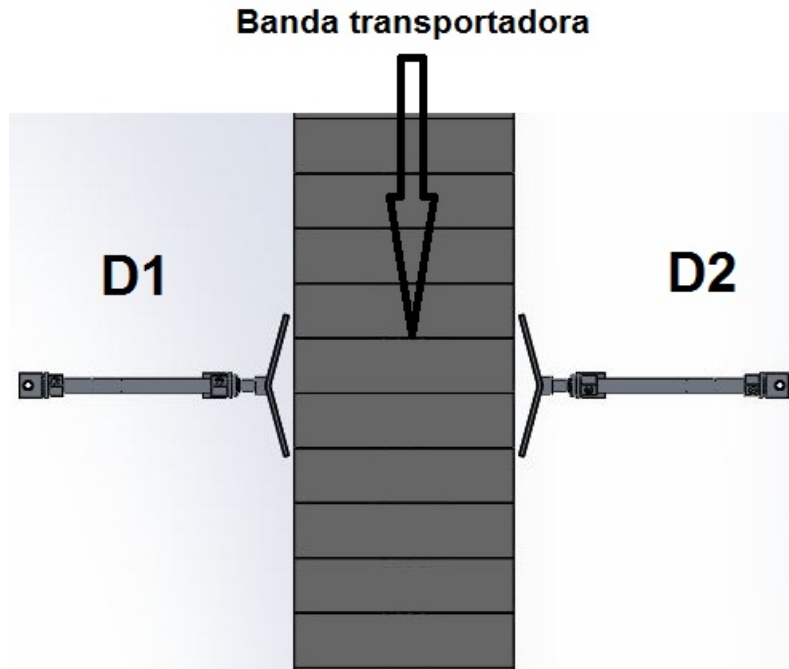
Especificaciones de los cilindros DNSU-S-12-150:

- Diámetro de embolo: 12 mm
- Longitud de carrera: 150 mm
- Tipo de accionamiento: Doble efecto
- Presión de operación: 1.5 a 10 bar
- Fuerza de avance (teórica a 6 bar): 67.9 N
- Fuerza de retroceso (teórica a 6 bar): 50.9 N

Para evitar el posible giro de los envases cuando les aplique presión y torque el adaptador para tapones, se pondrá dos mini cilindros que actúen a modo de prensa y en sus vástagos tendrán láminas de acero para amoldarse a la forma de los envases, lo cilindros seleccionados son 2 cilindros DNSU-S-12-60 acoplados de la manera en que muestra la figura 60 y en la figura 61 se muestra la distribución de los cilindros sobre la banda transportadora.



*Figura 60. Cilindro neumático con 60mm de carrera
Fuente: Catalogo productos FESTO*



*Figura 61. Mini cilindros que sujetaran el envase para evitar que giren
Fuente: Elaboración propia*

Altura de las láminas en los vástagos $h = 6\text{ cm}$

Características técnicas de cilindro DNSU-S-12-60

- Diámetro de embolo: 12 mm
- Longitud de carrera: 60 mm
- Tipo de accionamiento: Doble efecto
- Presión de operación: 1.5 a 10 bar
- Fuerza de avance (teórica a 6 bar): 67.9 N
- Fuerza de retroceso (teórica a 6 bar): 50.9 N
-

2.5.3.2 SELECCIÓN DE CILINDRO NEUMÁTICO DEL ALIMENTADOR DE TAPONES.

Se utilizará un cilindro neumático para colocar los tapones en la boquilla de los envases, los tapones se encontrarán en la parte final del ordenador de tapones y el cilindro se extenderá hacia abajo para colocarlo en el envase.

La única función de este cilindro es empujar el tapón, no tendrá mayor carga a mover, por lo que se determina que un cilindro con carrera de 60 mm es suficiente para realizar la tarea. Se selecciona de catálogo de FESTO un cilindro con especificación DNSU-S-12-60, el cual se muestra en la figura 62.



*Figura 62. Cilindro neumático con 60mm de carrera
Fuente: Catalogo productos FESTO*

2.5.3.3 SELECCIÓN DE CILINDROS NEUMÁTICOS DEL ROSCADOR

Para proporcionar el movimiento ascendente y descendente a la boquilla del adaptador roscador, se determina que se utilizaran un cilindro neumático en el que ira montado el motor neumático que acciona el roscador.

Primero se procede a seleccionar el motor neumático que accionará el roscador

2.5.3.4 SELECCIÓN DE SERVOMOTOR

Para tapar una botella (envase) PET, es necesario aplicarle un torque de aproximadamente 2.5 N.m, por tanto, se busca un motor que ofrezca un torque similar.

Se usará un motor seleccionado del catálogo de Fiam empresa con modelo ISM 95D-D6, con torque de 2.60 N.m, el cual se muestra en la figura 63.



Figura 63. Motor neumático del roscador
Fuente: ISM catálogo de productos

Especificaciones técnicas del motor

- Velocidad de giro: 300 rpm
- Potencia: 150 w
- Par entregado a potencia máxima: 2.60 Nm
- Par de arranque: 4 Nm
- Consumo de aire: 4.4 lt/s
- Peso: 0.43 kg

Válvula reguladora de presión.

Para poder regular el torque del motor, de ser necesario se usará una válvula reguladora de presión, para regular la presión de entrada del motor neumático y poder controlar el torque.

2.5.3.5 SELECCIÓN DE CILINDRO ACTUADOR DE ROSCADO

Para determinar que especificaciones de cilindro debemos elegir para realizar este proceso, debemos saber a qué cargas estará sometido el accionamiento del cilindro, en este caso, el vástago del cilindro deberá soportar la carga del peso del motor,

más el adaptador de roscado que estará acoplado en el vástago del servomotor.

Se calculan las cargas involucradas de la siguiente manera.

Masa del motor neumático

$$M_m = 0.5 \text{ kg} \quad P_m = 4.91 \text{ N}$$

Masa del adaptador de roscado

$$M_r = 0.45 \text{ kg} \quad P_r = 4.42 \text{ N}$$

Masa del acople entre cilindro y motor

$$M_p = 0.25 \text{ kg} \quad P_p = 2.45 \text{ N}$$

Peso total que será movido por el retroceso del cilindro neumático a seleccionar

$$W_r = P_m + P_r + P_p$$

$$W_r = 4.91 + 4.42 + 2.45$$

$$\boxed{W_r = 11.28 \text{ N}}$$

Debido a que este cilindro va a estar acoplado a un motor que estará sometido a torque causado por el giro del servomotor al estar roscando los tapones en los envases, se debe dar una solución al posible giro y des-alineamiento que el ensamble pueda llegar a sufrir, para esto se ha considerado seleccionar un mini cilindro neumático del catálogo de Festo, de la serie Twin DPZ/DPZ que presenta doble vástago para evitar que el acople entre el cilindro y el roscador se gire y desalinee a causa del torque aplicado por el servomotor al tapón cuando se acciona el roscador.

Se selecciona un cilindro Twin DPZ-S2-16-60 que presenta una fuerza de retroceso teórica de 50.9 N con una presión de trabajo de 6 bares

Características técnicas de cilindro Twin DPZ-S2-16-60

- Diámetro de embolo: 16 mm
- Longitud de carrera: 60 mm

- Tipo de accionamiento: Doble efecto
- Presión de operación: 2.5 a 10 bar
- Fuerza de avance (teórica a 6 bar): 94 N
- Fuerza de retroceso (teórica a 6 bar): 60 N

2.5.3.6 ADAPTADOR PARA ROSCAR

Se fabricará de acero AISI 304, y su diseño es de forma cónica de manera que puede adaptarse a tapones de diferente diámetro. El rango de diámetros para este diseño es de 25-45mm, el esquema del roscador se muestra en la figura 64.

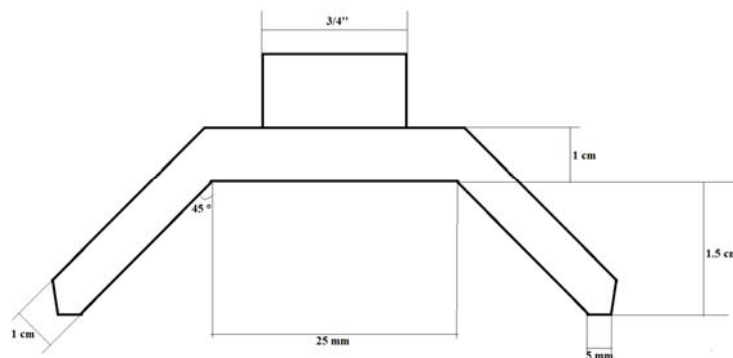


Figura 64. Esquema del cabezal que enroscara las botellas
Fuente: Elaboración propia

Por dentro llevara un recubrimiento de caucho para evitar deslizamiento y tenga mejor agarre con la superficie de los tapones y poder roscarlos correctamente.

2.5.3.7 SELECCIÓN DE LAS VALVULAS NEUMATICAS

Para el control del accionamiento de los 7 cilindros neumáticos se utilizarán 6 electroválvulas 5/2 vías bi estables para el funcionamiento de los cilindros.

Se seleccionan las electroválvulas JMFH Tiger Classic del catálogo de componentes electro neumáticos de FESTO, debido a que su diseño y tamaño reducido les permite ofrecer muy buena funcionalidad para este tipo de aplicaciones,

la cual se muestra en la figura 65.

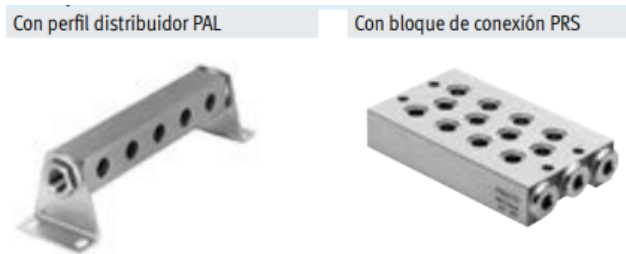
Especificaciones técnicas de las válvulas JMFH Tiger Classic

- Conexión neumática: 1/8"
- Función de la válvula: 5/2 biestable
- Tipo de accionamiento: Eléctrico
- Tipo de conexión: en bloque de conexión
- Voltaje: 12V
- Tipo de junta: Blanda
- Diámetro nominal: 5mm
- Presión de funcionamiento: 1.5-8 bar



*Imagen 65. Válvula 5/2 biestable
Fuente: Componente electroneumáticos FESTO*

Estas válvulas pueden montarse en perfiles distribuidores PAL con conexión de aire comprimido común o en bloques de conexión PRS con conexión de aire comprimido común y descargas de aire comunes. Las válvulas se montan en perfiles o bloques mediante tornillos huecos. El perfil distribuidor y el bloque de conexión disponen de 2 a 6 posiciones de válvula.



*Imagen 66. Bases de montaje en bloque para electroválvulas.
Fuente: Componente electroneumáticos FESTO*

Para el montaje de las bandas se selecciona del catálogo de productos FESTO el perfil distribuidor PAL con posiciones para acoplar 6 válvulas sobre él, está fabricado con aluminio anodizado y las escuadras de fijación están hechas con acero galvanizado, el perfil se muestra en la figura 66.

2.5.3.8 SELECCIÓN DE UNIDAD F.R.L.

El sistema neumático de este trabajo incluirá en su diseño una unidad de mantenimiento encargada de regular la presión dentro del sistema y de filtrar el fluido de trabajo, en este caso no se utilizará un lubricador por la aplicación en el ámbito alimentario que posee la máquina y que el aire ya utilizado será liberado al ambiente.

2.6 DISEÑO DEL SISTEMA ELECTRICICO

En el diagrama de conexión del sistema eléctrico se representa la forma en que están energizados todos los componentes del sistema que requieran suministro de energía eléctrica para su funcionamiento.

Estos diagramas se configuran de acuerdo a la secuencia de control para la que están diseñados a funcionar.

Se subdivide en dos partes, una controla el sistema de conexión del motor de la banda transportadora y el motor del alimentador y la otra corresponde a los elementos de control del sistema neumático.

2.6.1 DIAGRAMA DE CONEXIÓN DE MOTORES.

Hoy en día el motor eléctrico es indispensable en la industria, realizando una tarea muy importante ya que son el corazón de las máquinas actuales, por tal motivo es vital conocer su funcionamiento, construcción y aplicaciones

2.6.2 DIAGRAMA DE CONEXIÓN ELÉCTRICA DE MOTOR DE BANDA TRANSPORTADORA.

El diagrama se muestra en la figura 67, el control eléctrico del motor de la banda transportadora consta de un pulsador de encendido y un botón de parada (DM1), al pulsar el botón de encendido (PM1) se energiza un relé (KM1) y cierra el contacto (KM1) que energiza el motor para que comience su funcionamiento.

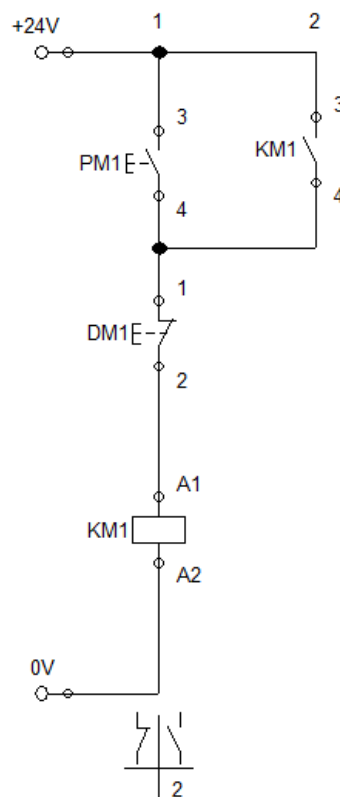


Figura 67. Diagrama eléctrico de motor de banda transportadora
Fuente: elaboración propia

2.6.3 DIAGRAMA DE CONEXIÓN ELÉCTRICA DE MOTOR DE ALIMENTADOR DE TAPONES.

De igual manera que el control eléctrico del motor de la banda transportadora, el control del motor del alimentador de tapones contiene dos pulsadores, uno de encendido (PM2) y uno de parada (DM2), al pulsar PM2 se energiza KM2 y cierra el contacto KM2 y el motor del alimentador comienza su funcionamiento, el diagrama de conexión se muestra en la figura 68.

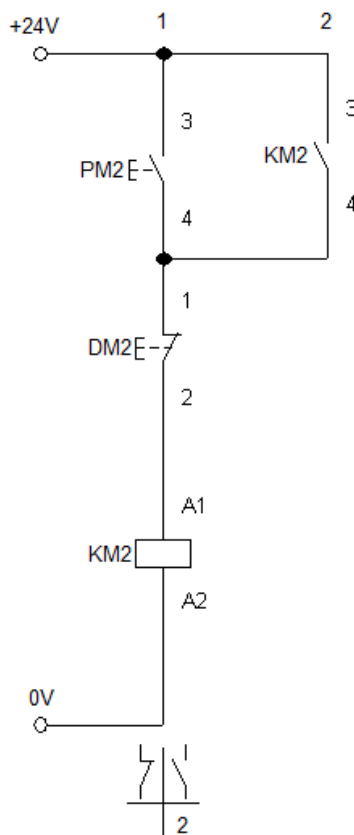


Figura 68. Diagrama eléctrico de motor del alimentador
Fuente: elaboración propia

2.6.4 DIAGRAMA DE CICLO CONTINUO DE OPERACIÓN.

Cuando ya se ha puesto a trabajar la banda transportadora y el alimentador de

taponos, ya se puede proceder a poner en marcha el ciclo continuo de taponado de envases por tiempo indefinido, hasta que el operario decida detener el sistema al presionar el botón de paro, cortando la alimentación de energía al sistema causando que este detenga su marcha, el diagrama del ciclo de operación se muestra en la figura 69.

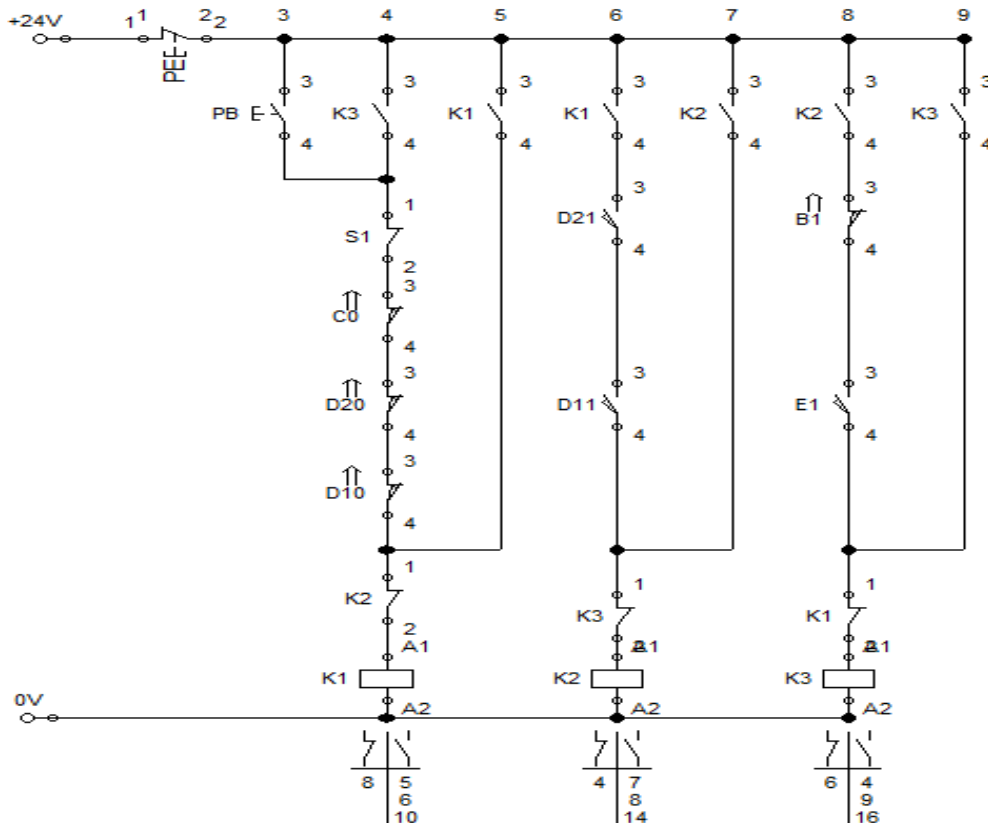


Figura 69. Diagrama eléctrico de ciclo continuo
Fuente: Elaboración propia.

2.6.5 DIAGRAMA ELÉCTRICO DE POTENCIA

Se muestra el diagrama del sistema eléctrico que controla los solenoides que controlan las válvulas. Se presenta en la figura 70 la conexión de los sensores, finales de carrera que se accionan y envían señales para que se continúe con la operación normal del proceso de taponado de envases.

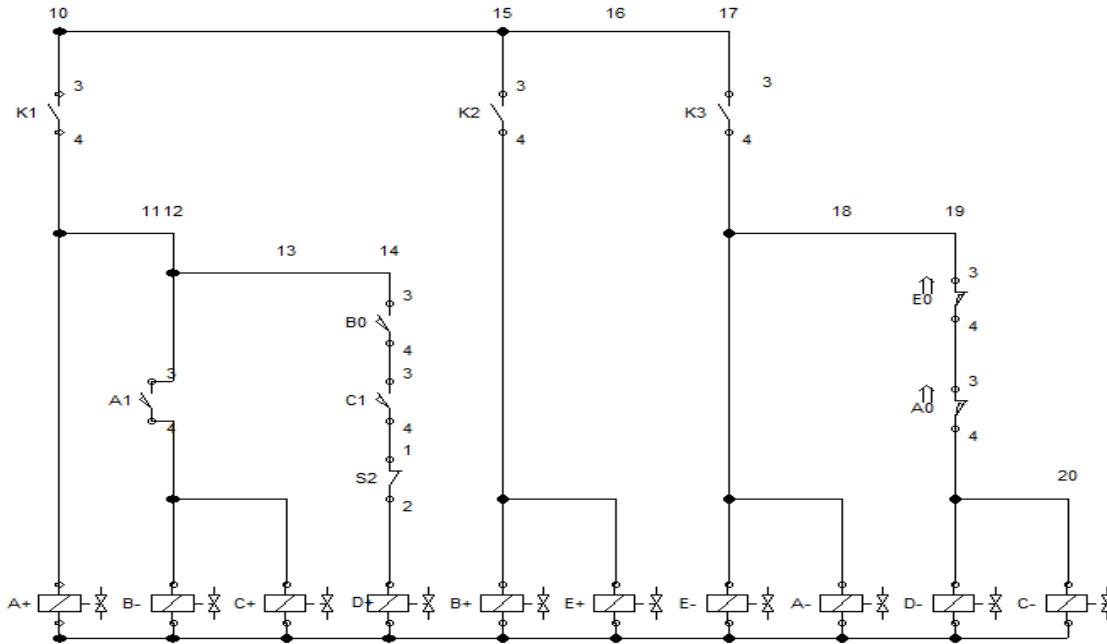


Figura 70. Diagrama eléctrico de potencia
Fuente: Elaboración propia

2.7 SISTEMA DE CONTROL

El sistema de control está formado por un conjunto de elementos capaces de actuar e influir en su funcionamiento dependiendo de que se cumplan o no ciertas condiciones que se ha programado con anterioridad la manera en que se tomaran en cuenta. Su funcionamiento se basa en la entrada de ciertas señales que el controlador recibe y a través del programa con el que ha sido cargado, entrega las señales de salida correspondientes para realizar una tarea específica. Se debe tener en cuenta el número y tipo de señales que involucra el proceso que se desea controlar para seleccionar el controlador lógico programable más adecuado para ese proceso.

2.7.1 SELECCIÓN DEL CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE PLC

El controlador lógico programable PLC es el dispositivo capaz de procesar las señales que recibe del proceso para determinar que señales va a entregar como salida para que se continúe el proceso según se ha programado de manera

eficiente, en la realización del proceso se tienen 16 entradas y 12 salidas que serán el parámetro para seleccionar el dispositivo PLC que pueda procesar esa cantidad de señales.

Con base en estos requerimientos, se selecciona un PLC MODICON TM221C40R, cuyas características técnicas se presentan a continuación:

Especificaciones de PLC

- Tensión nominal de alimentación: 100-240 V
- Entradas digitales: 24
- Salidas digitales: 16
- Número de entradas analógicas: 2, de 0 a 10 V
- Tipo de salidas: relé
- Máximo número de módulos de E/S 7 para salidas de relé
- Altura: 90mm
- Ancho: 169mm
- Profundidad: 70mm
- Peso: 456 g

2.7.2 DIAGRAMA LADDER DEL CICLO CONTINUO DE OPERACIÓN

El diagrama en escalera, también ladder o diagrama ladder, es un lenguaje de programación gráfico muy popular dentro de los autómatas programables debido a que está basado en los esquemas eléctricos de control clásicos. De este modo, con los conocimientos que todo técnico o ingeniero eléctrico posee, es muy fácil adaptarse a la programación en este tipo de lenguaje

2.7.2.1 VARIABLES UTILIZADAS POR EL SISTEMA DE CONTROL.

Se presenta una lista de las variables utilizadas por el sistema de control, estas son todas las variables que intervienen en el proceso de taponado de los envases, se les asigna una dirección dentro del programa y el controlador las reconoce y

procede con su procesamiento según el diagrama ladder y las condiciones actuales del proceso y entrega las salidas correspondientes según dicho diagrama, las variables se presentan en la tabla de la figura 71, en la figura 71b se muestra el diagrama de conexión del controlador lógico.

Tabla de símbolos				
		Símbolo	Dirección	Comentario
1		K1	M0.0	Relé grupo 1
2		K2	M0.1	Relé grupo 2
3		K3	M0.2	Relé grupo 3
4		K4	M0.3	Relé grupo 4
5		PB	I0.0	Pulsador de inicio de ciclo
6		O0	I0.1	Final de carrera cilindro 0
7		O1	I0.2	Final de carrera cilindro 0
8		A0	I0.3	Final de carrera cilindro A
9		A1	I0.4	Final de carrera cilindro A
10		B0	I0.5	Final de carrera cilindro B
11		B1	I0.6	Final de carrera cilindro B
12		C0	I1.5	Final de carrera cilindro C
13		C1	I1.0	Final de carrera cilindro C
14		D0	I1.1	Final de carrera cilindro D
15		D1	I1.2	Final de carrera cilindro D
16		F0	I1.3	Final de carrera cilindro F
17		F1	I1.4	Final de carrera cilindro F
18		Dext	Q0.0	Extension cilindro 0
19		Dre	Q0.1	Retraccion cilindro 0
20		Aext	Q0.2	Extension cilindro A
21		Are	Q0.3	Retraccion cilindro A
22		Bext	Q0.4	Extension cilindro B
23		Bre	Q0.5	Retraccion cilindro B
24		Cext	Q0.6	Extension cilindro C
25		Cre	Q0.7	Retraccion cilindro C
26		Dext	Q1.0	Extension cilindro D
27		Dre	Q1.1	Retraccion cilindro D
28		Fext	Q1.2	Extension cilindro F
29		Fre	Q1.3	Retraccion cilindro F
30		PE	I1.6	Paro de emergencia
31		S1	I1.7	Senal sensor 1
32		S2	I2.0	Senal sensor 2

Figura 71. Variables del sistema de control
Fuente: Elaboración propia

ESQUEMA DE CONEXIÓN DEL CONTROLADOR LOGICO PROGRAMABLE

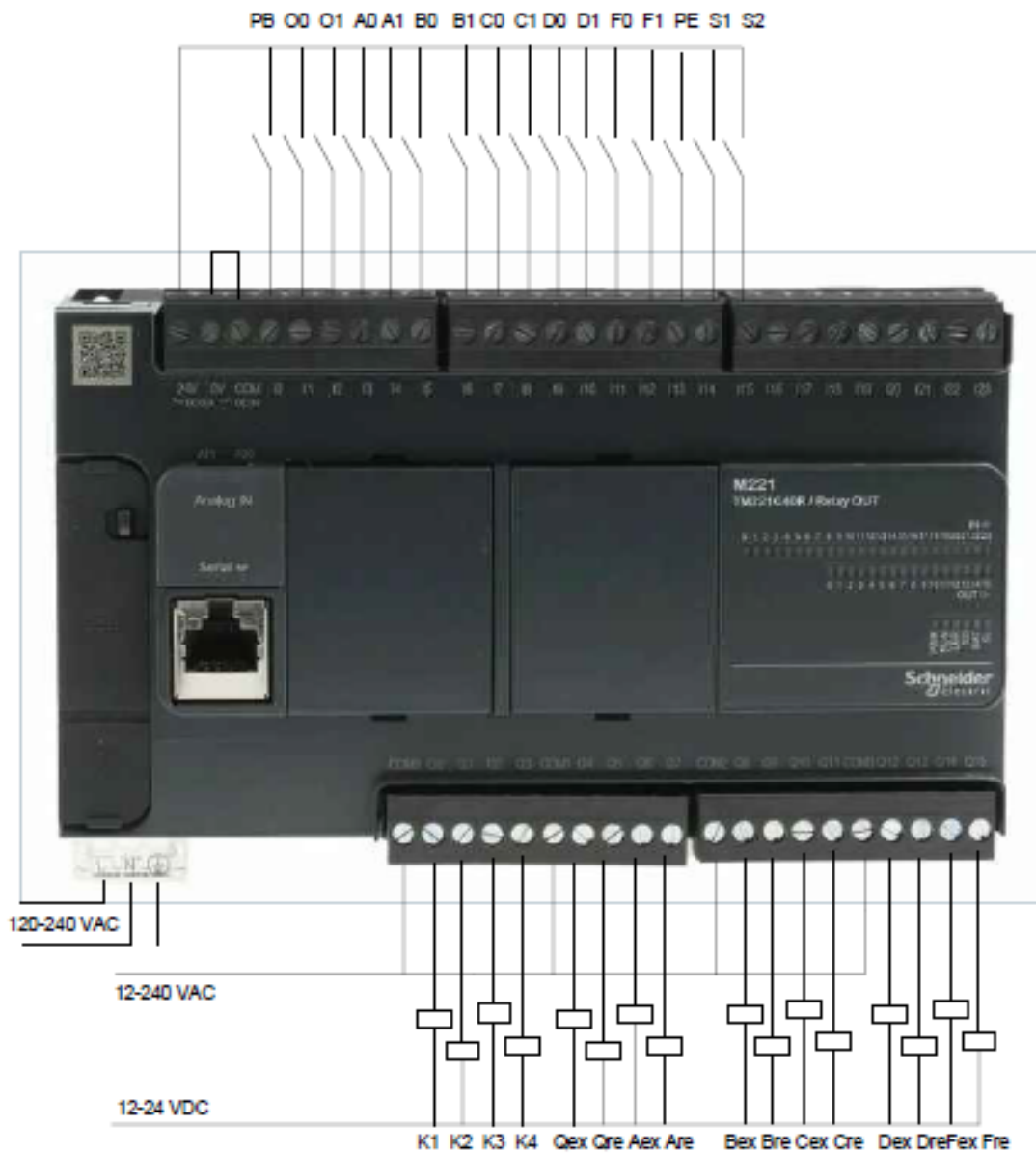


Figura 72. Esquema de conexión del PLC

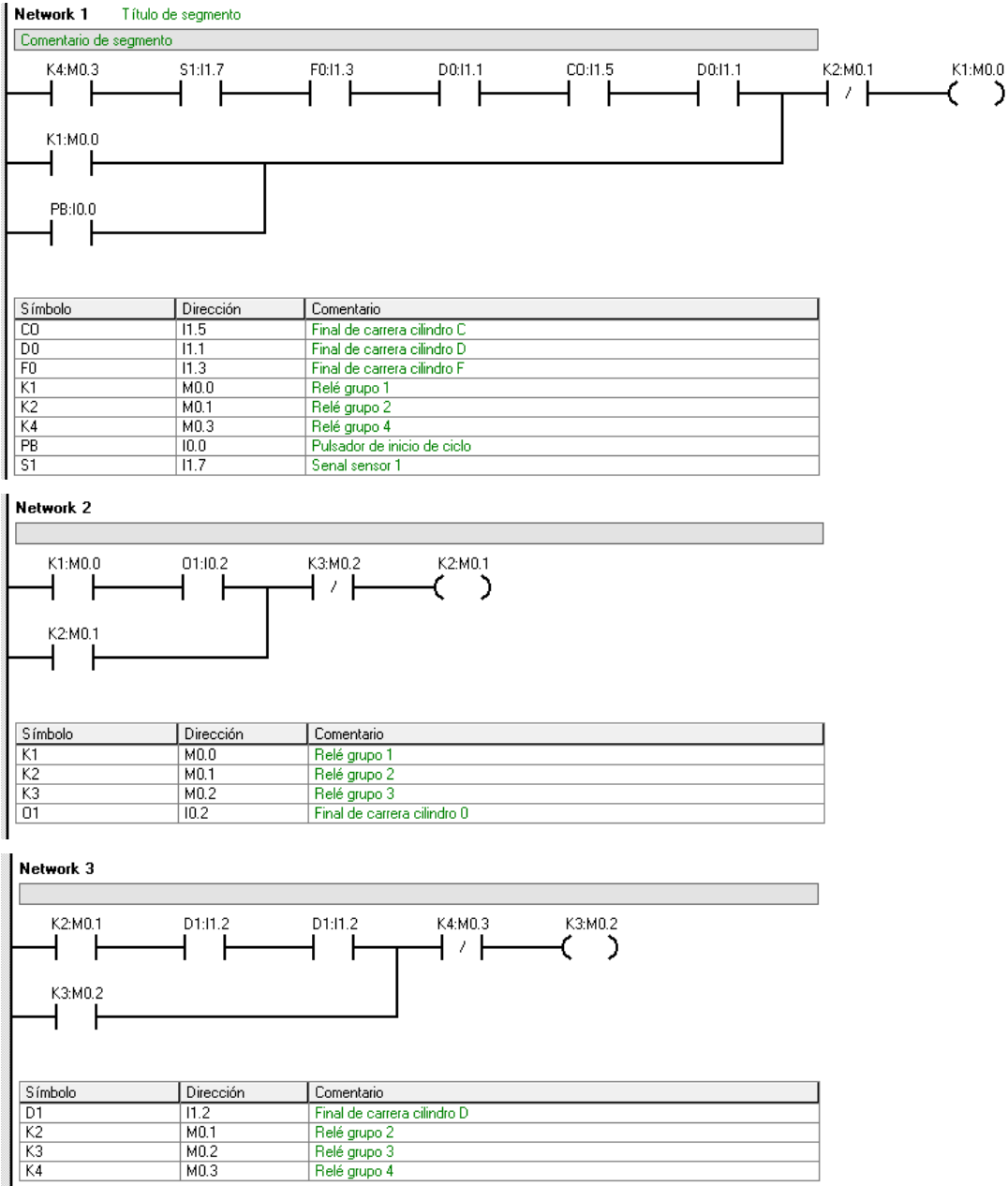
Fuente: Elaboración propia

2.7.2.2 DIAGRAMA LADDER DEL SISTEMA

El diagrama ladder o de escalera es una representación de los sistemas eléctricos que controlan el funcionamiento de cada uno de los sistemas de la máquina, son

los diagramas en los que se basa en controlador al evaluar las condiciones de cada una de las secuencias para continuar con la operatividad de la máquina, el diagrama de ciclo continuo se muestra en la figura 72 y el diagrama del circuito de fuerza en la figura 73.

2.7.2.3 DIAGRAMA LADDER DEL CICLO CONTINUO DE OPERACIÓN



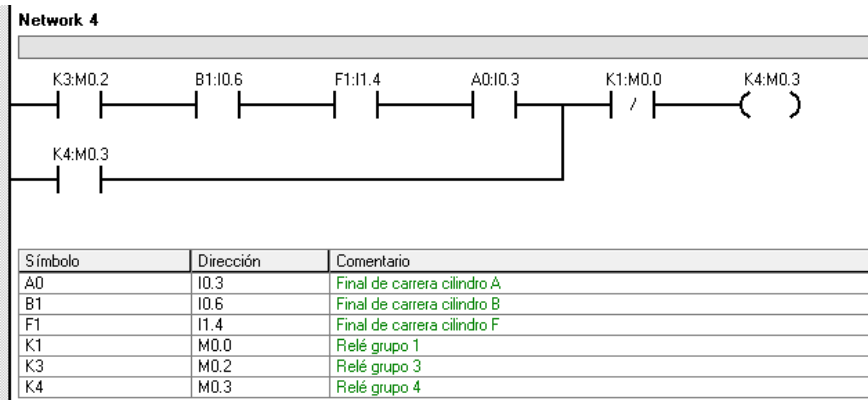
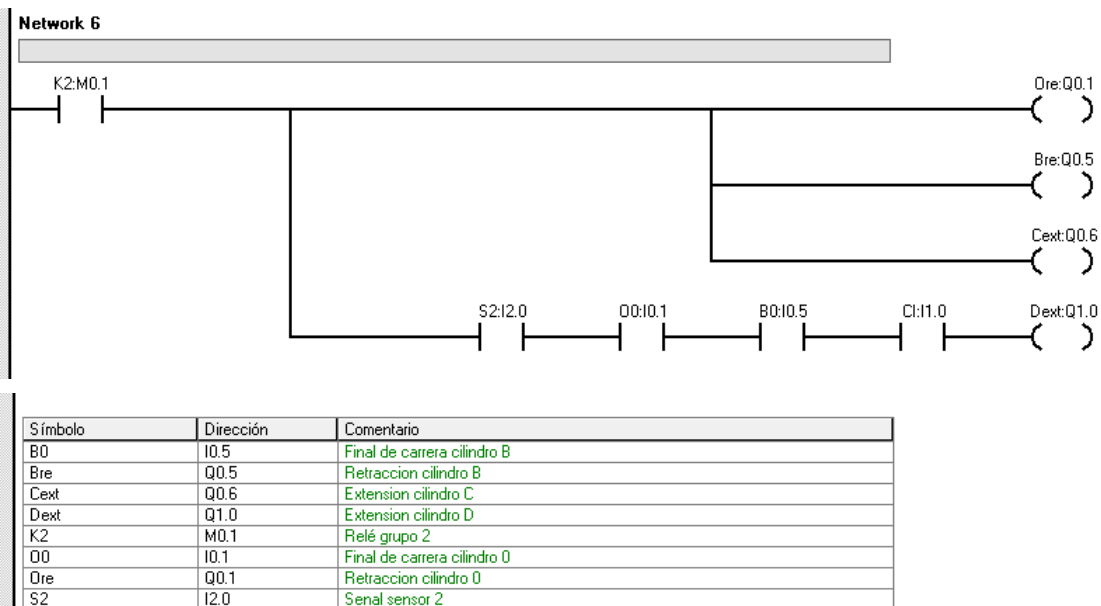
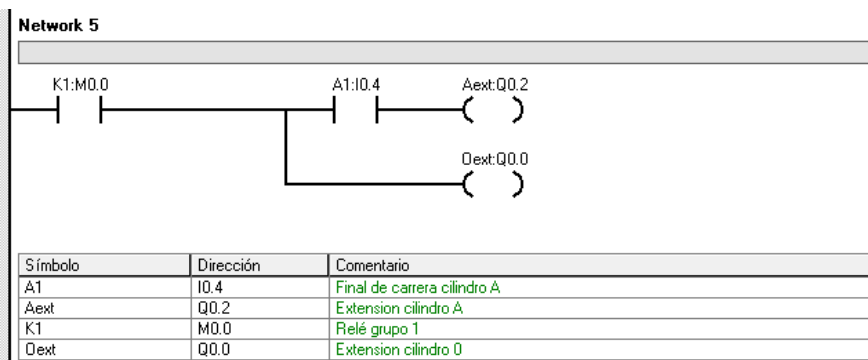


Figura 73. Diagrama ladder del ciclo continuo de operación
Fuente: elaboración propia

2.7.2.4 DIAGRAMA LADDER DEL CIRCUITO DE FUERZA



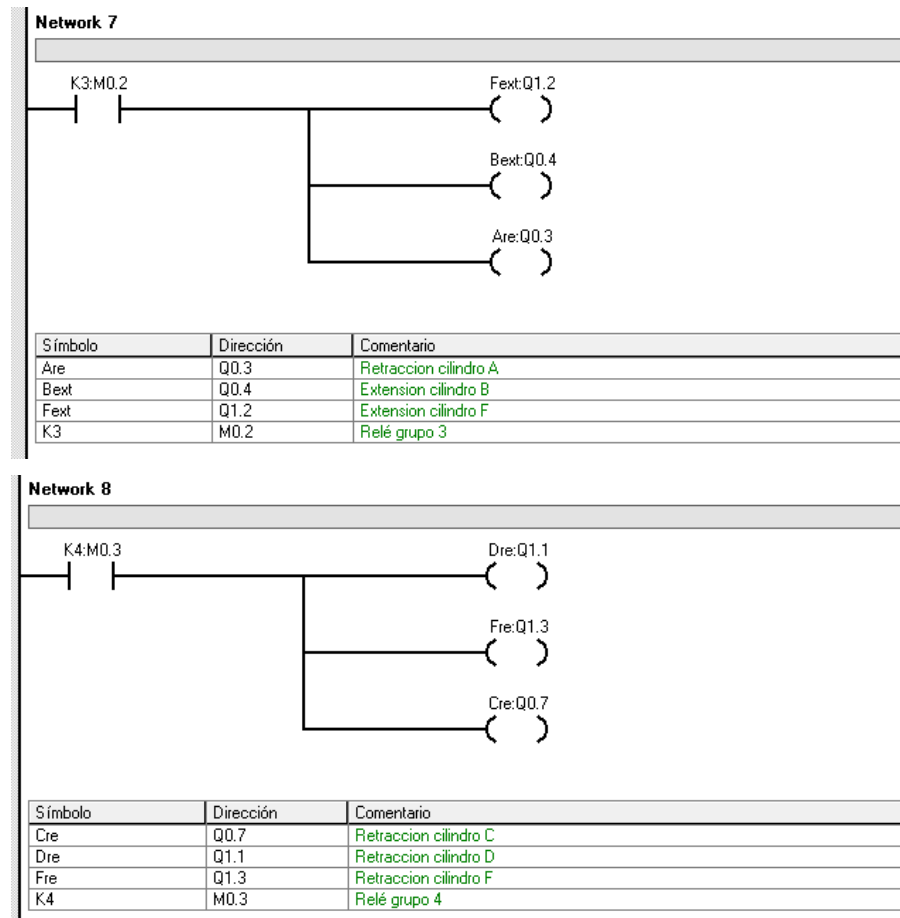


Figura 74. Diagrama ladder del circuito de fuerza
Fuente: elaboración propia

3.0 ESTIMACIÓN DE COSTOS

El análisis de costos es un proceso para identificar los recursos que se necesitarán para llevar a cabo un proyecto o desarrollar una función dentro de la empresa. Por lo general, el análisis de costos contempla métricas como el dinero, la mano de obra, el equipo o maquinaria, los repuestos y otras variables que serán necesarias tanto para concluir una tarea como para darle mantenimiento.

Para realizar el análisis es preciso cotizar los precios de todos los componentes que se utilizan en el desarrollo de la máquina. La cotización se realizará de la forma más precisa posible.

Es importante aclarar que esta cotización es una estimación ya que los precios de los componentes varían continuamente, lo cual provoca que la cotización de este proyecto cambie de un día para otro.

Otro aspecto importante es el de la mano de obra, ya que los salarios del personal técnico calificado que tendrán la tarea de fabricar los componentes son considerados en la estimación de los costos.

Para la cotización se consideran primeramente las empresas nacionales debido a que se busca la disponibilidad local, evitando así elevados costos de envíos.

3.1 COSTOS DIRECTOS

Los costos directos son los que influyen de manera directa en el proceso de fabricación de la máquina taponadora de envases PET, entre los cuales están el costo de los materiales y equipos que la componen, así como la mano de obra especializada encargada de fabricar la estructura sobre la cual está montada la máquina.

3.1.1 COSTO DE MATERIALES

Los costos se han dividido según las diferentes secciones que componen la máquina, con el objetivo de tener una comprensión más clara de los diferentes elementos y el costo de cada uno de ellos.

ESTRUCTURA

Tabla 13. Costo de materiales de la estructura

Detalles	Componente	Cantidad	Unidad	Costo unitario	Costo total
Acero inoxidable AISI 304 tubo cuadrado 1 in, chapa 14, 6 m.	Base de estructura, soporte de roscador, soporte de tolva, soporte de colocador de tapones	6	6 m	\$ 78.00	\$ 468.00
Acero inoxidable AISI 304, lamina lisa de 3 mm, 4 X 8 pies.	Cubiertas, soportes, soporte de motor, ordenador de tapones.	1	2.97 m ²	\$ 300.00	\$ 300.00

Tabla 13. Costo de materiales de la estructura (Continuación)

Acero inoxidable AISI 304, placa lisa de 6 mm, 4 X 8 pies.	Ajuste de eje conducido, ajuste de chumacera, placa de sujeción del roscador, acople de servo motor, adapte de sujeción, soporte de barandilla.	1	2.97 m2	\$ 750.36	\$ 750.36
Acero inoxidable AISI 304, varilla solida de 1/4 in, 1 m.	Barandilla	3	1 m	\$ 2.10	\$ 6.30
Perno hexagonal inoxidable M8x1.25x45	Unión de estructura	34	unid	\$ 0.79	\$ 26.86
Perno hexagonal inoxidable M8x1.25x55	Unión de estructura	13	unid	\$ 3.55	\$ 45.50
Tuerca hexagonal	Unión de estructura	47	unid	\$ 0.10	\$ 4.70

Tabla 13. Costo de materiales de la estructura (Continuación)

inoxidable M8x1.25					
Arandela inoxidable plana 8mm	Unión de estructura	94	unid	\$ 0.10	\$ 9.40
Perno de ajuste de barandilla, hexagonal 10 mm, inoxidable.	Barandilla	6	unid	\$ 1.40	\$ 8.40
Tornillo hexagonal inoxidable M6x1.0x30.	Unión de estructura	3	unid	\$ 0.58	\$ 1.74
Perno hexagonal inoxidable M5x0.8x25	Unión de estructura	13	unid	\$ 0.28	\$ 3.64
Perno hexagonal inoxidable M5x0.8x45	Unión de estructura	6	unid	\$ 0.93	\$ 5.58
Perno hexagonal inoxidable M3x0.5x13	Unión de estructura	10	unid	\$ 0.40	\$ 4.00
Tuerca hexagonal inoxidable M5x0.8	Unión de estructura	18	unid	\$ 0.40	\$ 7.20
Tuerca hexagonal	Unión de estructura	6	unid	\$ 0.10	\$ 0.60

Tabla 13. Costo de materiales de la estructura (Continuación)

inoxidable M3x0.5					
Arandela plana inoxidable 5mm	Unión de estructura	36	unid	\$ 0.11	\$ 3.96
Subtotal					\$ 1,646.24

SISTEMA DE TRANSPORTE

Tabla 14. Costo de materiales del sistema de transporte

Detalles	Componente	Cantidad	Unidad	Costo unitario	Costo total
Acero inoxidable AISI 304. barra solida de 30 mm, 1 m.	Eje conducido, eje conductor, acople de motor, colocador del eje conductor.	1	1 m	\$ 121.00	\$ 121.00
Chumacera UCFL 205-16, 1 pulgada	Ejes de banda transportador a.	4	unid	\$ 15.00	\$ 60.00
Cadenas de tablillas plásticas	Banda transportador a	3	1 m	\$ 57.65	\$ 172.95
Motor reductor de banda	Motor reductor	1	unid	\$ 235.00	\$ 235.00

Tabla 14. Costo de materiales del sistema de transporte (Continuación)

transportadora					
Acero inoxidable AISI 304 placa lisa de 12.7 mm, 0.4 m X 0.60 m	Disco colocador	1	0.24 m2	\$ 174.00	\$ 174.00
Motor del alimentador de tapones, motorreductor 6 rpm, 12 V.	Motor de alimentador	1	unid	\$ 70.00	\$ 70.00
Subtotal					\$ 832.95

SISTEMA NEUMÁTICO.

Tabla 15. Costo de materiales del sistema neumático

Detalles	Componente	Cantidad	Unidad	Costo unitario	Costo total
Actuador neumático DNSU-12	Sistema neumático	3	unid	\$ 41.58	\$ 124.74
Actuador neumático DNSU-Q-12	Sistema neumático	1	unid	\$ 61.71	\$ 61.71
Servomotor neumático 15M95D-D6	Servomotor roscador	1	unid	\$ 403.00	\$ 403.00

Tabla 15. Costo de materiales del sistema neumático (Continuación)

Actuador neumático DNSU-8	Sistema neumático	1	unid	\$ 37.61	\$ 37.61
Perfil base PAL, PAL-3/8-6-B	Sistema neumático	1	unid	\$ 290.00	\$ 290.00
Electroválvula neumática 5/2	Sistema neumático	6	unid	\$ 87.00	\$ 522.00
Válvula reguladora de presión, 0.85 Mpa	Sistema neumático	1	unid	\$ 43.00	\$ 43.00
Unidad FR, 1 Mpa.	Sistema neumático	1	unid	\$ 12.99	\$ 12.99
Finales de carrera magnéticos.	Sistema neumático	12	unid	\$ 24.00	\$ 288.00
Racord neumático 1/4 in OD x 1/8	Sistema neumático	8	unid	\$ 2.75	\$ 22.00
Racord neumático 1/4 in OD x 3/8	Sistema neumático	2	unid	\$ 1.40	\$ 2.80
Acero inoxidable AISI 304 barra solida de 70 mm, 310 mm	Adaptador roscado	1	310 mm	\$ 85.00	\$ 85.00
Tuerca de sujeción acople de	Sistema neumático	2	unid	\$ 1.48	\$ 2.96

Tabla 15. Costo de materiales del sistema neumático (Continuación)

servomotor, acero inoxidable M20					
Subtotal					\$ 1,895.81

SISTEMA DE CONTROL

Tabla 16. Costo de materiales del sistema de control.

Detalles	Componente	Cantidad	Unidad	Costo unitario	Costo total
PLC MODICON TM221C40R	Sistema de control	1	unid	\$ 557.57	\$ 557.57
Interruptor normalmente abierto	Sistema de control	1	unid	\$ 2.50	\$ 2.50
Pulsador normalmente abierto	Sistema de control	3	unid	\$ 2.50	\$ 7.50
Pulsador normalmente cerrado	Sistema de control	3	unid	\$ 2.50	\$ 2.50
Cable eléctrico calibre 16	Sistema de control	15	1 m	\$ 0.30	\$ 4.50
Cable eléctrico TNM 3X14	Sistema de control	6	1 m	\$ 1.45	\$ 8.70
Gabinete para	Sistema de	1	unid	\$ 40.00	\$ 40.00

Tabla 16. Costo de materiales del sistema de control (Continuación)

tablero de control					
Subtotal					\$ 623.27

COSTO TOTAL DE MATERIALES

Tabla 17. Costo de materiales

Costo total de materiales	\$ 4,998.27
---------------------------	-------------

3.1.2 COSTO DE MANO DE OBRA

Los costos en mano de obra se determinarán en base a las horas necesarias para fabricar y ensamblar los componentes que conforman la máquina taponadora, los costos serán aproximados ya que estos varían con el tiempo y dependen de otros factores como el precio de la energía eléctrica o el precio de los insumos, entre otros.

El costo por hora también será diferente para cada operación de fabricación ya que esto depende de que tan complejo sea dicho proceso de fabricación y de que tan alta sea la destreza del técnico encargado.

La fabricación y ensamble del equipo será encargada a una o varias empresas del rubro de metal mecánica, que cuente con los equipos necesarios y el personal técnico calificado para realizar todos los procesos necesarios para el correcto desarrollo del equipo, además de que pueda garantizar que el trabajo que se está realizando sea de calidad y que cumpla con los estándares necesarios para el buen funcionamiento del equipo, así como para respaldar su confiabilidad.

Tabla 18. Costos de mano de obra

Elementos		Tiempo (h)	Costo
Estructura	Fabricación base de estructura, soporte de roscador, soporte	24	\$ 360.00

Tabla 18. Costos de mano de obra (Continuación)

	de tolva, soporte de colocador de tapones		
	Fabricaciones cubiertas, soporte de motor, ordenador de tapones	16	\$ 240.00
	Fabricación ajuste de eje conducido, ajuste de chumacera, placa de sujeción del roscador, acople de servo motor, adapte de sujeción, Soporte de barandilla	16	\$ 240.00
	Fabricación barandilla	6	\$ 90.00
Transmisión de potencia	Fabricación eje conducido, eje conductor, acople de motor, colocador del eje conductor	24	\$ 360.00
Disco colocador	Fabricación	6	\$ 90.00
Adaptador roscado	Fabricación	6	\$ 90.00
Cadena de tablillas plásticas	Montaje	5	\$ 40.00
Motor reductor de banda transportadora	Montaje	4	\$ 32.00

Tabla 18. Costos de mano de obra (Continuación)

Alimentador de tapones	de	Montaje	4	\$ 32.00
Surtidor de tapones	de	Montaje de componentes	10	\$ 80.00
Sistema neumático		Montajes actuadores, montaje de válvulas, montaje de finales de carrera, montaje de unidad FR, montaje de mangueras y de otros componentes.	16	\$ 192.00
Sistema control	de	Montaje de PLC, gabinete, botonera, cableado.	12	\$ 144.00
Total, mano de obra				\$ 1990.00

3.2 COSTOS INDIRECTOS

Como costos indirectos asumiremos aquellos costos que no están involucrados directamente en el proceso de fabricación, pero que son necesarios para el desarrollo de la máquina taponadora, entre estos tenemos el costo de transporte debido a que es necesario transporta la materia prima hacia la empresa encargada de realizar el proceso de fabricación, así como transportar la máquina previamente ensamblada hacia donde se pondrá a trabajar. Además, se asignará una cantidad de capital a gastos imprevistos los cuales servirán para solventar cualquier situación inesperada que pueda surgir.

Tabla 19. Costos indirectos

Descripción	Costo
Transporte	\$ 350.00
Gastos imprevistos	\$ 500.00
Total	\$ 850.00

3.3 COSTO TOTAL DE LA MÁQUINA TAPONADORA

El costo total de la máquina taponadora será la suma de los costos directos, los costos de materiales, los costos de mano de obra, y los costos indirectos, la suma de los costos dará una estimación de la inversión necesarios para llevar a cabo el desarrollo de este proyecto.

Tabla 20. Costo total

Descripción		Costo
Costos directos	Costo de materiales	\$ 4,998.27
	Costo de mano de obra	\$ 1,990.00
Costos indirectos	Costos de transportes	\$ 350.00
	Gastos imprevistos	\$ 500.00
Costo total		\$ 7,838.27

CONCLUSIONES

- Final mente se determinó que el mejor equipo taponador para una microempresa dedicada al embotellado de productos envasados es una de tipo lineal con un solo roscador y surtidor de tapones de tipo centrifugo, debido a que es la que mejor se adapta a las demandas y tiene un costo razonable comparado con equipos similares en el mercado.
- El análisis de costos establece que no todos los componentes se encuentran en el mercado local, por tanto, el costo de la máquina se verá incrementado, pero con todo y el incremento, la inversión en el equipo sigue siendo rentable, debido al ahorro en tiempo y en mano de obra.
- Se considera un diseño simple, compuesto por elementos sencillos para facilitar el proceso de ensamble y más importante el proceso de fabricación, garantizando que la fabricación y el ensamble no necesiten de mano de obra altamente especializada, lo que permite mantener bajos los costos.
- Se presenta la estimación de costo del equipo, donde se plantea cuáles serán los costos directos, indirectos y el costo total del equipo, esta es solo una estimación ya que los costos van a varias con el tiempo debido a diversos factores que harán que el costo pueda ser mayor al que aquí se presenta.
- Se anexa la guía de ensamble y el manual de usuario, donde se especifica el proceso de ensamble y la puesta en marcha del equipo de forma segura.

BIBLIOGRAFÍA

[1] Equitek. (n.d.). Tapadora ERS – Maquinaria para Envasado, Tapado y Etiquetado. Retrieved 2019, from <https://equitek.com.mx/tapadora-ers/>

[2] Juárez, C. (2020, December 18). Tendencias del envasado de bebidas. The Food Tech. Retrieved April 15, 2021, from <https://thefoodtech.com/diseño-e-innovacion-para-empaque/tendencias-del-ensado-de-bebidas/>

[3] Nice, N. S. (2004). Sistemas de Control para Ingeniería (1era Ed ed.). México: Continental

[4] Universidad Politécnica de Catalunya. (2001). UPCommons. <http://upcommons.upc.edu/pfc/bitstream/2099.1/3330/5/34059-5.pdf>

[5] Ingenio-upp. (10 de 03 de 2008). Que es un Microcontrolador. Obtenido de ingenio-upp.blogdiario: <http://ingenio-upp.blogdiario.com/>

[6] Cervantes, J. M. (s.f.). Introduccion al Microcontrolador. Tutorial.

[7] Dial-X Automated Equipment, Inc., «Dial-X Automated Equipment, Inc.,» Dial-X Automated Equipment, Inc., 2015. [En línea]. Available: <http://www.dial-x.com>.

[8] NTN Corporation, «Parts Feeder Guide Book,» [En línea]. Available: <http://www.ntn.co.jp/english/products/catalog/guidebooks/paf-g/index.html>.

[9] Vibro Feed Tech, «Vibro Feed Tech,» InfoIntensify System, 2013. [En línea]. Available: <http://www.vibrofeedtech.com>.

[10] Inline Filling Systems, «Inline Filling Systems,» SEO, 2014. [En línea]. Available: <http://www.fillers.com/capping-machine-feeder-and-sorter/>.

[11] Hoosier Feeder Company, «Hoosier Feeder Company. Solutions through innovation, » Marketpath, [En línea]. Available: www.hosierfeedercompany.com.

[12] Velocity Equipment Solutions, «Velocity Equipment Solutions,» Velocity, 2015. [En línea]. Available: <http://capping.velocityes.com>.

[13] Dóni-Tec, «Dóni-Tec,» Lógica Digital, [En línea]. Available: english.bocais.com.br.

[14] NK Industries, «NK Industries. Leadership through innovation,» NK Industries, [En línea]. Available: www.nkpharma.com.

[15] López, C., Cuasapaz, P., & Madera, R. (2014). Inmótica. Ibarra: UTN.

[16] Univerframesimon. (06 de 10 de 2014). Software libre y Software propietario. Recuperado el 13 de 12 de 2014, de <http://univerframesimon.blogspot.mx/>: <http://univerframesimon.blogspot.mx/>

[17] Lozano, J. (10 de Diciembre de 2014). Interfaz Física. Obtenido de <http://www.dtic.upf.edu/>: <http://www.dtic.upf.edu/~jlozano/interfaces/interfaces8.html>

[18] Viana, C. (17 de Mayo de 2001). fluidos.eia.edu.co. Obtenido de Control de Cambiadores: <http://fluidos.eia.edu.co/hidraulica/articulos/accesorioshidraulicos/valvulas/valvulas.html>

[20] Quiminet. (22 de 08 de 2012). www.quiminet.com/. Recuperado el 22 de 07 de 2014, de www.quiminet.com/: <http://www.quiminet.com/articulos/el-uso-de-las-electrovalvulas-en-la-industria-2648462.htm>

[21] Emerson Electronic. (2013). Emerson Climate <http://www.emersonclimate.com/es-LA/Resources/Documents/EmersonManualTecnico2013.pdf>

[22] DACS. (2014). Sensores. Obtenido de [sensordeproximidad: http://sensoresdeproximidad.blogspot.com/](http://sensoresdeproximidad.blogspot.com/)

[23] SolidBi. (2021, 4 de mayo). SOLIDWORKS - Qué es y para qué sirve. <https://solid-bi.es/solidworks/#:%7E:text=Definici%C3%B3n,proceso%20de%20desarrollo%20del%20producto.>

[24] Programar con STEP 7. (1998, March 27). STEP 7. http://www.grupo-maser.com/PAG_Cursos/Step/step7/Proyecto%20step7/paginas/contenido/step7/pasos.htm

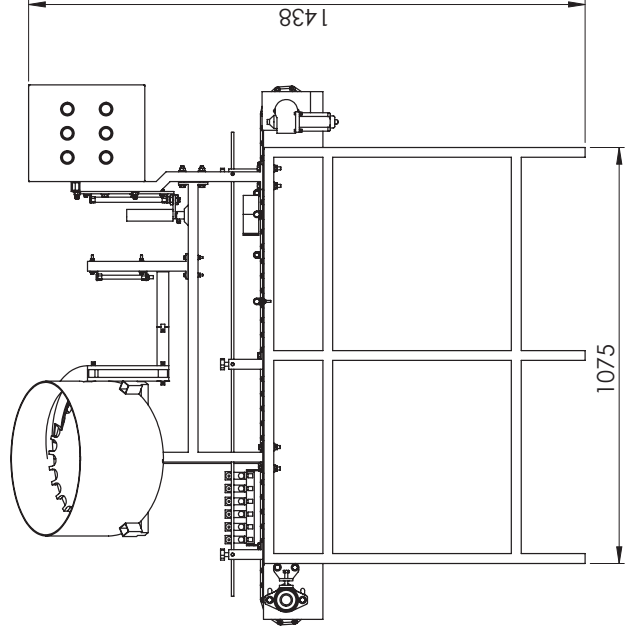
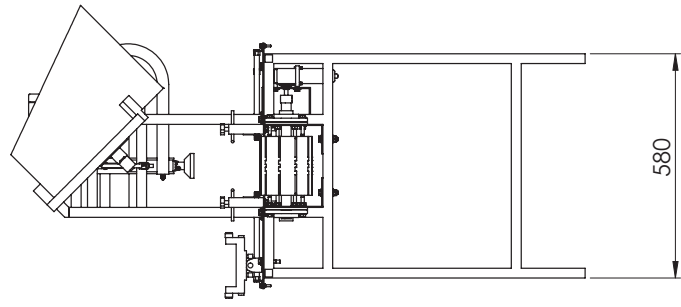
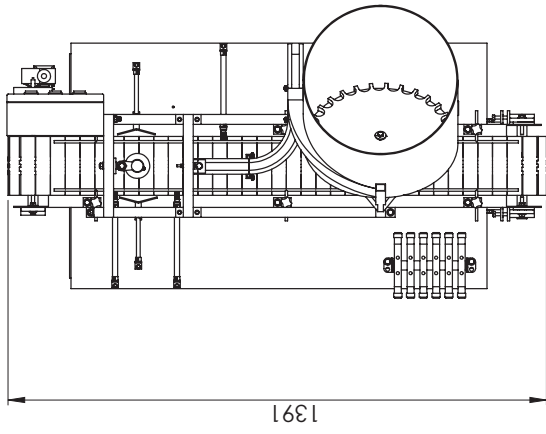
[25] pneumatic. (2001, December 4). FluidSim Neumatics. <http://www.sociedadelainformacion.com/20011204/neumatica/neumatica.>

- Freddy Salazar, Washington Freire, Byron Barros, José Bayas. (2015). Diseño y Construcción de una máquina automática lineal de tapado de envases con yogurt para la reducción del tiempo de despacho de la producción en la Empresa-Productos Lácteos Paraíso. 08/2021, de Departamento de Eléctrica y Electrónica Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE Extensión Latacunga Latacunga, Ecuador Sitio web: <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/11329/1/AC-ESPEL-EMI->

0295.pdf

- Trustar. (2019). Máquina automática de tapado: la guía completa. 08/2021, de Trustar Sitio web: <http://www.trustarpack.com/info/automatic-capping-machine-the-complete-guide-36677584.html>
- Pardo Gonzalez, D. E., & Salgado Botero, G. A. (2017, November). Diseño de una máquina tapadora para envases con cuajo (Downloadable archival material, 2017) [WorldCat.org]. Worldcat. <https://www.worldcat.org/title/diseño-de-una-máquina-tapadora-para-envases-con-cuajo/oclc/1049155643>
- Plásticos Torrijos S.L. (2010). Envases PET. 08/2021, de Plásticos Torrijos Sitio web: http://www.plasticos-torrijos.com/catalogo_esp.pdf
- Fábrica De Envases PET, P. (2021). Poliflex S.A de C.V. Poliflex S.A de C.V. <https://www.poliflexsa.com/tapaderas>
- ARICO BORJA, P (2017). *DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA PARA TAPAR BOTELLAS DE LICOR CON TAPONES TIPO GUALA PARA LA EMPRESA ILA S.A.* (INGENIERO EN MECATRÓNICA). UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR. <https://repositorio.uide.edu.ec/handle/37000/2018>

ANEXO A. PLANOS



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
 FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
 ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA

DISEÑO Y
 DIBUJO

NOMBRES
 Daniel Campos
 Ovidio Hernández

FECHA
 06/2022
 06/2022

FORMATO
 A3

MATERIAL
 AISI 304

UNIDADES
 mm

NOMBRE DEL ELEMENTO O PIEZA:
 PLANO DE PRESENTACIÓN

REVISÓ:

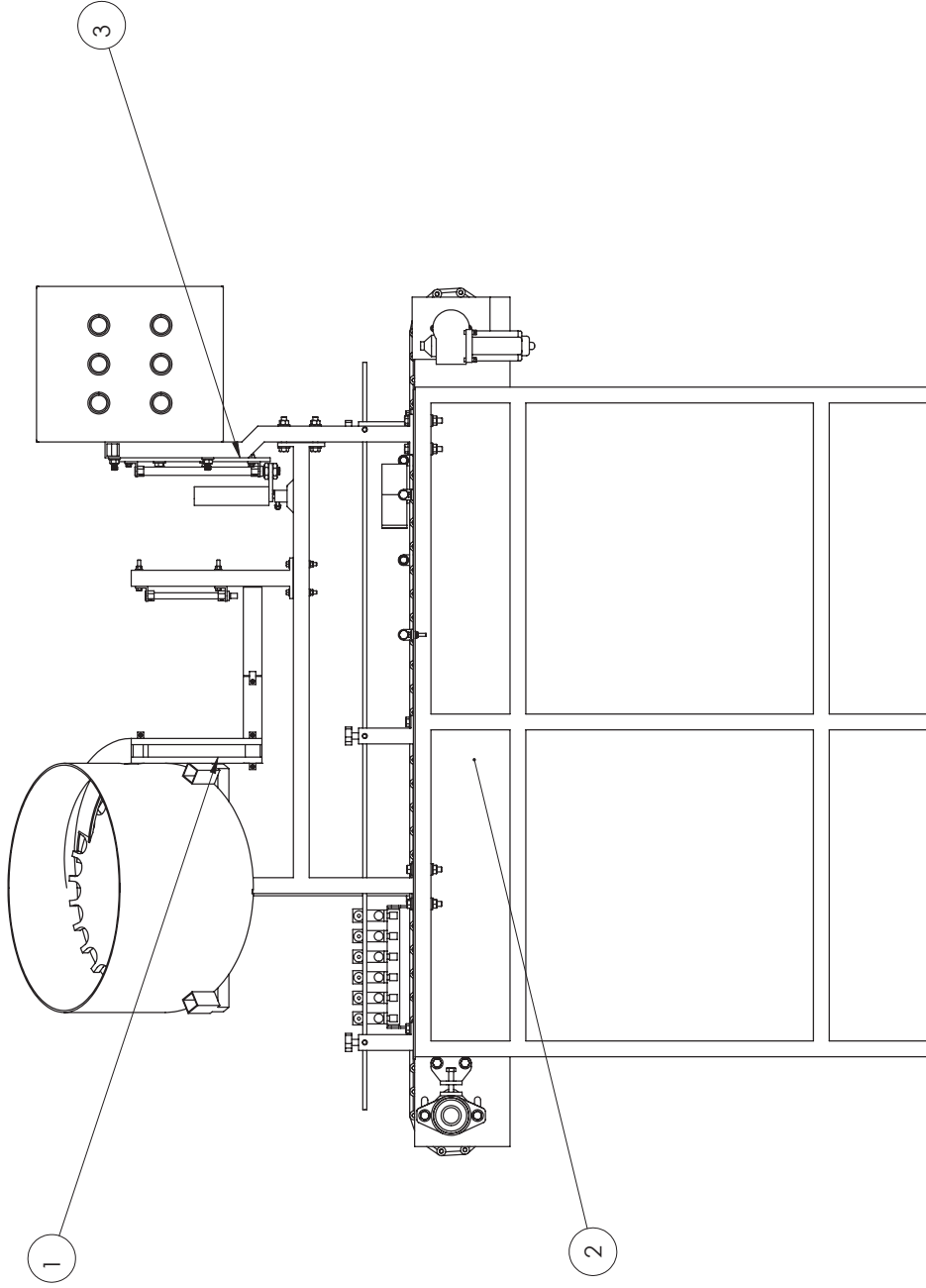
Ing. Rigoberto Velásquez Paz

ESCALA: 1:13


N DE PLANO: 01

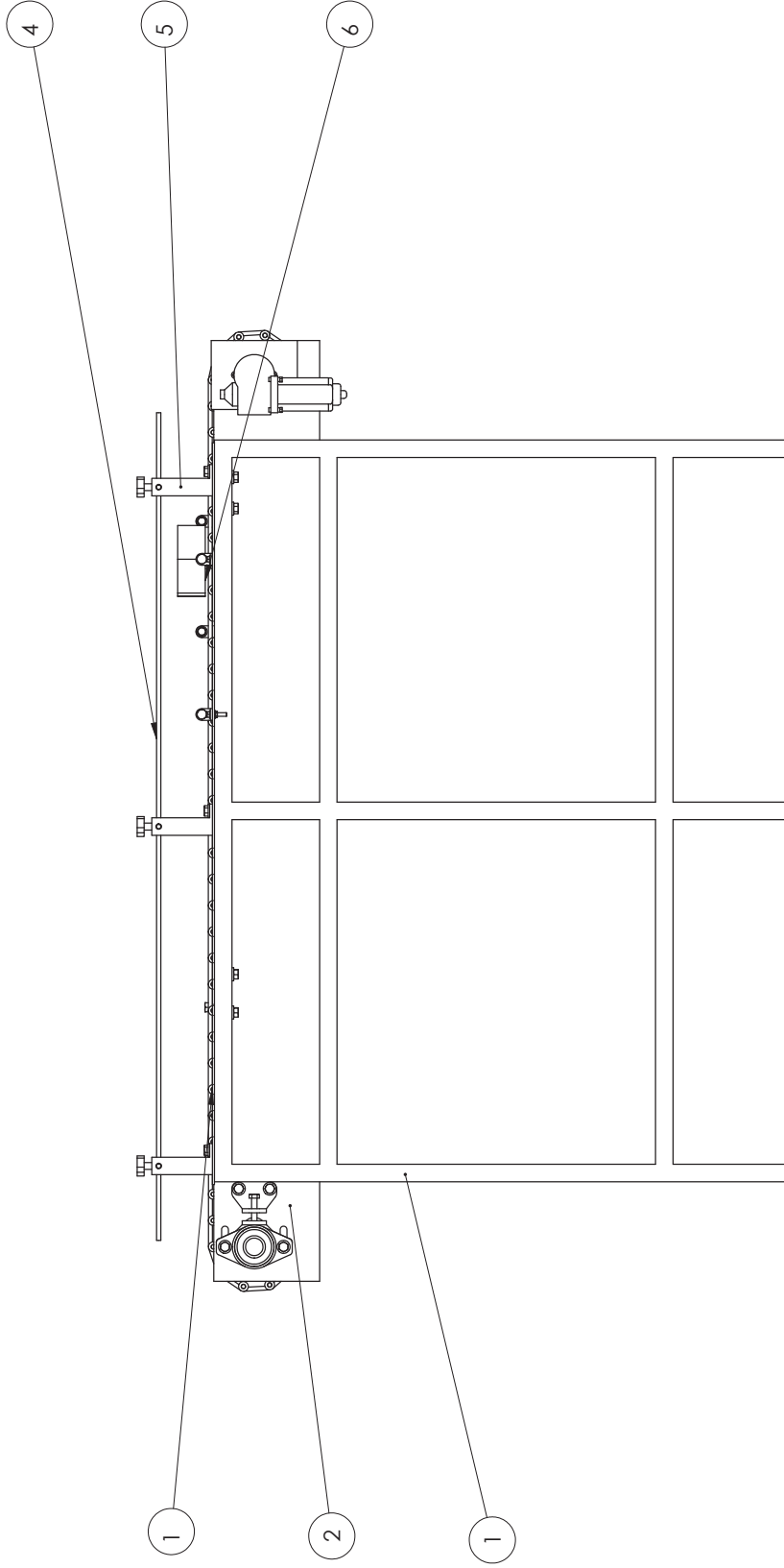
TRABAJO DE GRADUACIÓN:

PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA MAQUINA TAPONADORA DE
 BOTELLAS PARA EL SECTOR DE LA MICROEMPRESA





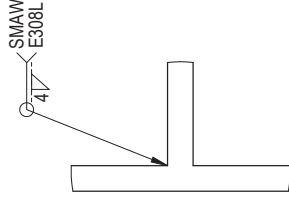
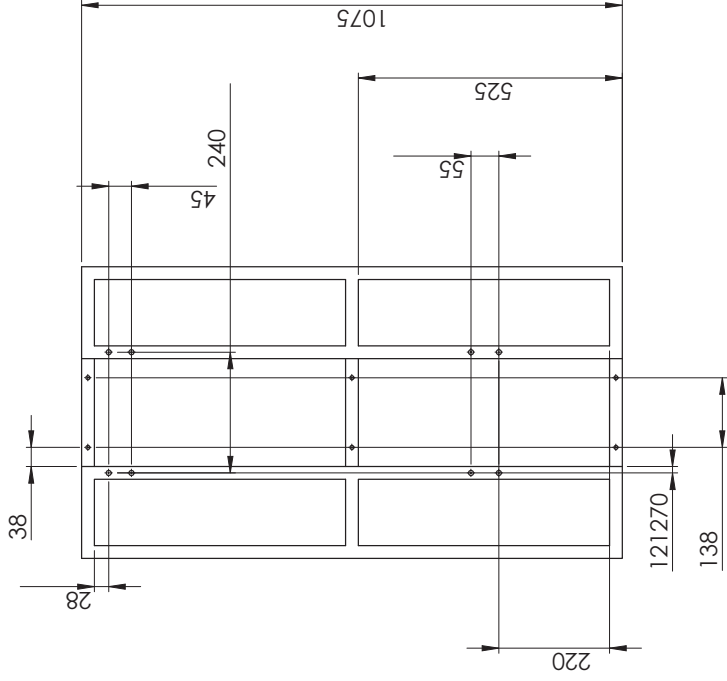
N ELEMENTO	NOMBRE DE PIEZA	CANTIDAD
3	SISTEMA ROSCADOR	1
2	SISTEMA DE TRANSPORTE	1
1	SISTEMA DE ALIMENTACION DE TAPONES	1

 UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA		TRABAJO DE GRADUACION: PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA MAQUINA TAPONADORA DE BOTTELLAS PARA EL SECTOR DE LA MICROEMPRESA	
DISEÑO Y DIBUJO	NOMBRES	FORMATO	NOMBRE DEL ELEMENTO O PIEZA:
	FECHA	MATERIAL	LISTADO DE SUBCONJUNTOS
REVISÓ:	Daniel Campos	06/2022	A3
	Ovidio Hernández	06/2022	AISI 304
	Ing. Rigoberto Velásquez Paz		mm
			UNIDADES
			ESCALA: 1:8
			N DE PLANO: 02

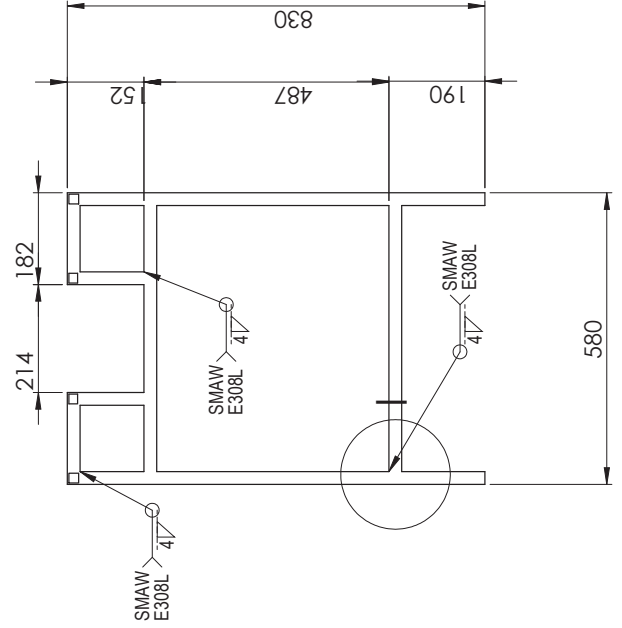


N ELEMENTO	NOMBRE DE PIEZA	CANTIDAD
6	BARANDILLA	1
5	SOPORTE BARANDILLA	1
4	DERECHA	1
3	ESTRUCTURA BASE	1
2	BANDA TRANSPORTADORA	1
1	CUBIERTA IZQUIERDA	1

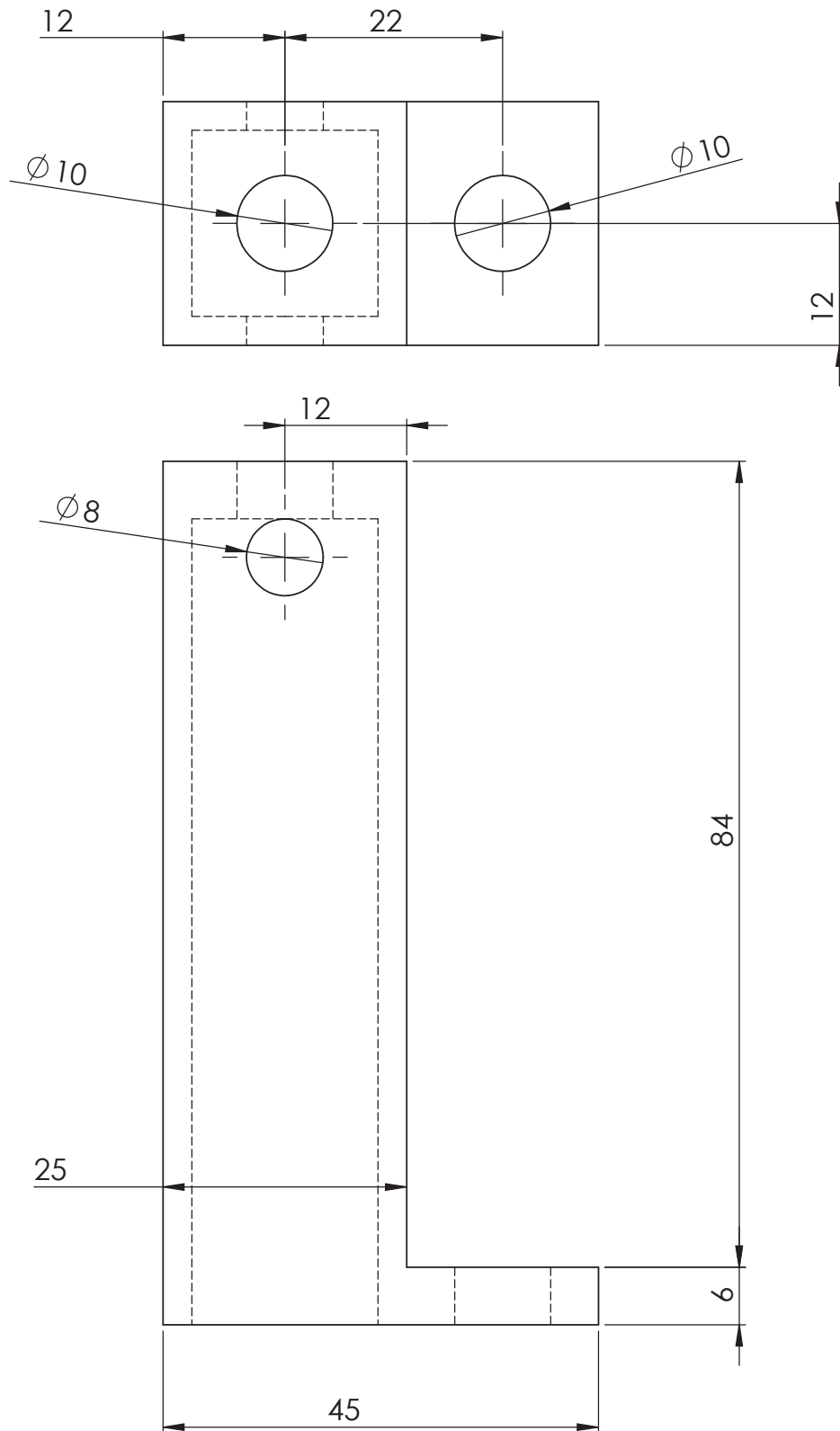
		UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA		TRABAJO DE GRADUACION: PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA MAQUINA TAPONADORA DE BOTELLAS PARA EL SECTOR DE LA MICROEMPRESA	
DISEÑO Y DIBUJO	NOMBRES Daniel Campos Ovidio Hernández	FECHA 06/2022 06/2022	FORMATO A3	NOMBRE DEL ELEMENTO O PIEZA: SISTEMA DE TRANSPORTE	
	REVISÓ: Ing. Rigoberto Velásquez Paz	UNIDADES mm	MATERIAL AISI 304	ESCALA: 1:7	
				N DE PLANO: 03	



DETALLE I
ESCALA 1 : 5



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA		TRABAJO DE GRADUACIÓN: PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA MAQUINA TAPONADORA DE BOTELLAS PARA EL SECTOR DE LA MICROEMPRESA	
DISEÑO Y DIBUJO	NOMBRES	FORMATO	NOMBRE DEL ELEMENTO O PIEZA:
	Fecha	MATERIAL	ESTRUCTURA BASE
REVISÓ:	Daniel Campos	UNIDADES	mm
	Ovidio Hernández		
	Ing. Rigoberto Velásquez Paz		
		ESCALA:	1:10
		N DE PLANO:	3.1

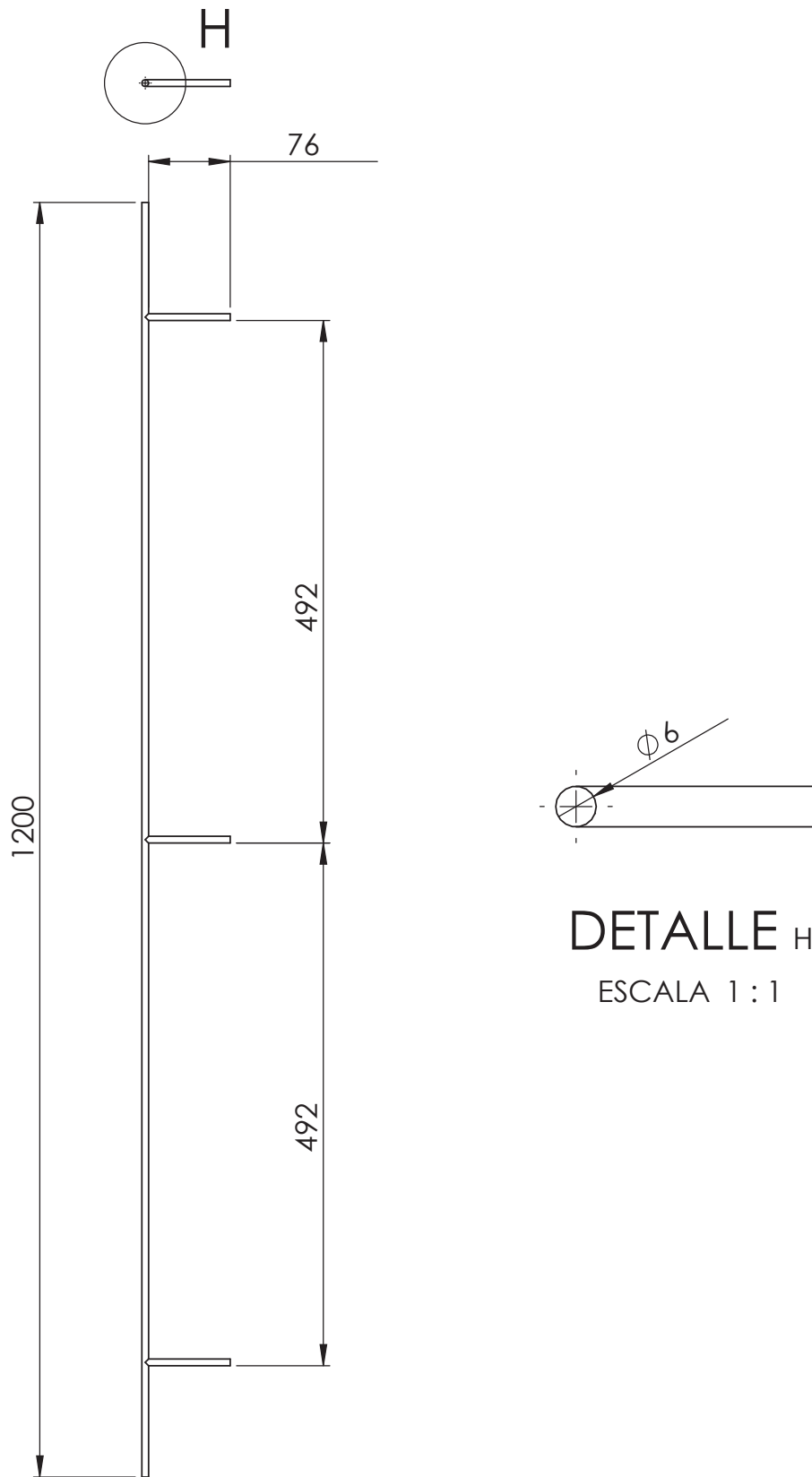


UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
 FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
 ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA

TRABAJO DE GRADUACIÓN:

PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA MAQUINA TAPONADORA DE
 BOTELLAS PARA EL SECTOR DE LA MICROEMPRESA

DISEÑO Y DIBUJO	NOMBRES	FECHA	FORMATO	A4	NOMBRE DEL ELEMENTO O PIEZA: SOPORTE BARANDILLA
	Daniel Campos	06/2022	MATERIAL	AISI 304	
	Ovidio Hernández	06/2022	UNIDADES	mm	
REVISÓ:	Ing. Rigoberto Velásquez Paz				ESCALA: 1:1
					N DE PLANO: 3.2



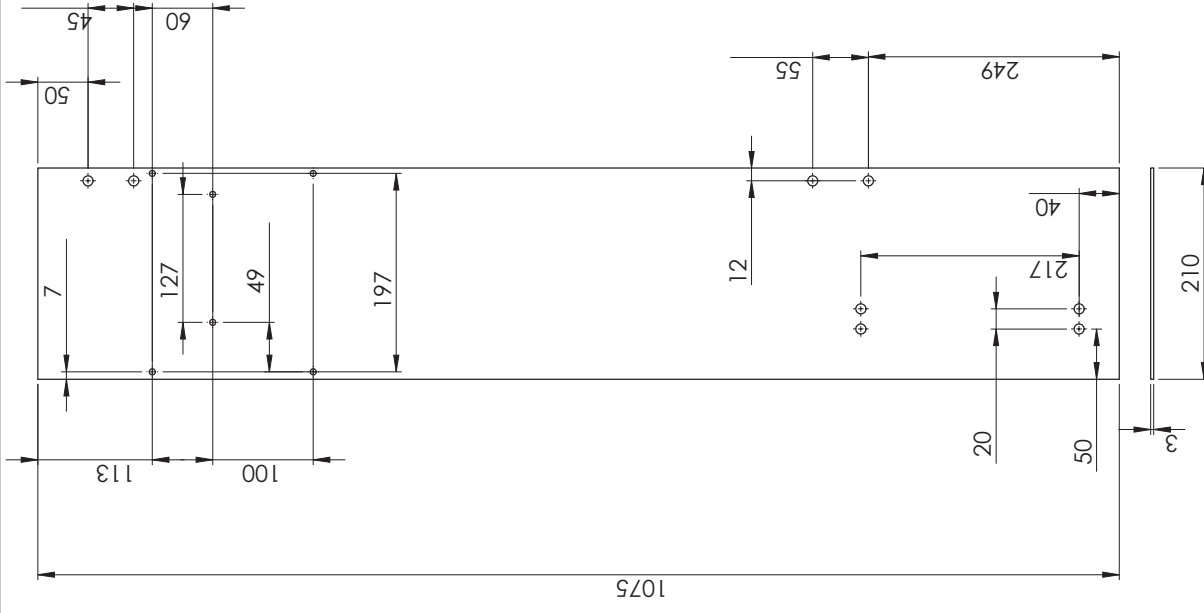
DETALLE H
 ESCALA 1 : 1





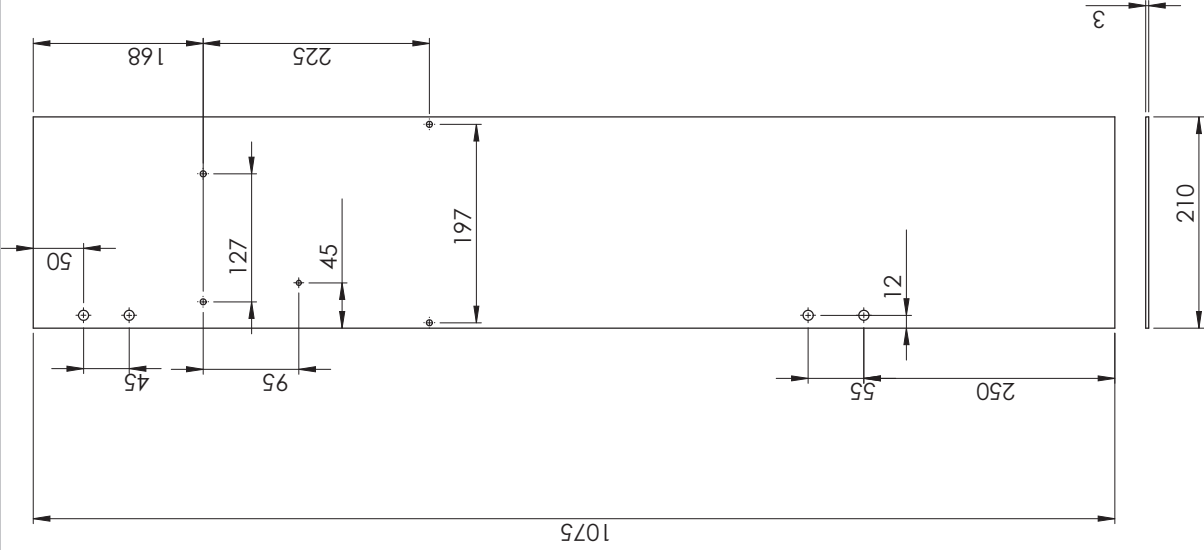
UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
 FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
 ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA


TRABAJO DE GRADUACIÓN:
 PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA MAQUINA TAPONADORA DE
 BOTELLAS PARA EL SECTOR DE LA MICROEMPRESA

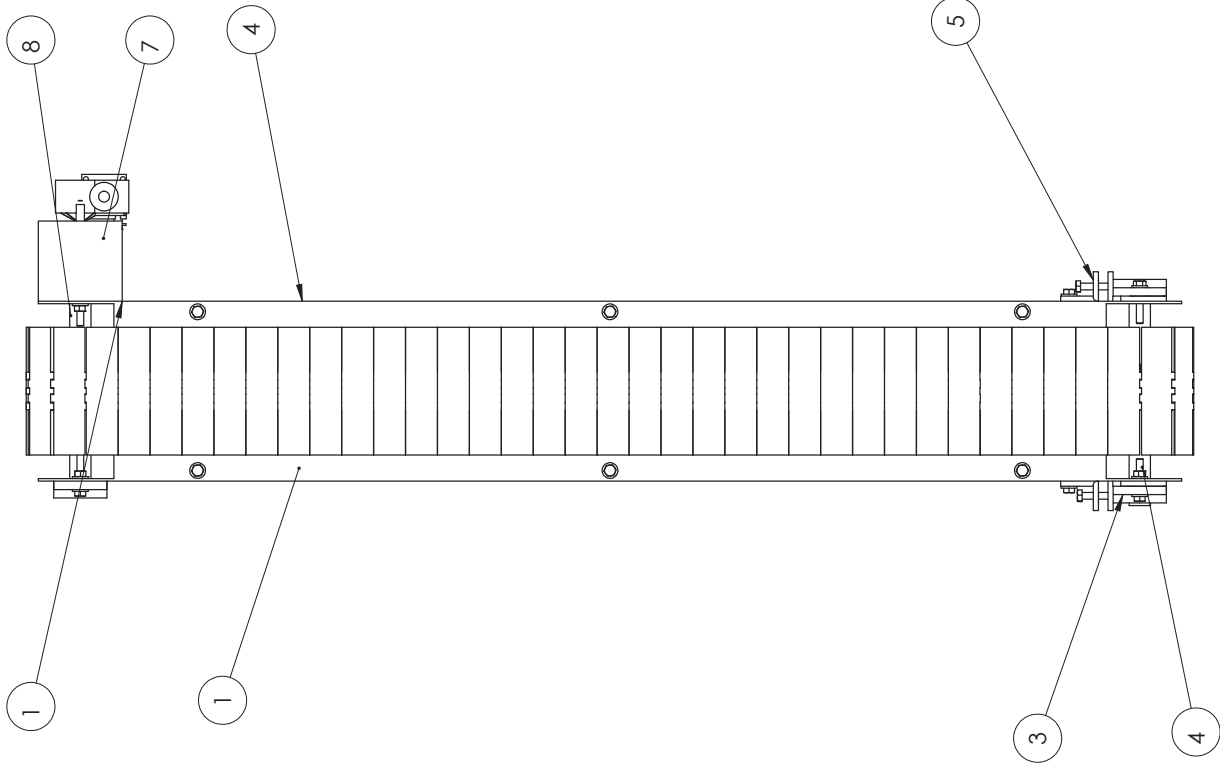
DISEÑO Y DIBUJO	NOMBRES	FECHA	FORMATO	A4	NOMBRE DEL ELEMENTO O PIEZA: BARANDILLA	
	Daniel Campos	06/2022	MATERIAL	AISI 304		
	Ovidio Hernández	06/2022	UNIDADES	mm		
REVISÓ:	Ing. Rigoberto Velásquez Paz				ESCALA: 1:6	N DE PLANO: 3.3




 UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA		TRABAJO DE GRADUACIÓN: PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA MAQUINA TAPONADORA DE BOTELLAS PARA EL SECTOR DE LA MICROEMPRESA		
		NOMBRES Daniel Campos Ovidio Hernández Ing. Rigoberto Velásquez Paz	FECHA 06/2022 06/2022	FORMATO A3
DISEÑO Y DIBUJO	REVISÓ: Ing. Rigoberto Velásquez Paz	MATERIAL AISI 304 mm	UNIDADES mm	ESCALA: 1:5
				N DE PLANO: 3.4



 UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA		TRABAJO DE GRADUACION: PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA MAQUINA TAPONADORA DE BOTELLAS PARA EL SECTOR DE LA MICROEMPRESA		
DISEÑO Y DIBUJO	NOMBRES	FECHA	FORMATO	NOMBRE DEL ELEMENTO O PIEZA:
	Daniel Campos Ovidio Hernández	06/2022 06/2022	A3 AISI 304 mm	CUBIERTA DERECHA
REVISÓ:	Ing. Rigoberto Velásquez Paz			ESCALA: 1:5
				N DE PLANO: 3.5

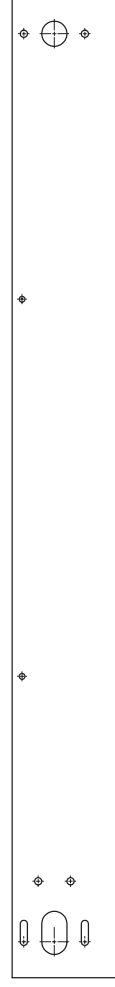




N ELEMENTO	NOMBRE DE PIEZA	CANTIDAD
8	EJE CONDUCTOR	1
7	SOPORTE DE MOTOR DE BANDA	1
6	SOPORTE DE BANDA TRANSPORTADORA DERECHO	1
5	PIEZA DE AJUSTE DE CHUMACERA	1
4	EJE CONDUCCION	1
3	PIEZA DE AJUSTE DE EJE CONDUCCION	1
2	SOPORTE DE BANDA TRANSPORTADORA IZQUIERDO	1
1	ACOPLE MOTOR-EJE	1

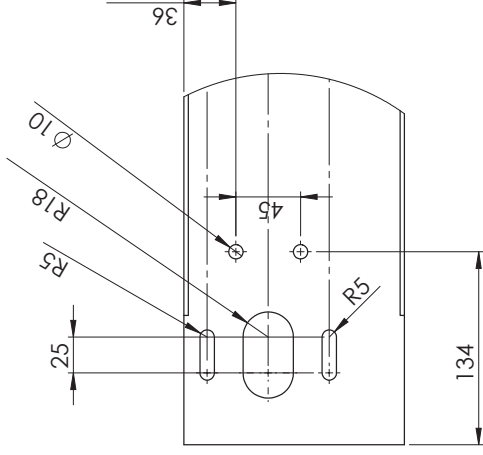
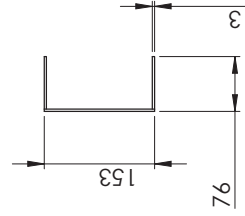
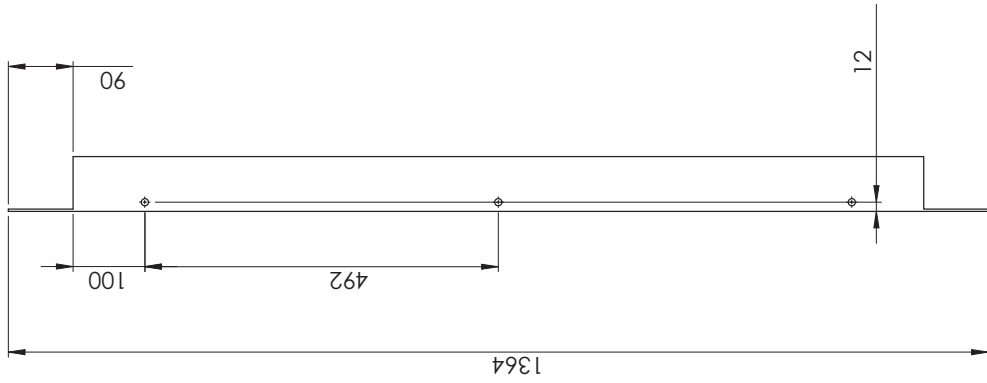
 UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA	NOMBRES	FECHA	FORMATO	NOMBRE DEL ELEMENTO O PIEZA:	
	Daniel Campos	06/2022	A3	BANDA TRANSPORTADORA	
DISEÑO Y DIBUJO	Ovidio Hernández	06/2022	MATERIAL	BANDA TRANSPORTADORA	
			UNIDADES	mm	
REVISÓ:	Ing. Rigoberto Velásquez Paz			ESCALA:	1:6
					N DE PLANO: 3.6

TRABAJO DE GRADUACIÓN:

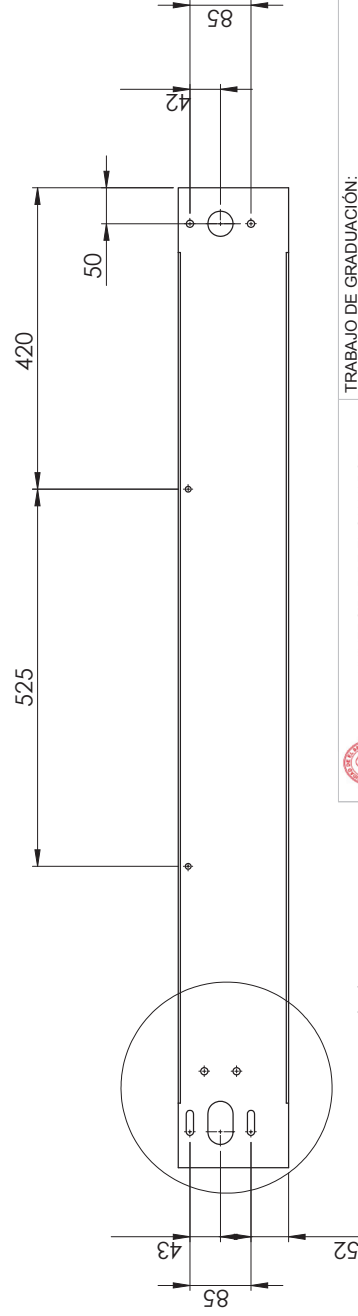
PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA MAQUINA TAPONADORA DE BOTELLAS PARA EL SECTOR DE LA MICROEMPRESA





	UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA		TRABAJO DE GRADUACIÓN: PROYECTO DE DISEÑO DE UNA MAQUINA TAPONADORA DE BOTELLAS PARA EL SECTOR DE LA MICROEMPRESA		
	DISEÑO Y DIBUJO	NOMBRES Daniel Campos Ovidio Hernández	FECHA 06/2022 06/2022	FORMATO A3	NOMBRE DEL ELEMENTO O PIEZA: SOPORTE DERECHO
REVISÓ: Ing. Rigoberto Velásquez Paz	UNIDADES mm	MATERIAL AISI 304	 ESCALA: 1:7	N DE PLANO: 3.6.1	

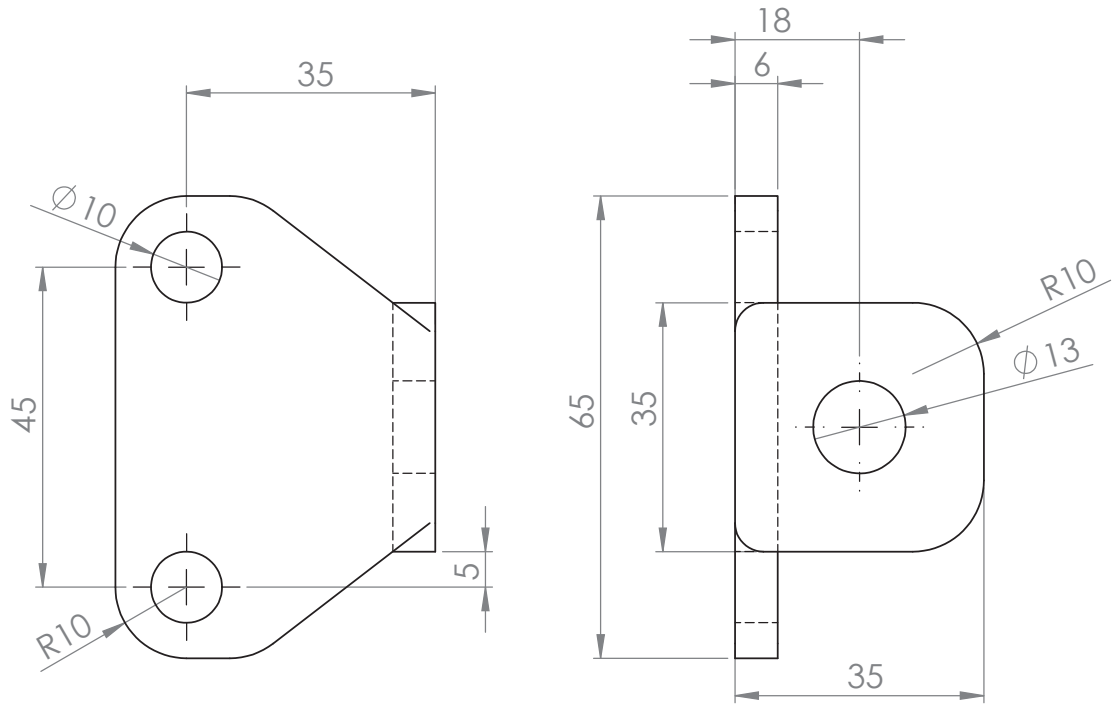


DETALLE M
ESCALA 2 : 7



M

 UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA	TRABAJO DE GRADUACIÓN: PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA MAQUINA TAPONADORA DE BOTTELLAS PARA EL SECTOR DE LA MICROEMPRESA		NOMBRE DEL ELEMENTO O PIEZA: SOPORTE IZQUIERDO	
	NOMBRES Daniel Campos Ovidio Hernández	FECHA 06/2022 06/2022	FORMATO A3	MATERIAL AISI 304
DISEÑO Y DIBUJO	REVISÓ: Ing. Rigoberto Velásquez Paz	 ESCALA: 1:7		N DE PLANO: 3.6.2

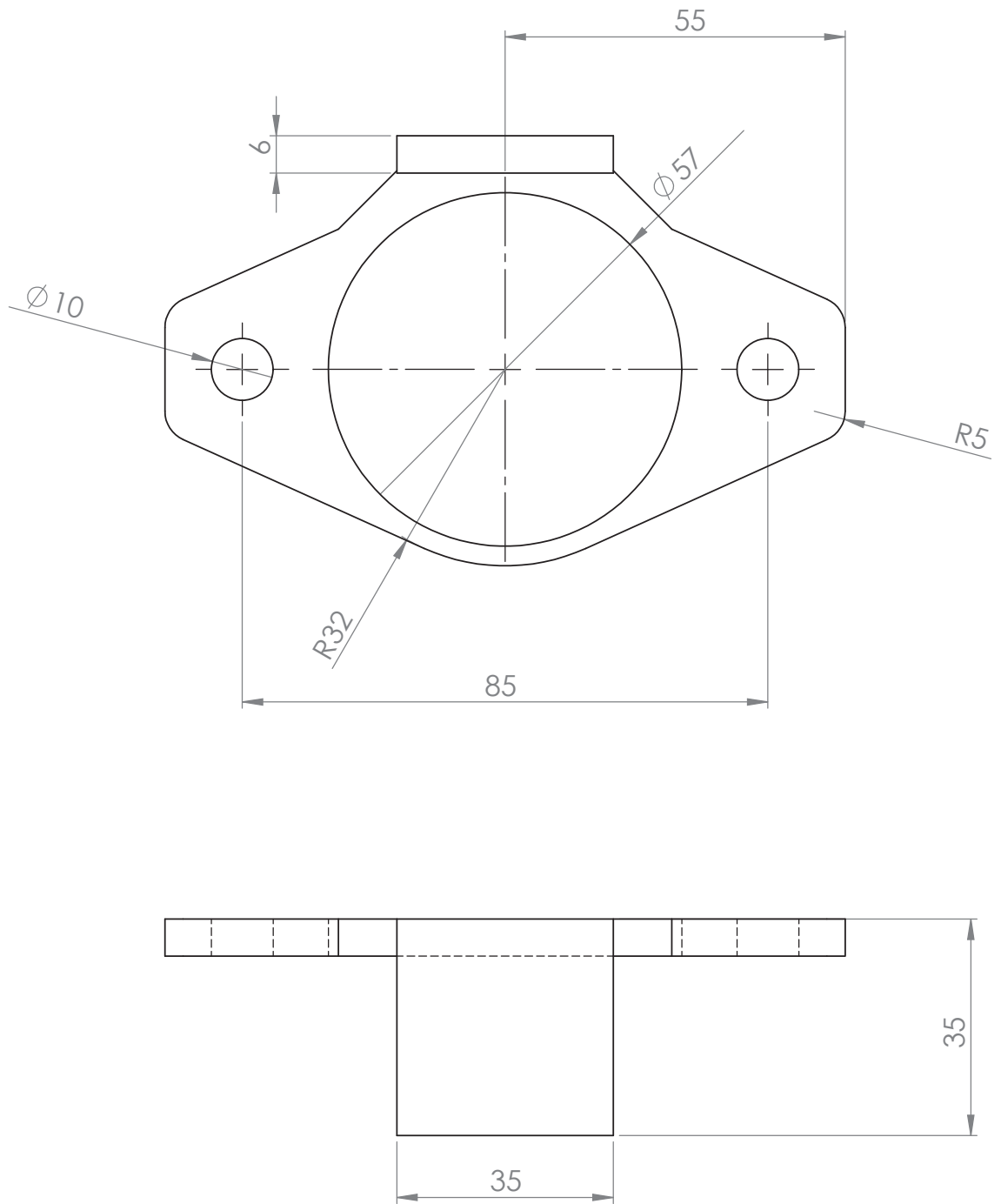


UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
 FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
 ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA

TRABAJO DE GRADUACIÓN:

PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA MAQUINA TAPONADORA DE
 BOTELLAS PARA EL SECTOR DE LA MICROEMPRESA

DISEÑO Y DIBUJO	NOMBRES	FECHA	FORMATO	A4	NOMBRE DEL ELEMENTO O PIEZA: PIEZA DE AJUSTE DE EJE CONDUcido	
	Daniel Campos	06/2022	MATERIAL	AISI 304		
	Ovidio Hernández	06/2022	UNIDADES	mm		
REVISÓ:	Ing. Rigoberto Velásquez Paz				ESCALA: 1:1	N DE PLANO: 3.6.3

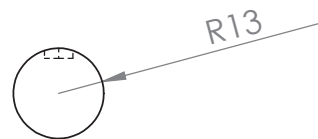
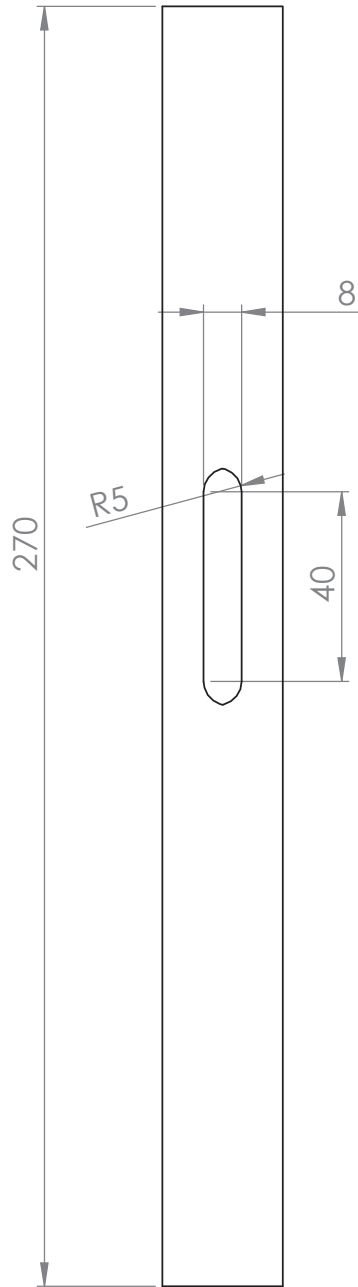


UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
 FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
 ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA

TRABAJO DE GRADUACIÓN:

PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA MAQUINA TAPONADORA DE
 BOTELLAS PARA EL SECTOR DE LA MICROEMPRESA

DISEÑO Y DIBUJO	NOMBRES	FECHA	FORMATO	A4	NOMBRE DEL ELEMENTO O PIEZA: PIEZA DE AJUSTE DE CHUMACERA	
	Daniel Campos	06/2022	MATERIAL	AISI 304		
	Ovidio Hernández	06/2022	UNIDADES	mm		
REVISÓ:	Ing. Rigoberto Velásquez Paz				ESCALA: 1:1	N DE PLANO: 3.6.4

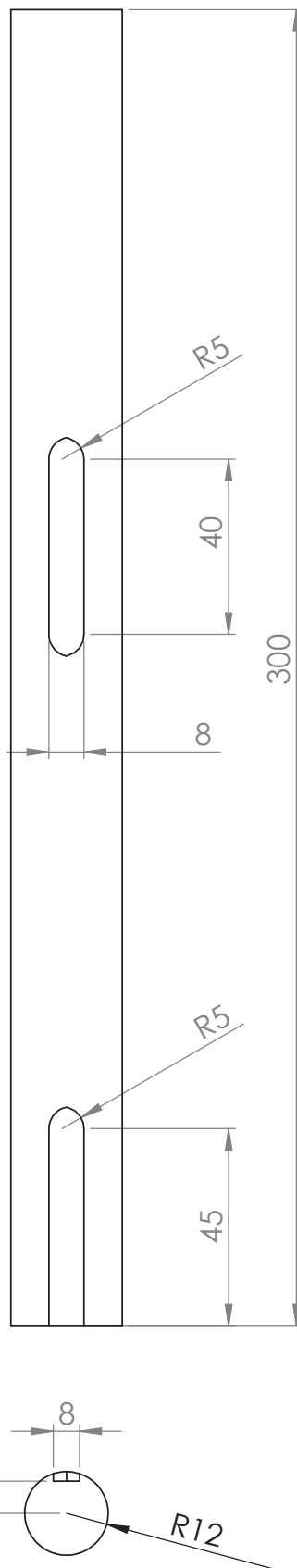


UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA

TRABAJO DE GRADUACIÓN:

PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA MAQUINA TAPONADORA DE
BOTELLAS PARA EL SECTOR DE LA MICROEMPRESA

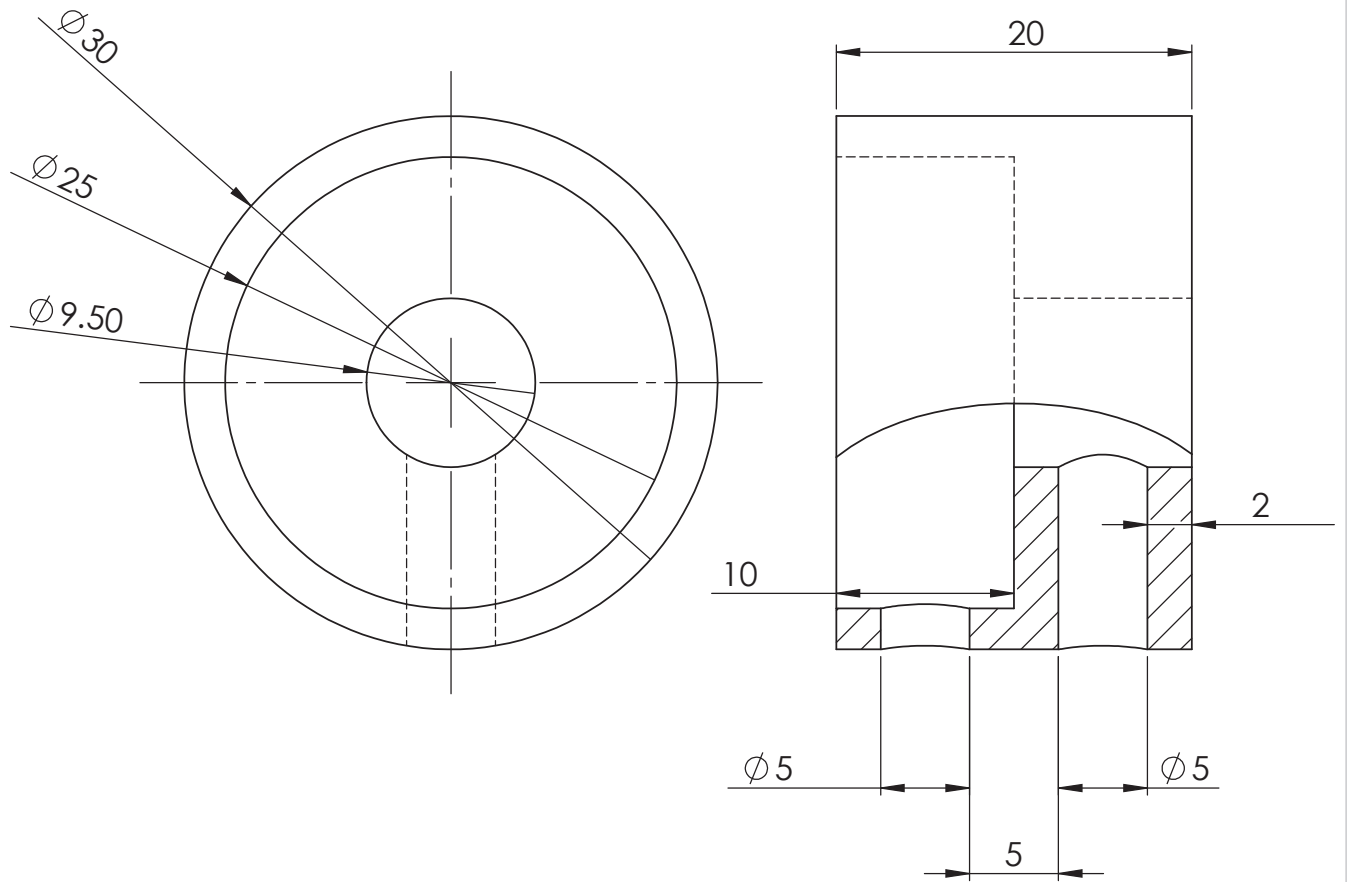
DISEÑO Y DIBUJO	NOMBRES	FECHA	FORMATO	A4	NOMBRE DEL ELEMENTO O PIEZA: EJE CONDUCCION	
	Daniel Campos	06/2022	MATERIAL	AISI 304		
	Ovidio Hernández	06/2022	UNIDADES	mm		
REVISÓ:	Ing. Rigoberto Velásquez Paz				ESCALA: 1:2	N DE PLANO: 3.6.5



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
 FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
 ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA

TRABAJO DE GRADUACIÓN:
 PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA MAQUINA TAPONADORA DE
 BOTELLAS PARA EL SECTOR DE LA MICROEMPRESA

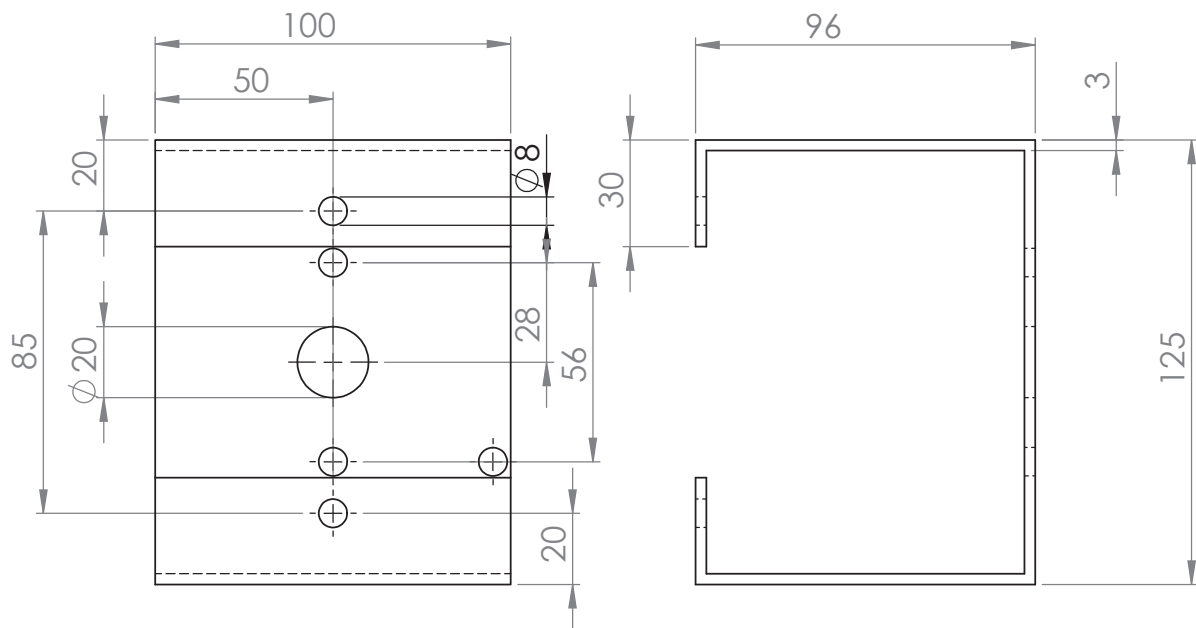
DISEÑO Y DIBUJO	NOMBRES	FECHA	FORMATO	A4	NOMBRE DEL ELEMENTO O PIEZA: EJE CONDUCTOR	
	Daniel Campos	06/2022	MATERIAL	AISI 304		
	Ovidio Hernández	06/2022	UNIDADES	mm		
REVISÓ:	Ing. Rigoberto Velásquez Paz				ESCALA: 1:2	N DE PLANO: 3.6.6



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
 FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
 ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA

TRABAJO DE GRADUACIÓN:
 PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA MAQUINA TAPONADORA DE
 BOTELLAS PARA EL SECTOR DE LA MICROEMPRESA

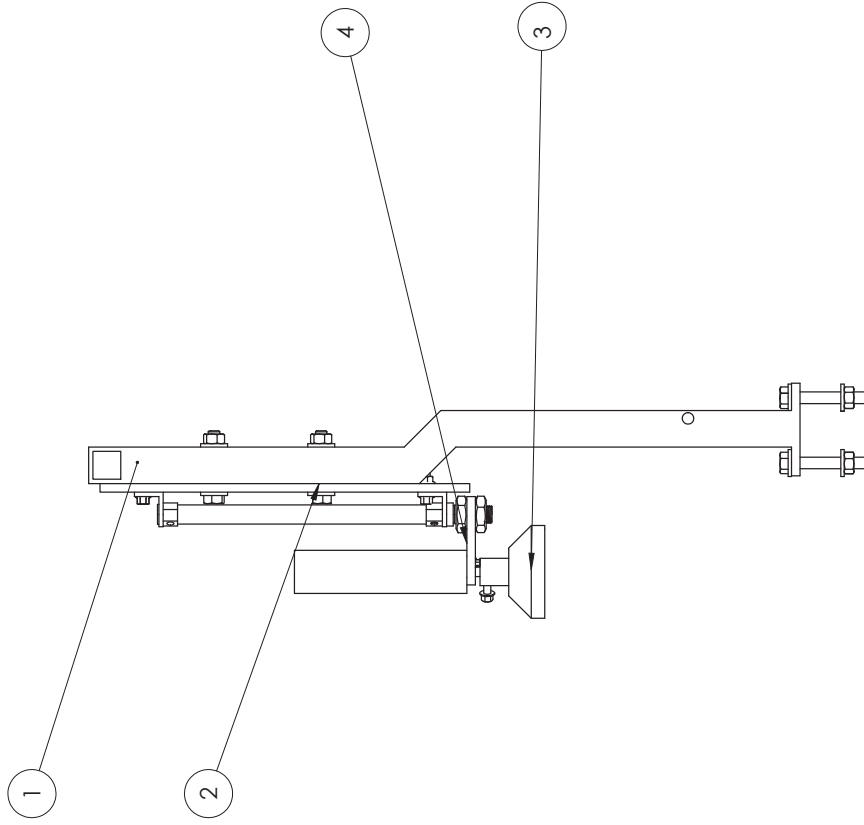
DISEÑO Y DIBUJO	NOMBRES	FECHA	FORMATO	A4	NOMBRE DEL ELEMENTO O PIEZA: ACOPLE DE MOTOR-EJE BANDA	
	Daniel Campos	06/2022	MATERIAL	AISI 304		
	Ovidio Hernández	06/2022	UNIDADES	mm		
REVISÓ:	Ing. Rigoberto Velásquez Paz				ESCALA: 2.5:1	N DE PLANO: 3.6.7




UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
 FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
 ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA

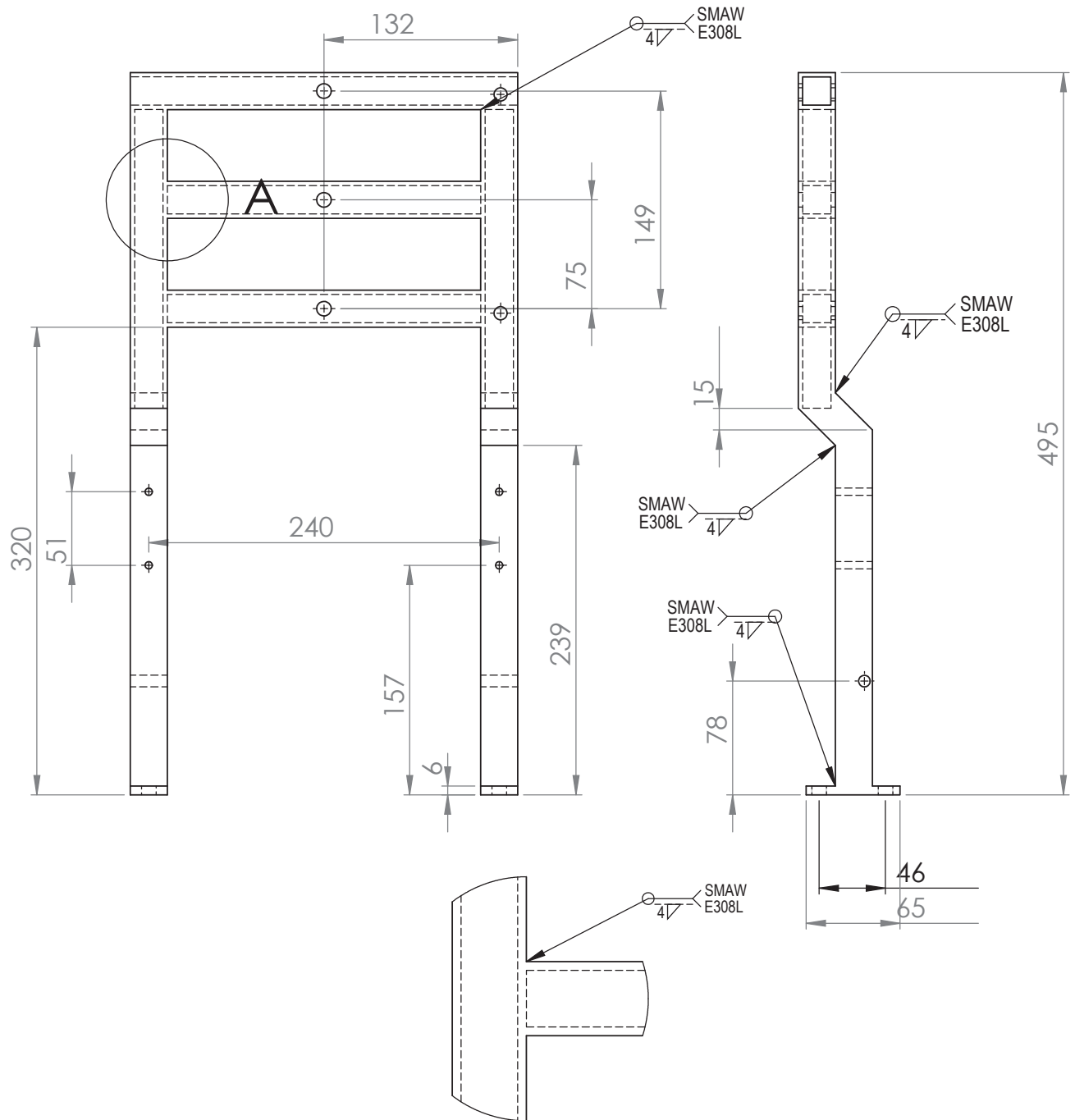
TRABAJO DE GRADUACIÓN:
 PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA MAQUINA TAPONADORA DE
 BOTELLAS PARA EL SECTOR DE LA MICROEMPRESA

DISEÑO Y DIBUJO	NOMBRES	FECHA	FORMATO	A4	NOMBRE DEL ELEMENTO O PIEZA: SOPORTE DE MOTOR DE BANDA	
	Daniel Campos	06/2022	MATERIAL	AISI 304		
	Ovidio Hernández	06/2022	UNIDADES	mm		
REVISÓ:	Ing. Rigoberto Velásquez Paz				ESCALA: 1:2	N DE PLANO: 3.6.8



N ELEMENTO	NOMBRE DE PIEZA	CANTIDAD
4	ACOPLE SERVO CILINDRO	1
3	ADAPTADOR DE ROSCADO	1
2	PLACA DE SUJECION DE ROSCADOR	1
1	SOPORTE DE ROSCADOR	1

 UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA	TRABAJO DE GRADUACION: PROYECTO DE DISEÑO DE UNA MAQUINA TAPONADORA DE BOTTELLAS PARA EL SECTOR DE LA MICROEMPRESA		NOMBRE DEL ELEMENTO O PIEZA: CONJUNTO DE ROSCADOR	
	NOMBRES Daniel Campos Ovidio Hernández	FECHA 06/2022 06/2022	FORMATO A3	MATERIAL AISI 304 UNIDADES mm
DISEÑO Y DIBUJO	Ing. Rigoberto Velásquez Paz	ESCALA: 1:4	N DE PLANO: 04	



DETALLE A

ESCALA 1 : 2

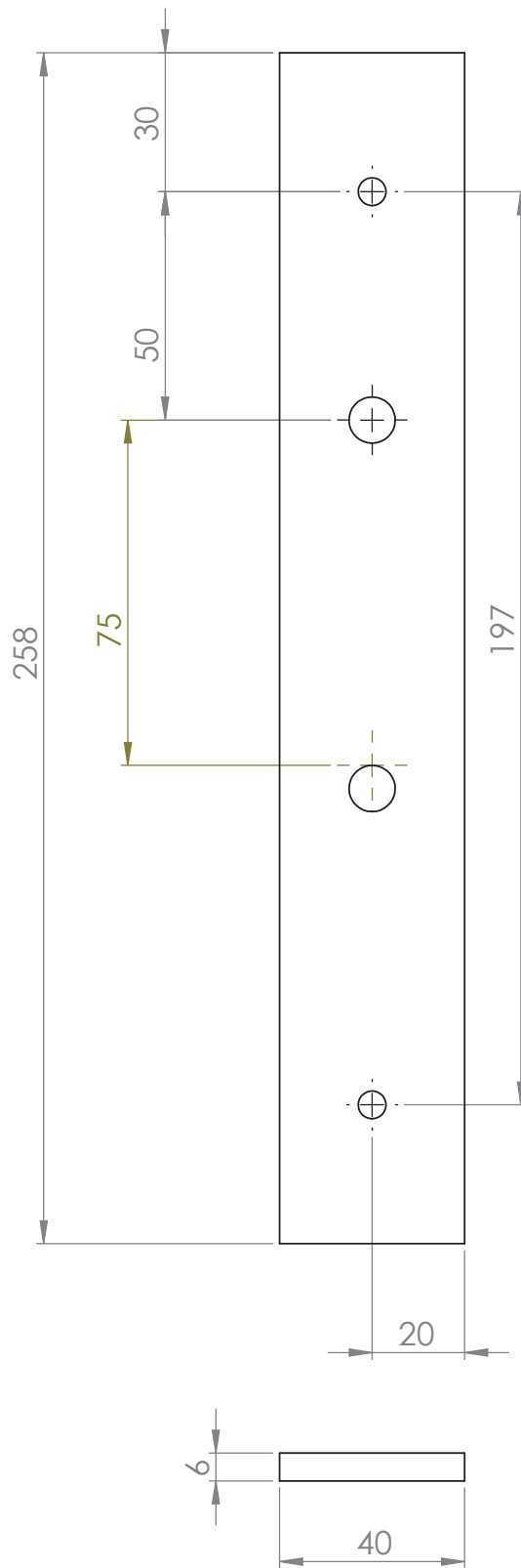


UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA

TRABAJO DE GRADUACIÓN:

PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA MAQUINA TAPONADORA DE
BOTELLAS PARA EL SECTOR DE LA MICROEMPRESA

DISEÑO Y DIBUJO	NOMBRES	FECHA	FORMATO	A4	NOMBRE DEL ELEMENTO O PIEZA: SOPORTE DE ROSCADOR	
	Daniel Campos	06/2022	MATERIAL	AISI 304		
	Ovidio Hernández	06/2022	UNIDADES	mm		
REVISÓ:	Ing. Rigoberto Velásquez Paz				ESCALA: 1:4	N DE PLANO: 4.1

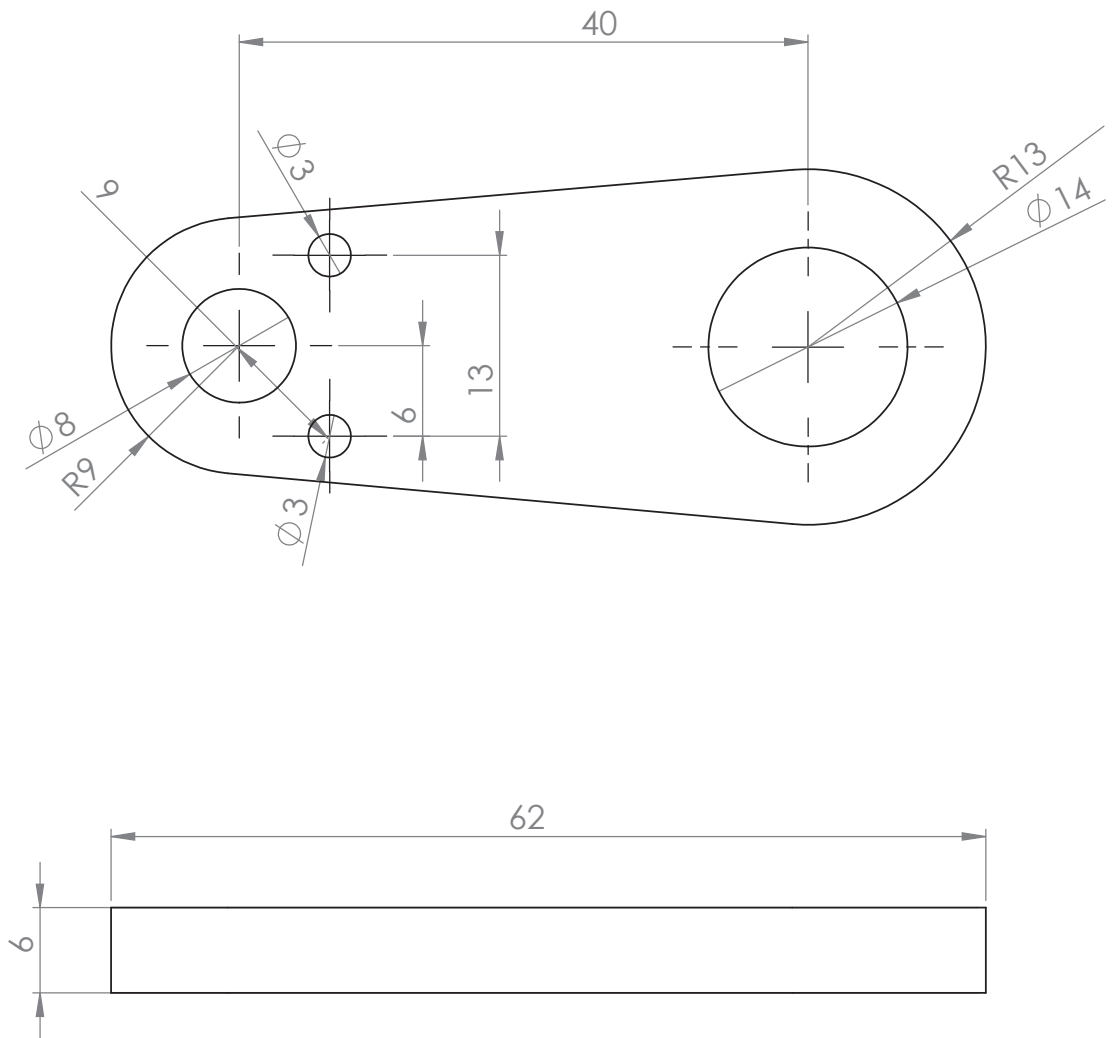


UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
 FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
 ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA

TRABAJO DE GRADUACIÓN:

PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA MAQUINA TAPONADORA DE
 BOTELLAS PARA EL SECTOR DE LA MICROEMPRESA

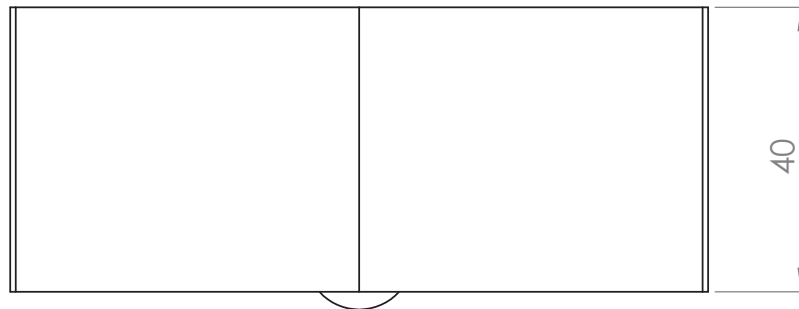
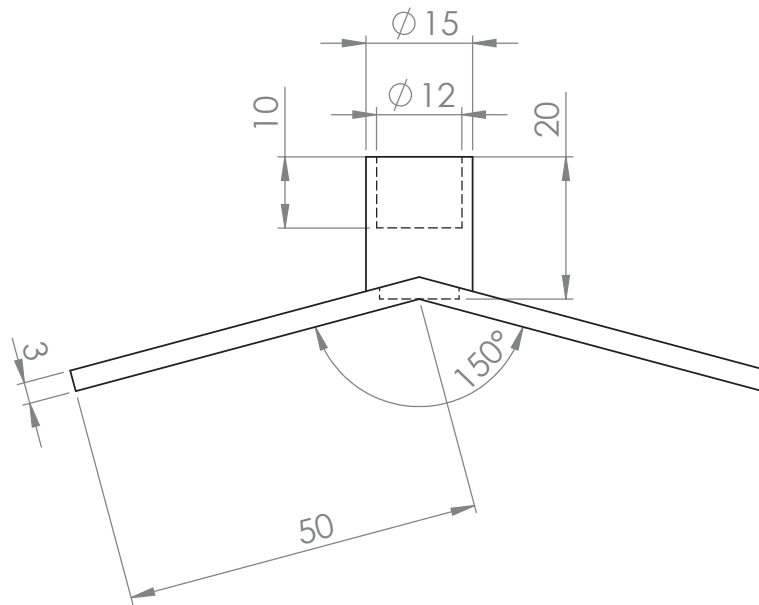
DISEÑO Y DIBUJO	NOMBRES	FECHA	FORMATO	A4	NOMBRE DEL ELEMENTO O PIEZA: PLACA DE SUJECION ROSCADOR
	Daniel Campos	06/2022	MATERIAL	AISI 304	
	Ovidio Hernández	06/2022	UNIDADES	mm	
REVISÓ:	Ing. Rigoberto Velásquez Paz				ESCALA: 1:2
					N DE PLANO: 4.2



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
 FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
 ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA

TRABAJO DE GRADUACIÓN:
 PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA MAQUINA TAPONADORA DE
 BOTELLAS PARA EL SECTOR DE LA MICROEMPRESA

DISEÑO Y DIBUJO	NOMBRES	FECHA	FORMATO	A4	NOMBRE DEL ELEMENTO O PIEZA: ACOPLE SERVOMOTOR-CILINDRO	
	Daniel Campos	06/2022	MATERIAL	AISI 304		
	Ovidio Hernández	06/2022	UNIDADES	mm		
REVISÓ:	Ing. Rigoberto Velásquez Paz				ESCALA: 2:1	N DE PLANO: 4.3

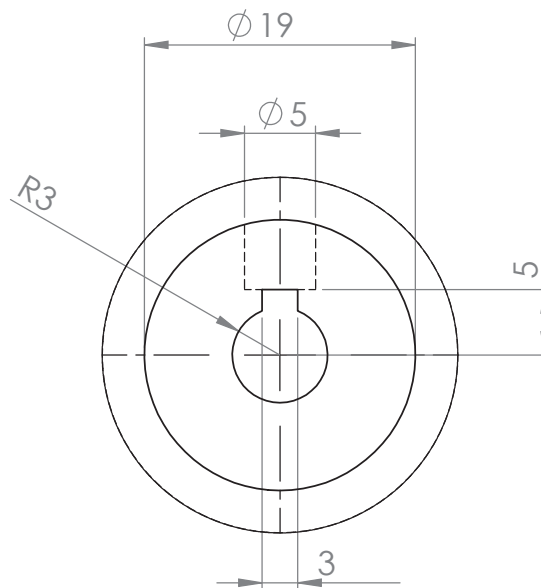
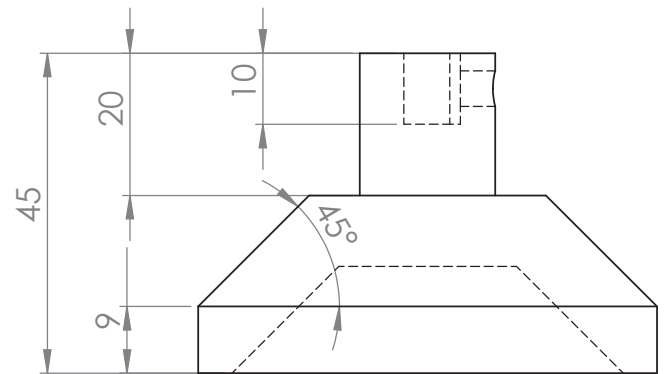
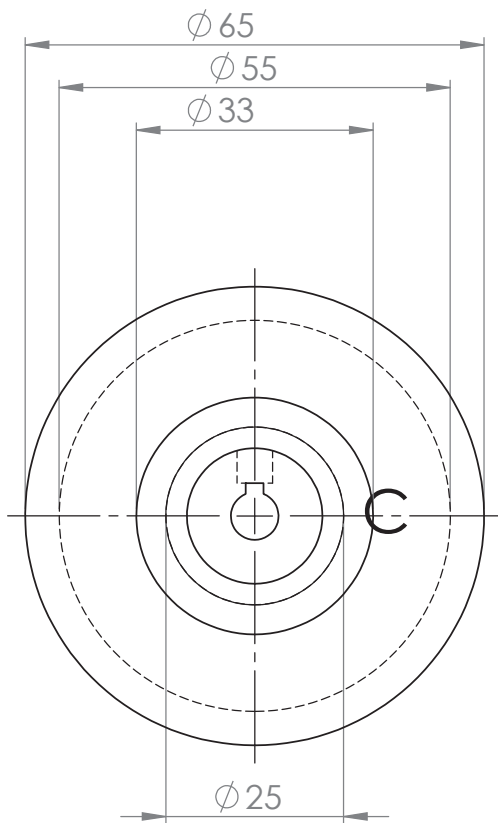


UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA

TRABAJO DE GRADUACIÓN:

PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA MAQUINA TAPONADORA DE
BOTELLAS PARA EL SECTOR DE LA MICROEMPRESA

DISEÑO Y DIBUJO	NOMBRES	FECHA	FORMATO	A4	NOMBRE DEL ELEMENTO O PIEZA: ADAPTADOR DE SUJECION DE ENVASES
	Daniel Campos	06/2022	MATERIAL	AISI 304	
	Ovidio Hernández	06/2022	UNIDADES	mm	
REVISÓ:	Ing. Rigoberto Velásquez Paz				ESCALA: 1:1
					N DE PLANO: 4.4



DETALLE C

ESCALA 2 : 1

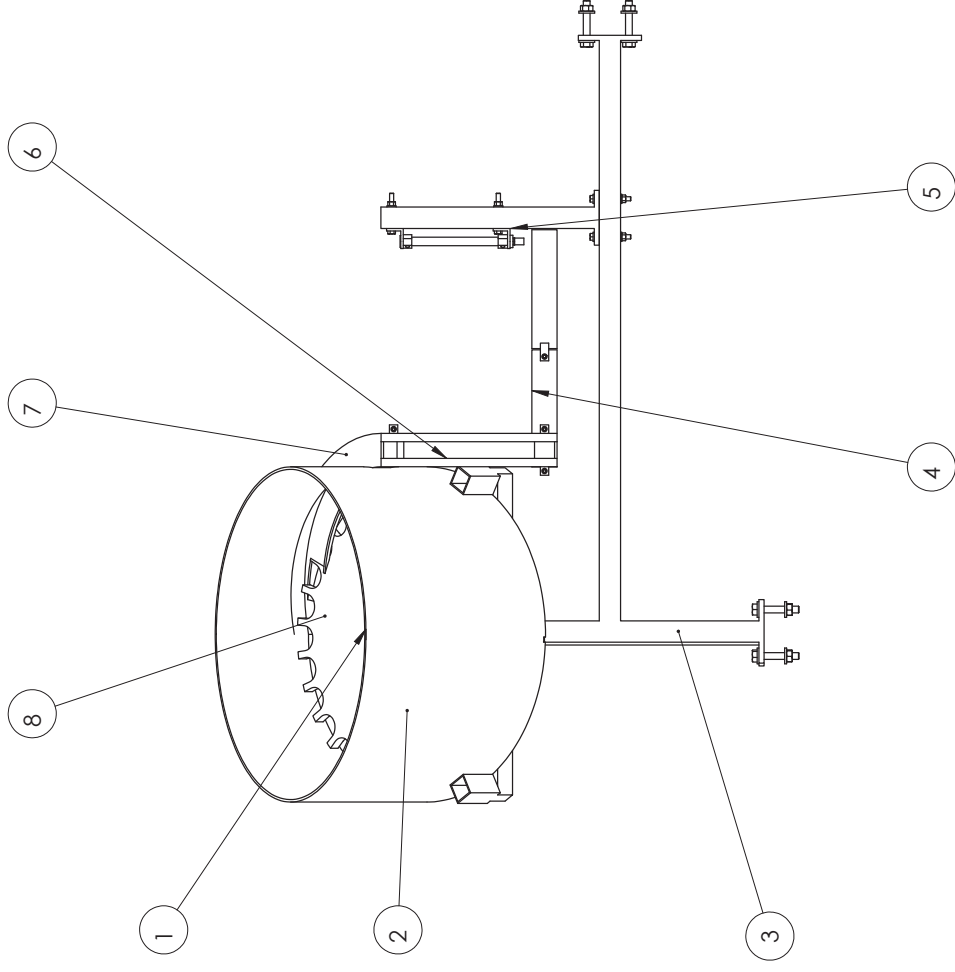


UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA


TRABAJO DE GRADUACIÓN:

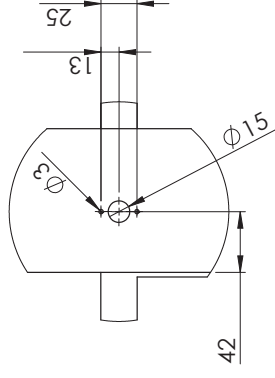
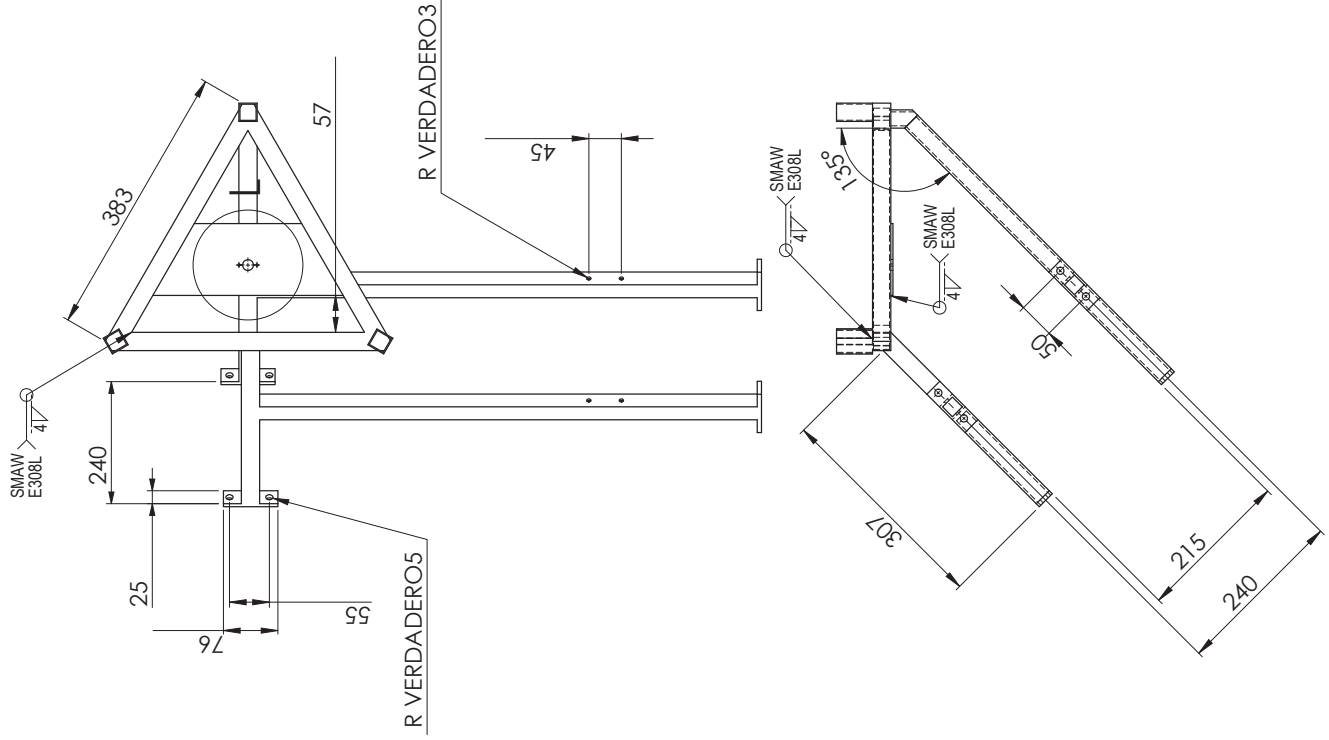
PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA MAQUINA TAPONADORA DE
BOTELLAS PARA EL SECTOR DE LA MICROEMPRESA

DISEÑO Y DIBUJO	NOMBRES	FECHA	FORMATO	A4	NOMBRE DEL ELEMENTO O PIEZA: ADAPTADOR DE ROSCADO	
	Daniel Campos	06/2022	MATERIAL	AISI 304		
	Ovidio Hernández	06/2022	UNIDADES	mm		
REVISÓ:	Ing. Rigoberto Velásquez Paz				ESCALA: 1:1	N DE PLANO: 4.5

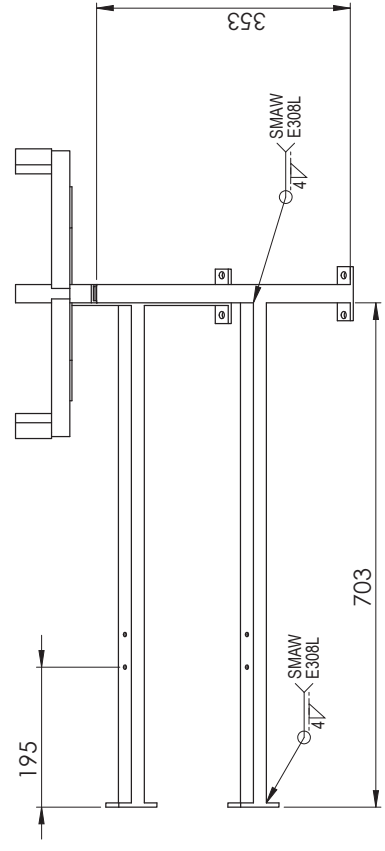


N ELEMENTO	NOMBRE DE PIEZA	CANTIDAD
8	DISCO COLOCADOR	1
7	ORDENADOR DE TAPONES SECCION 1	1
6	ORDENADOR DE TAPONES SECCION 2	1
5	SOPORTE DEL COLOCADOR DE TAPONES	1
4	ORDENADOR DE TAPONES SECCION 3	1
3	SOPORTE DE TOLVA	1
2	TOLVA	1
1	EJE CONDUCTOR DE DISCO	1

 UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA	NOMBRES	FECHA	FORMATO	NOMBRE DEL ELEMENTO O PIEZA:	
	Daniel Campos Ovidio Hernández	06/2022 06/2022	A3 AISI 304 mm	CONJUNTO DE ALIMENTADOR DE TAPONES	
DISEÑO Y DIBUJO	REVISÓ:		ESCALA: 1:7		N DE PLANO: 06



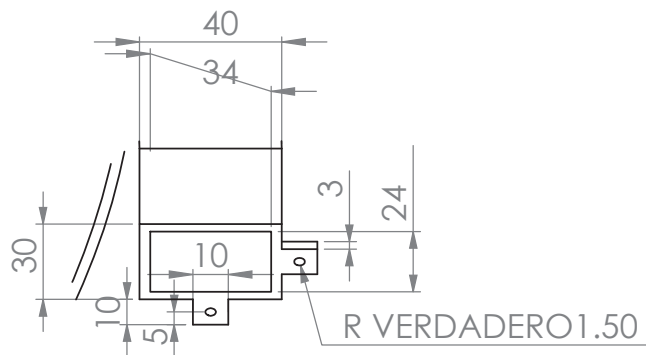
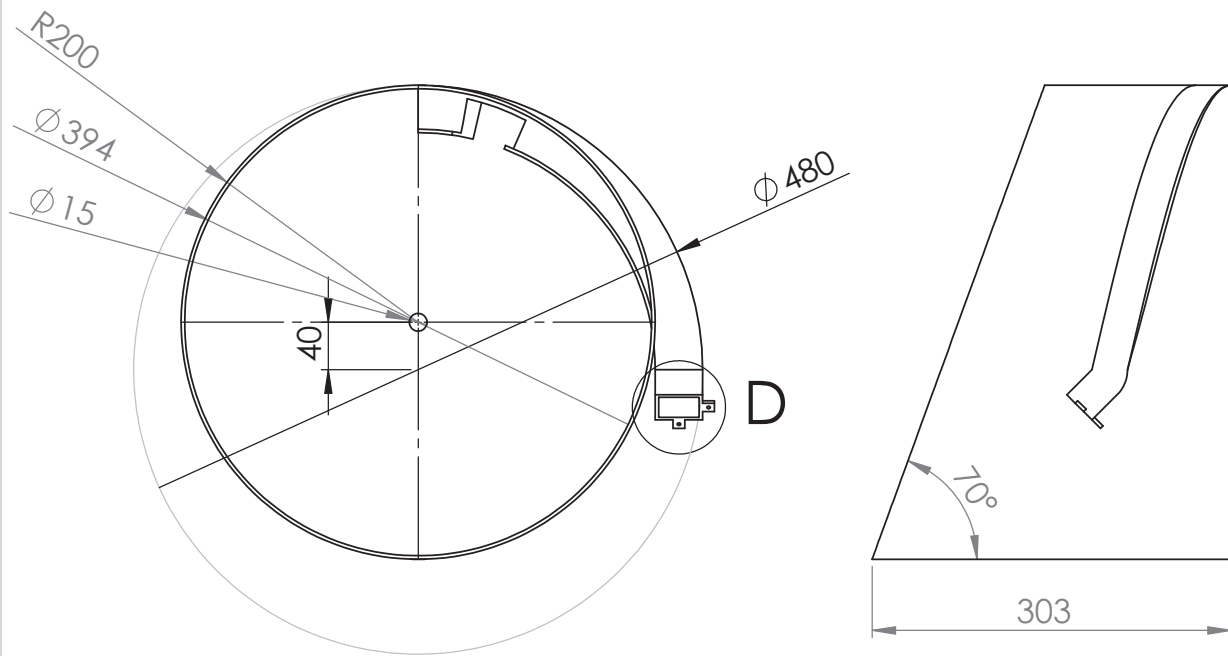
DETALLE 1
ESCALA 2 : 7



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA

TRABAJO DE GRADUACIÓN:
PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA MAQUINA TAPONADORA DE
BOTELLAS PARA EL SECTOR DE LA MICROEMPRESA

DISEÑO Y DIBUJO	NOMBRES	FECHA	FORMATO	NOMBRE DEL ELEMENTO O PIEZA:
	Daniel Campos	06/2022	A3	SOPORTE DE TOLVA DEL ALIMENTADOR
	Ovidio Hernández	06/2022	MATERIAL AISI 304	
	Ing. Rigoberto Velásquez Paz		UNIDADES mm	
REVISÓ:			ESCALA: 1:7	N DE PLANO: 5.1



DETALLE D

ESCALA 1 : 2

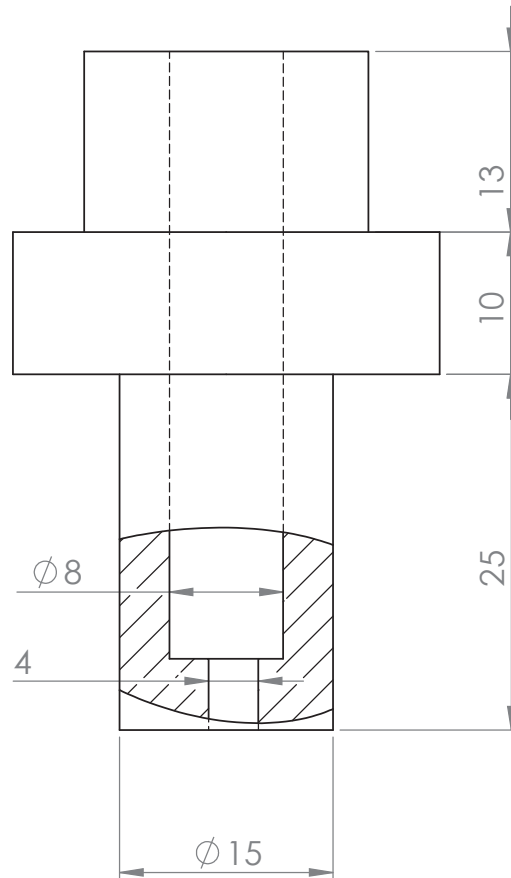
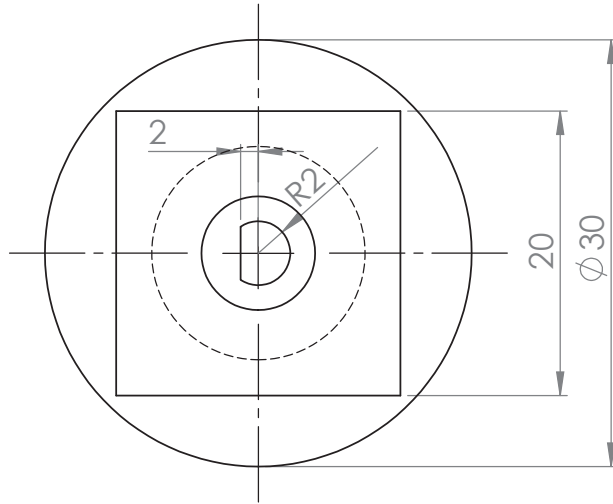


UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA

TRABAJO DE GRADUACIÓN:

PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA MAQUINA TAPONADORA DE
BOTELLAS PARA EL SECTOR DE LA MICROEMPRESA

DISEÑO Y DIBUJO	NOMBRES	FECHA	FORMATO	A4	NOMBRE DEL ELEMENTO O PIEZA: TOLVA	
	Daniel Campos	06/2022	MATERIAL	AISI 304		
	Ovidio Hernández	06/2022	UNIDADES	mm		
REVISÓ:	Ing. Rigoberto Velásquez Paz				ESCALA: 1:6	N DE PLANO: 5.2

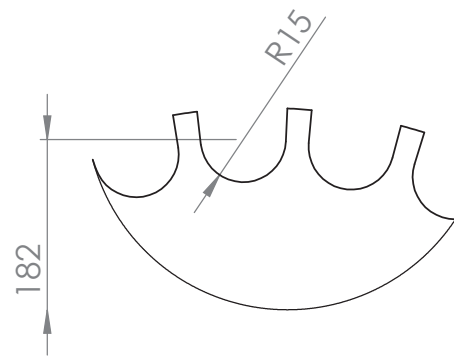
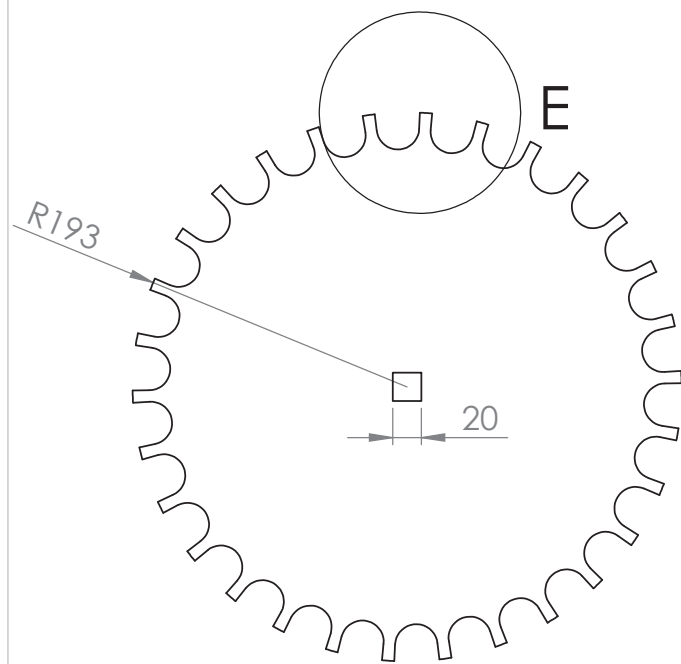


UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA

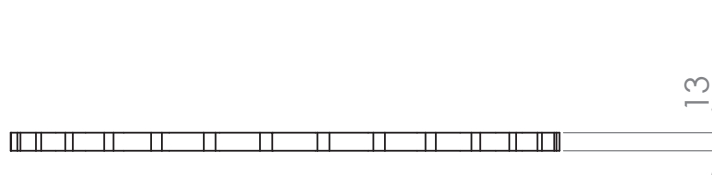
TRABAJO DE GRADUACIÓN:

PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA MAQUINA TAPONADORA DE
BOTELLAS PARA EL SECTOR DE LA MICROEMPRESA

DISEÑO Y DIBUJO	NOMBRES	FECHA	FORMATO	A4	NOMBRE DEL ELEMENTO O PIEZA: EJE CONDUCTOR DE DISCO COLOCADOR
	Daniel Campos	06/2022	MATERIAL	AISI 304	
	Ovidio Hernández	06/2022	UNIDADES	mm	
REVISÓ:	Ing. Rigoberto Velásquez Paz				ESCALA: 2:1
					N DE PLANO: 5.3



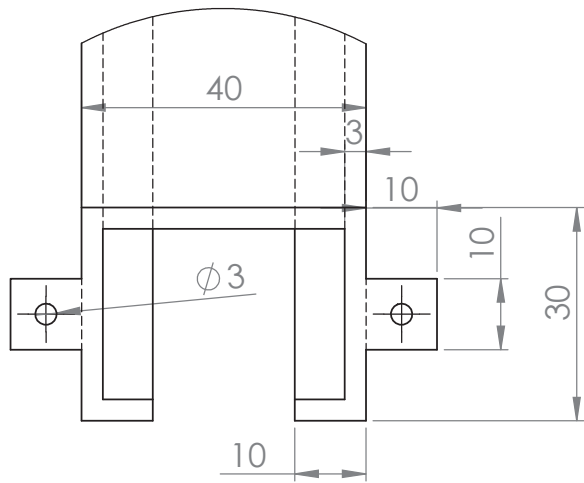
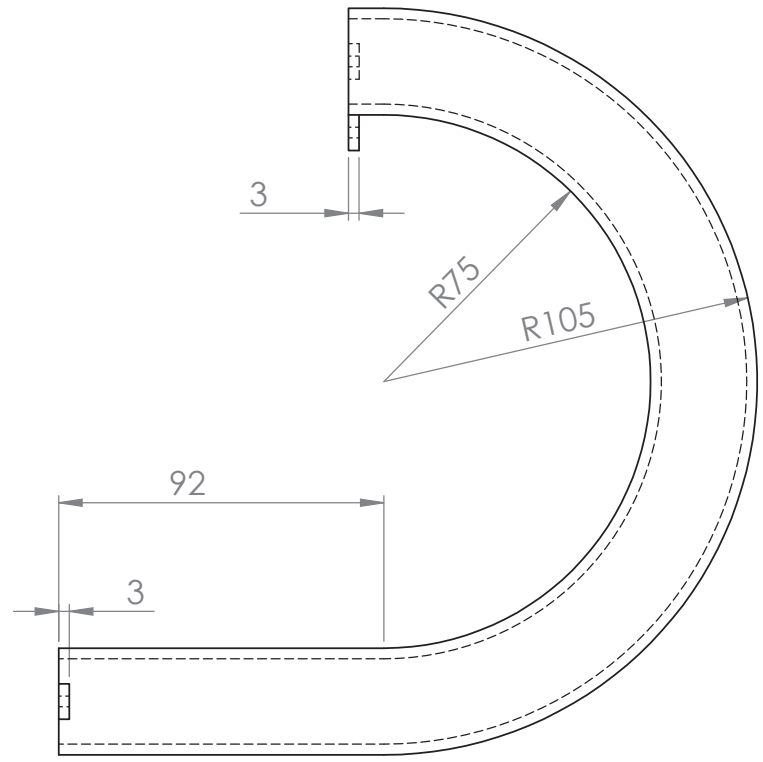
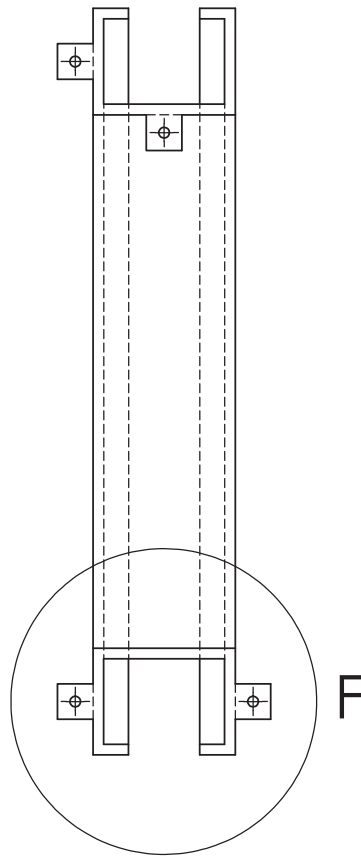
DETALLE E
ESCALA 2 : 5



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA

TRABAJO DE GRADUACIÓN:
PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA MAQUINA TAPONADORA DE
BOTELLAS PARA EL SECTOR DE LA MICROEMPRESA

DISEÑO Y DIBUJO	NOMBRES	FECHA	FORMATO	A4	NOMBRE DEL ELEMENTO O PIEZA: DISCO COLOCADOR	
	Daniel Campos	06/2022	MATERIAL	AISI 304		
	Ovidio Hernández	06/2022	UNIDADES	mm		
REVISÓ:	Ing. Rigoberto Velásquez Paz				ESCALA: 1:5	N DE PLANO: 5.4



DETALLE F

ESCALA 1 : 1

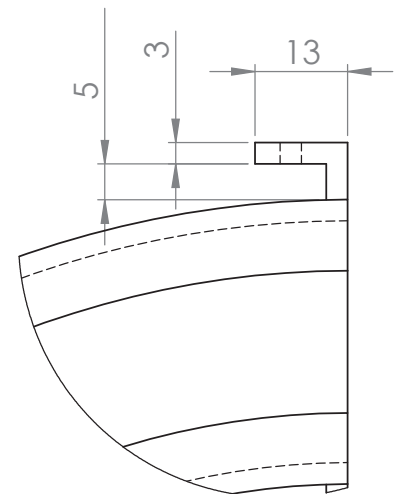
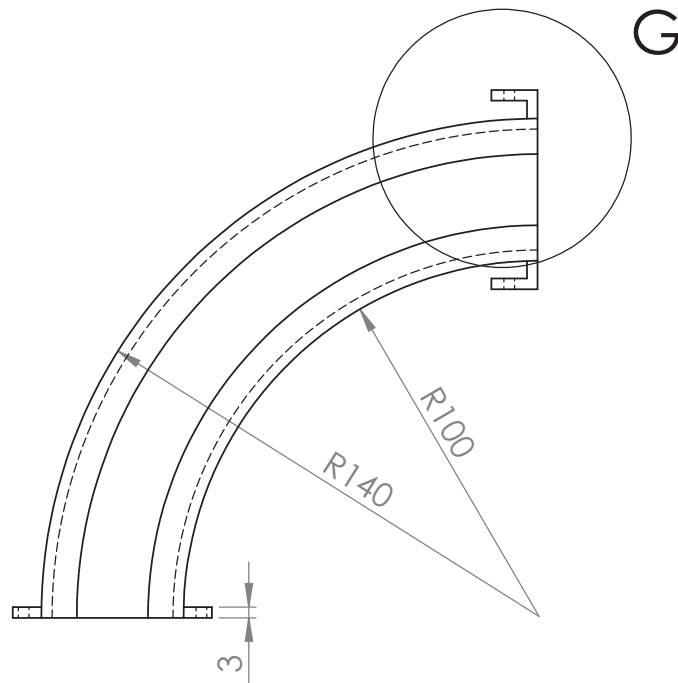


UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA

TRABAJO DE GRADUACIÓN:

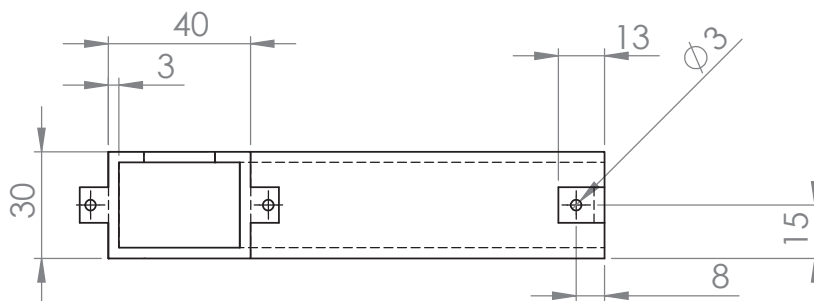
PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA MAQUINA TAPONADORA DE
BOTELLAS PARA EL SECTOR DE LA MICROEMPRESA

DISEÑO Y DIBUJO	NOMBRES	FECHA	FORMATO	A4	NOMBRE DEL ELEMENTO O PIEZA: ORDENADOR DE TAPONES SECCION1	
	Daniel Campos	06/2022	MATERIAL	AISI 304		
	Ovidio Hernández	06/2022	UNIDADES	mm		
REVISÓ:	Ing. Rigoberto Velásquez Paz				ESCALA: 1:2	N DE PLANO: 5.5



DETALLE G

ESCALA 1 : 1

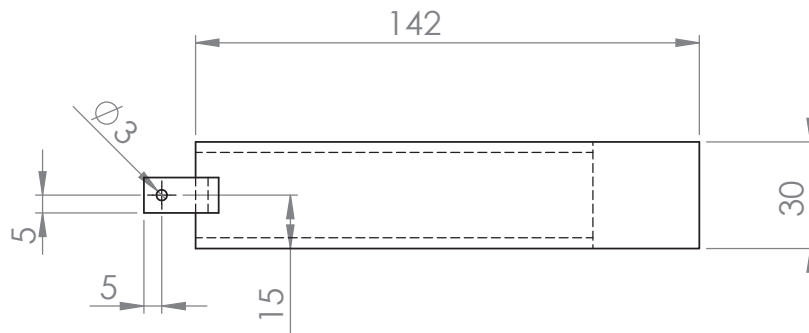
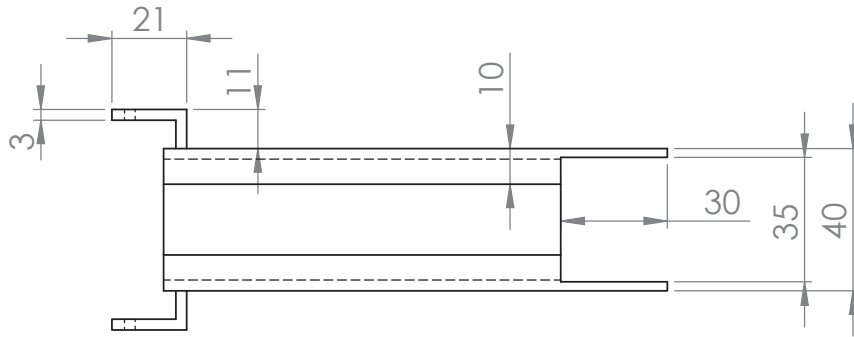


UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA

TRABAJO DE GRADUACIÓN:

PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA MAQUINA TAPONADORA DE
BOTELLAS PARA EL SECTOR DE LA MICROEMPRESA

DISEÑO Y DIBUJO	NOMBRES	FECHA	FORMATO	A4	NOMBRE DEL ELEMENTO O PIEZA: ORDENADOR DE TAPONES SECCION2	
	Daniel Campos	06/2022	MATERIAL	AISI 304		
	Ovidio Hernández	06/2022	UNIDADES	mm		
REVISÓ:	Ing. Rigoberto Velásquez Paz				ESCALA: 1:2	N DE PLANO: 5.6

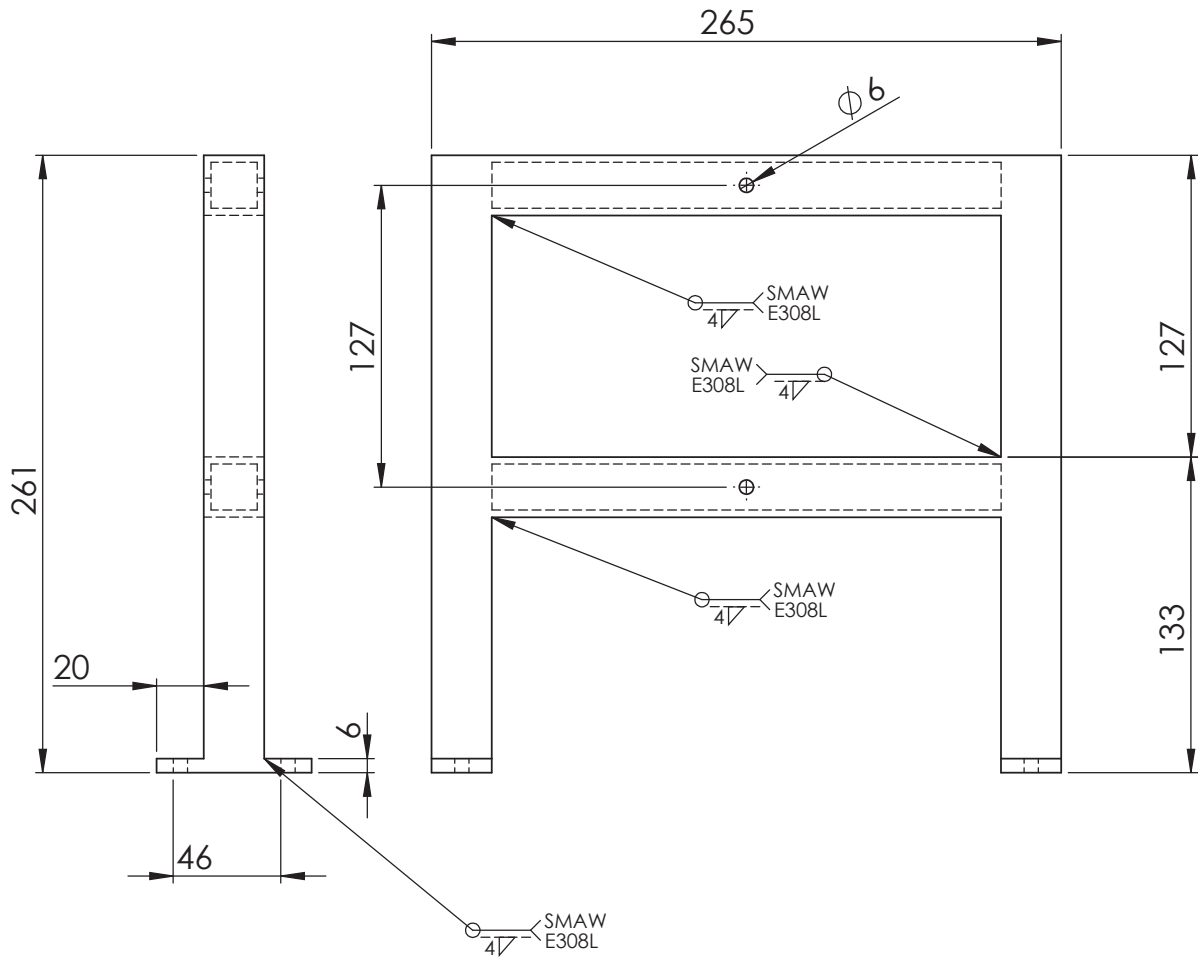


UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA

TRABAJO DE GRADUACIÓN:

PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA MAQUINA TAPONADORA DE
BOTELLAS PARA EL SECTOR DE LA MICROEMPRESA

DISEÑO Y DIBUJO	NOMBRES	FECHA	FORMATO	A4	NOMBRE DEL ELEMENTO O PIEZA: ORDENADOR DE TAPONES SECCION3	
	Daniel Campos	06/2022	MATERIAL	AISI 304		
	Ovidio Hernández	06/2022	UNIDADES	mm		
REVISÓ:	Ing. Rigoberto Velásquez Paz				ESCALA: 1:2	N DE PLANO: 5.7

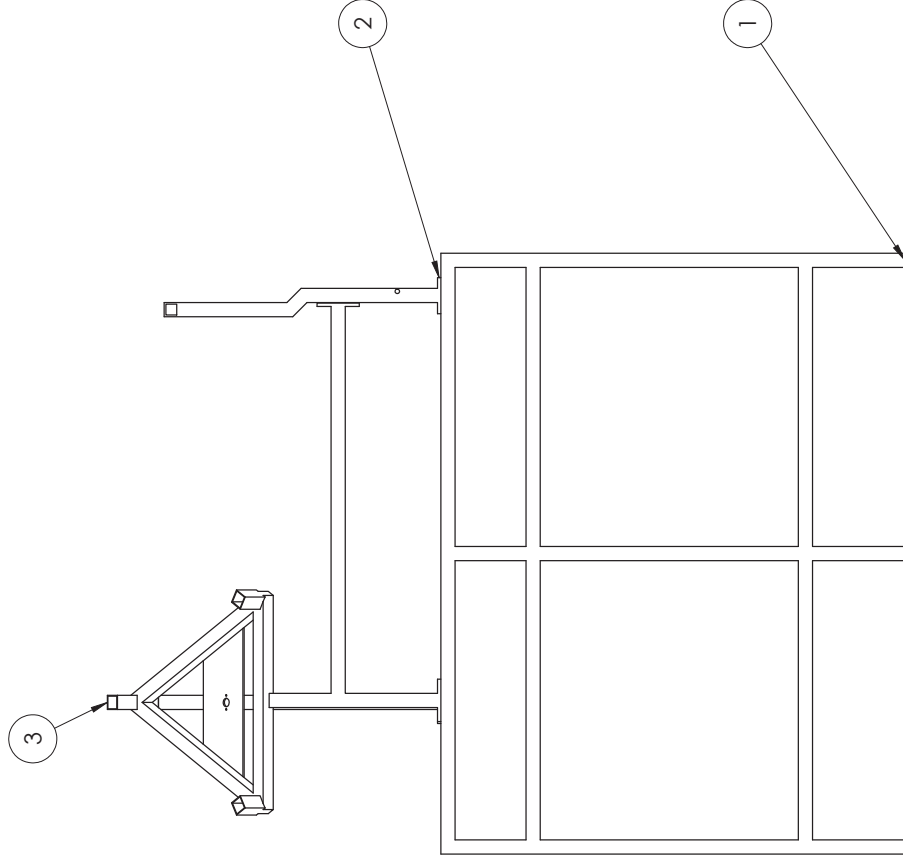


UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA



TRABAJO DE GRADUACIÓN:

PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA MAQUINA TAPONADORA DE
BOTELLAS PARA EL SECTOR DE LA MICROEMPRESA

DISEÑO Y DIBUJO	NOMBRES	FECHA	FORMATO	A4	NOMBRE DEL ELEMENTO O PIEZA: SOPORTE DEL COLOCADOR	
	Daniel Campos	06/2022	MATERIAL	AISI 304		
	Ovidio Hernández	06/2022	UNIDADES	mm		
REVISÓ:	Ing. Rigoberto Velásquez Paz				ESCALA: 1:3	N DE PLANO: 5.8



N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	CANTIDAD
1	1. Estructura base	1
2	16. Soporte de roscador	1
3	24. Soporte Tolva	1

 UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA		TRABAJO DE GRADUACIÓN: PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA MAQUINA TAPONADORA DE BOTELLAS PARA EL SECTOR DE LA MICROEMPRESA	
DISEÑO Y DIBUJO	NOMBRES	FECHA	FORMATO
	Daniel Campos Ovidio Hernández	06/2022 06/2022	A3 AISI 304 mm
REVISÓ:	Ing. Rigoberto Velásquez Paz	NOMBRE DEL ELEMENTO O PIEZA: DETALLE DE ENSAMBLE DE ESTRUCTURAS	
			ESCALA: 1:9 
			N DE PLANO: 06

ANEXO B. MANUALES

Manuales de montaje, operación y mantenimiento de la máquina taponadora de envases PET con líquidos.

MANUAL DE MONTAJE

INTRODUCCION

Con la finalidad de facilitar la identificación de las piezas y todos los elementos que componen este tipo de dispositivos se ha considerado realizar un manual de montaje de la maquina con tal de que resulte fácil estas operaciones de montaje.

En este documento se explica el procedimiento de ensamble de los componentes de la maquina utilizando modelos de las piezas realizados en un programa de diseño asistido por computadora.

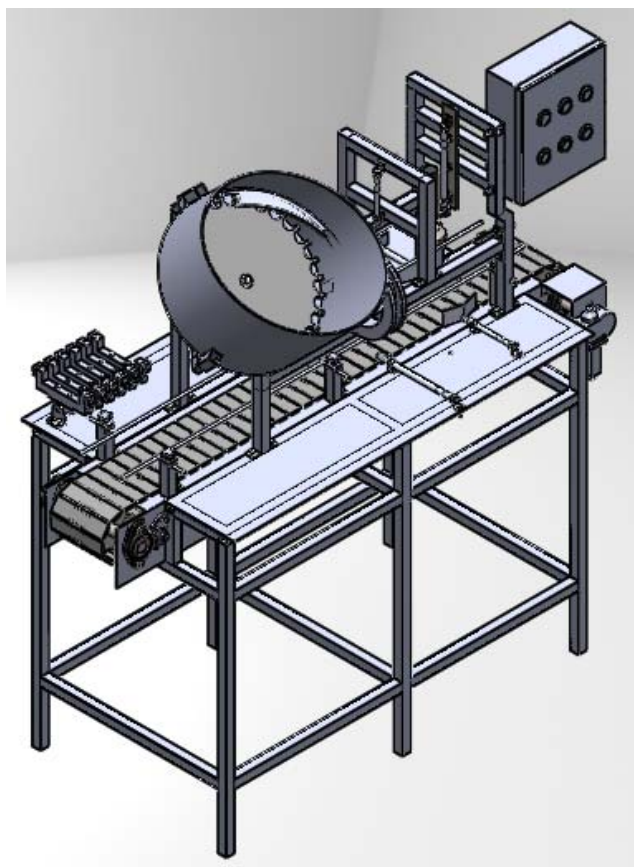


Fig. B1. Modelo CAD de máquina taponadora de envases PET

LISTA DE ELEMENTOS QUE COMPONEN LA MÁQUINA.

Tabla B1. Listado de componentes de máquina taponadora.

Nombre Componente	Cantidad
Estructura base	1
Soporte de banda izquierdo	1
Soporte de banda derecho	1
Pieza de ajuste de eje conducido	2
Pieza de ajuste de chumaceras de eje conducido	2
Chumacera	4
Eje conducido	1
Eje conductor	1
Motor-reductor de banda transportadora	1
Soporte de motor de banda	1
Cadena de tablillas plásticas	1
Cubierta izquierda	1
Cubierta derecha	1
Estructura de soporte del roscador	1
Placa de sujeción del roscador	1
Actuador neumático DNSU-12	3
Actuador neumático DNSU-Q-12	1
Acople de montaje de servomotor con cilindro	1
Servomotor neumático 15M95D-D6	1
Tuerca de sujeción acople de servomotor	2
Actuador neumático DNSU-8	3
Adaptador de sujeción de envases	2
Adaptador de roscado	1
Soporte de tolva del alimentador de tapones	1
Motor del alimentador de tapones	1
Tolva del alimentador	1
Eje conductor de disco	1

Tabla B1. Listado de componentes de máquina taponadora (Continuación)

Disco colocador	1
Sección 1 ordenador de tapones	1
Sección 2 ordenador de tapones	1
Sección 3 ordenador de tapones	1
Estructura de soporte del cilindro colocador	1
Soporte de barandilla	6
Barandilla	2
Perno de ajuste de barandilla	6
Perfil base PAL	1
Electroválvula neumática 5/2	6
Tablero de control	1
Perno hexagonal M8x1.25x45	34
Perno hexagonal M8x1.25x55	13
Tornillo hexagonal M6x1.0x30	3
Perno hexagonal M5x0.8x25	13
Perno hexagonal M5x0.8x45	6
Perno hexagonal M3x0.5x13	10
Tuerca hexagonal M8x1.25	47
Tuerca hexagonal M5x0.8	18
Tuerca hexagonal M3x0.5	6
Arandela plana 8mm	94
Arandela plana 5mm	36

- Montaje de elementos principales de la maquina
- Montaje de banda transportadora en la estructura base.
- Montaje de soportes de la banda transportadora.

El procedimiento que se propone en este manual se realiza partiendo del hecho que las piezas ya están fabricadas y armadas en el caso de ser necesario y están listas para su montaje.

La secuencia de montaje de la maquina se inicia colocando los soportes de la banda transportadora sobre la estructura base, colocando los pernos en las perforaciones correspondientes en los perfiles cuadrados y en la estructura base, en la zona inferior donde ira colocados los perfiles, tal como se muestra en la figura

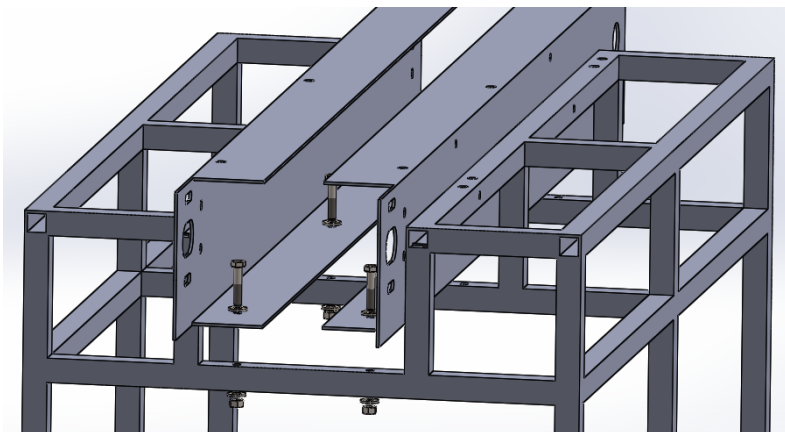


Fig. B2. Detalle de colocación de soportes.

Colocando también los cuatro pernos M8 (dos en cada uno) que van en los costados de los perfiles para darles más firmeza.

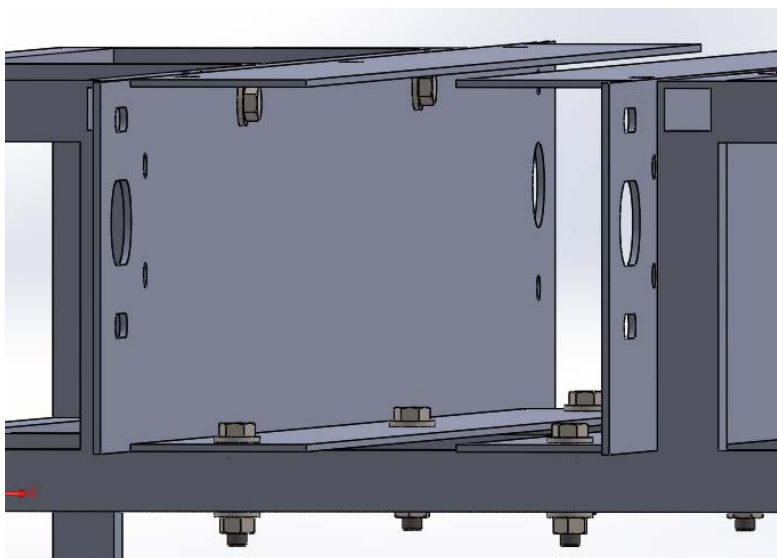


Fig. B3. Ensamblaje de soportes sobre estructura base.

Una vez fijadas las estructuras de soporte de la banda transportadora, se procede a colocar las piezas de ajuste del eje conducido de la banda transportadora, que

serán las que soportarán la tensión que se le aplicara finalmente a la banda cuando vaya a ponerse a funcionar.

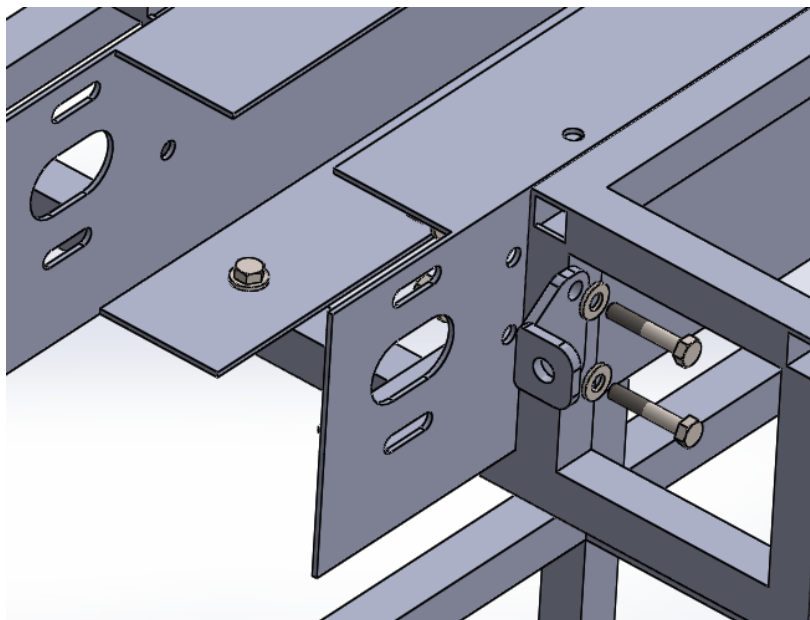


Fig. B4. Detalle del acople de piezas de ajuste de eje conducido

En la figura B4 se muestra la colocación de la pieza de ajuste en el soporte derecho, una vez colocado este se realiza el mismo procedimiento para el soporte izquierdo.

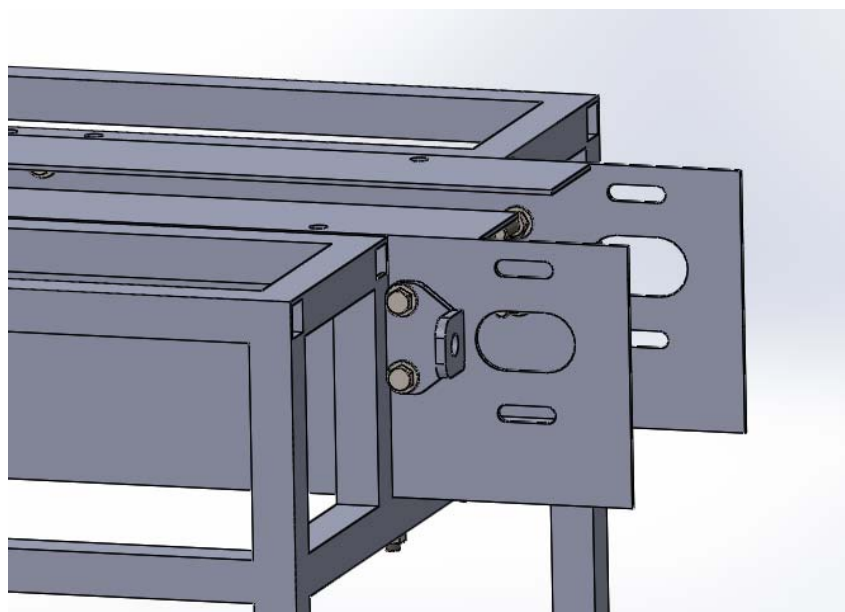


Fig. B5. Piezas de ajuste ensambladas en los soportes.

MONTAJE DE EJES DE BANDA TRANSPORTADORA

Ya con ambas piezas de ajuste instaladas, se puede proceder a colocar las chumaceras que proporcionarán soporte a los ejes tanto conductor como conducido.

Para las chumaceras del eje conducido, se colocan también las piezas de soporte de las chumaceras que servirán para tensar la banda transportadora.

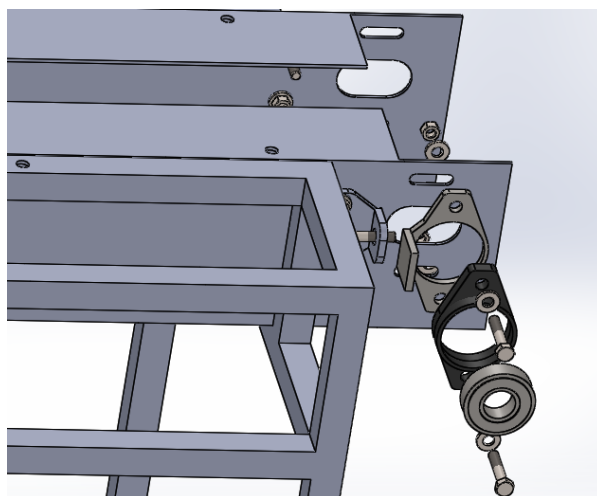


Fig. B6. Vista de los componentes de tensión/fijación del eje conducido.

En la figura B6 se muestra el orden en el que ira acoplado el ensamble del conjunto de la chumacera izquierda del eje conducido.

En la siguiente figura se muestra la chumacera con su soporte colocada.

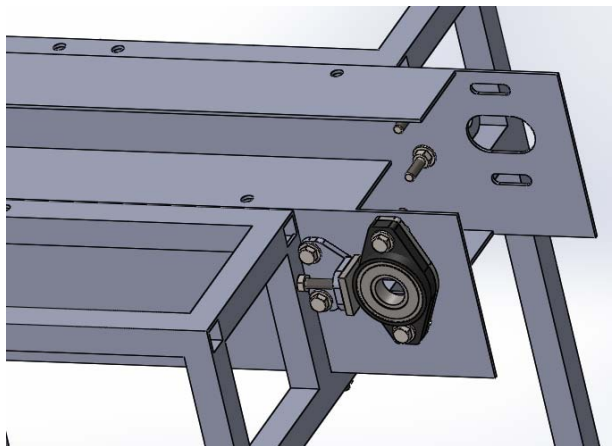


Fig. B7. Piezas de ajuste y chumacera ensamblada.

Luego, se procede a colocar el eje conducido, sobre el que ira acoplado el piñón conducido, se coloca este en la parte central de los dos soportes de la banda y se ingresa el eje desde el espacio de la chumacera en el soporte derecho que aún no tiene la chumacera colocada, pasando por el centro del piñón para quedar con el extremo en el rodamiento de la chumacera izquierda y preparado para colocar la chumacera derecha.

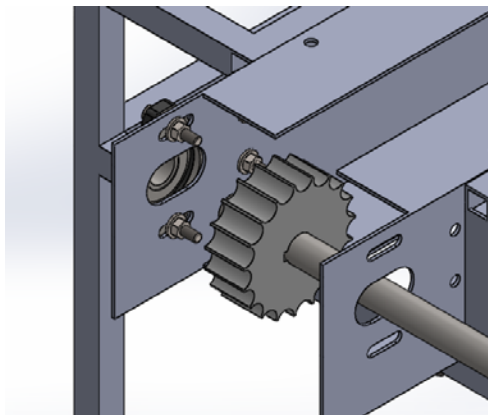


Fig.B8. Posición de piñón y eje conducidos.

Luego de colocar el piñón en el eje, se procede a ensamblar la chumacera derecha junto con su soporte de ajuste, en la figura B9 se muestra como queda el eje conducido ensamblado con las dos chumaceras.

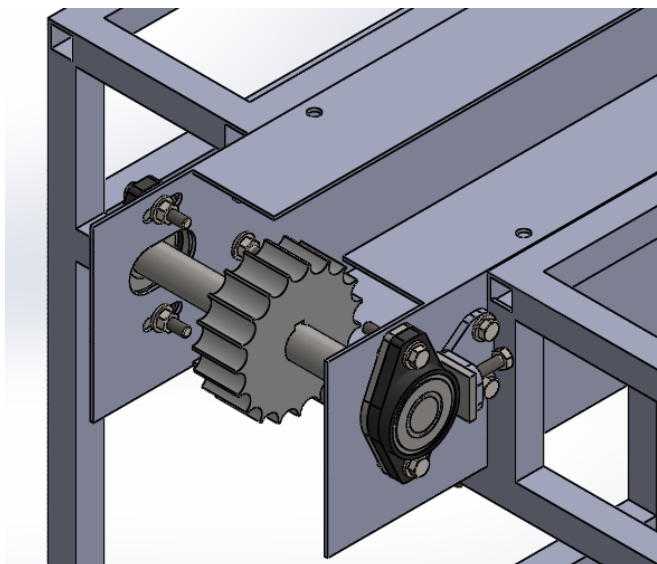


Fig.B9. Conjunto de eje conducido completamente instalado.

En la figura se muestra el eje conducido ya montado, con esto ya se puede pasar a ensamblar las chumaceras del eje conductor.

En la figura B10 se puede apreciar que los tornillos de ajuste de tensión de la banda transportadora y el soporte de las chumaceras están en la posición retraída, facilitando el montaje de la banda transportadora.

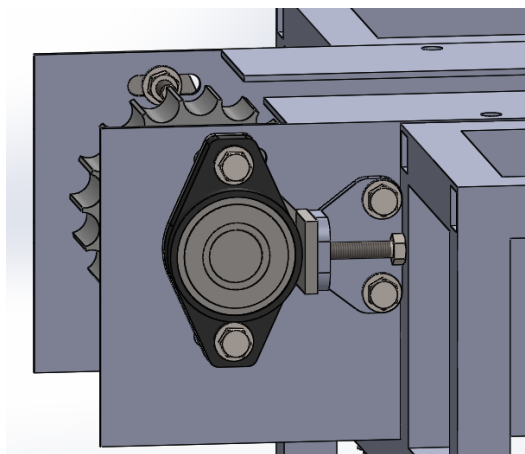


Fig.B10. Pernos de ajuste sin carga

El siguiente paso es la colocación del eje conductor, se iniciará colocando en primer lugar la chumacera del lado izquierdo.

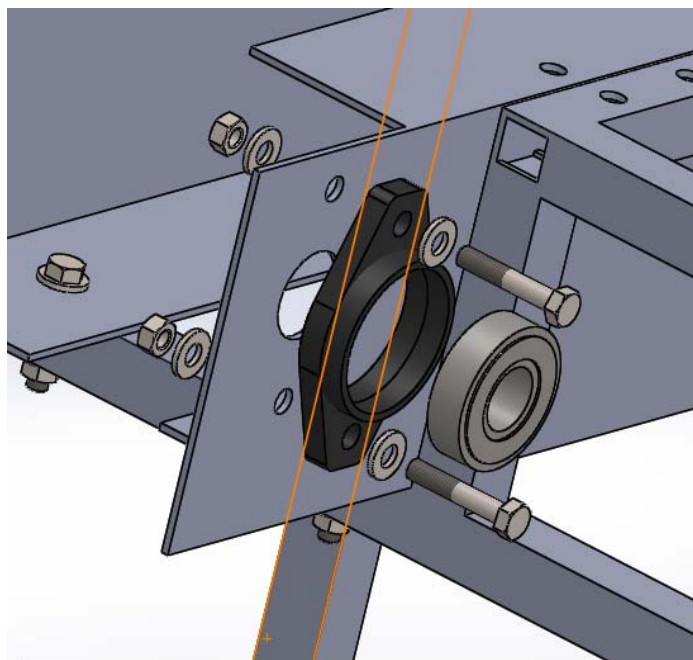


Fig.B11. Detalle del ensamble de la chumacera izquierda eje conductor

En la figura B11 se muestra el arreglo de los componentes de la chumacera izquierda del eje conductor, y en la figura se muestra como queda ya colocados estos elementos.

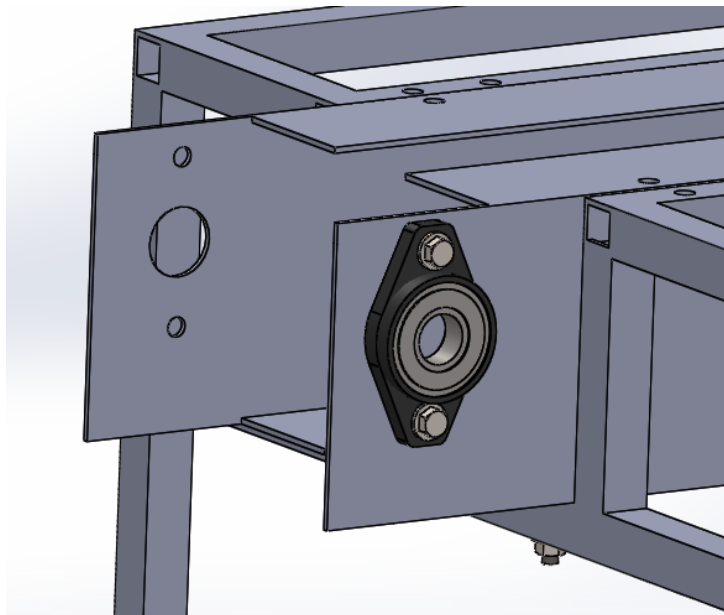


Fig. B12. Chumacera izquierda ensamblada.

El siguiente paso es colocar el piñón conductor entre los dos soportes de la banda transportadora, e ingresar el eje conductor desde la derecha, quedando preparado para colocar la chumacera derecha y el soporte junto con el acople del motor.

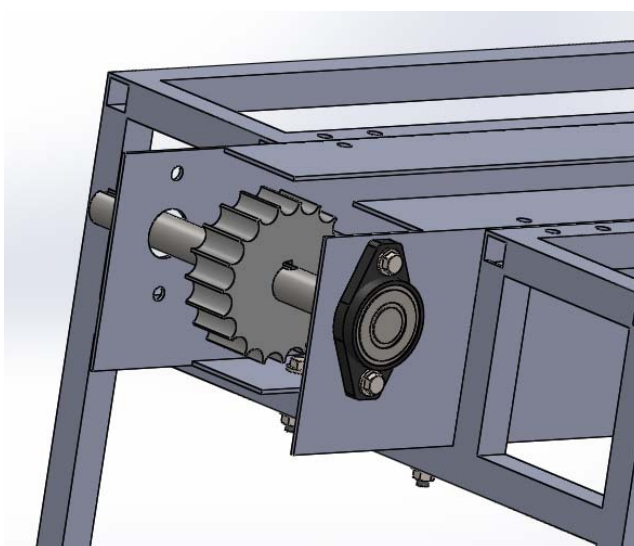


Fig.B13. colocación de eje y piñón conductor

Ahora, ya con el eje y el piñón en esa posición, ya se puede proceder a colocar la chumacera del soporte derecho junto con el soporte y acople del motor. En la figura se B14 muestra el arreglo que tiene el ensamble en esa parte.

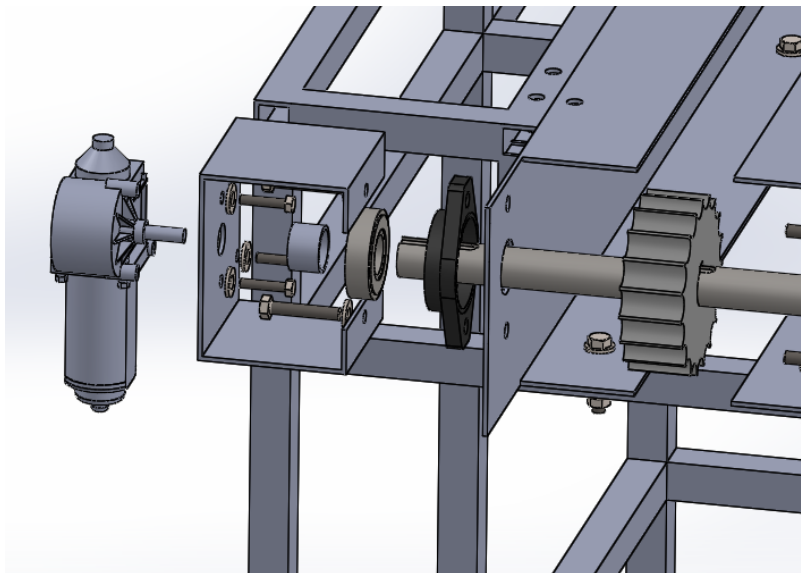


Fig.B14. Detalle del sistema motor de banda transportadora.

Después de acoplar los elementos en su sitio, queda el ensamble de la siguiente manera

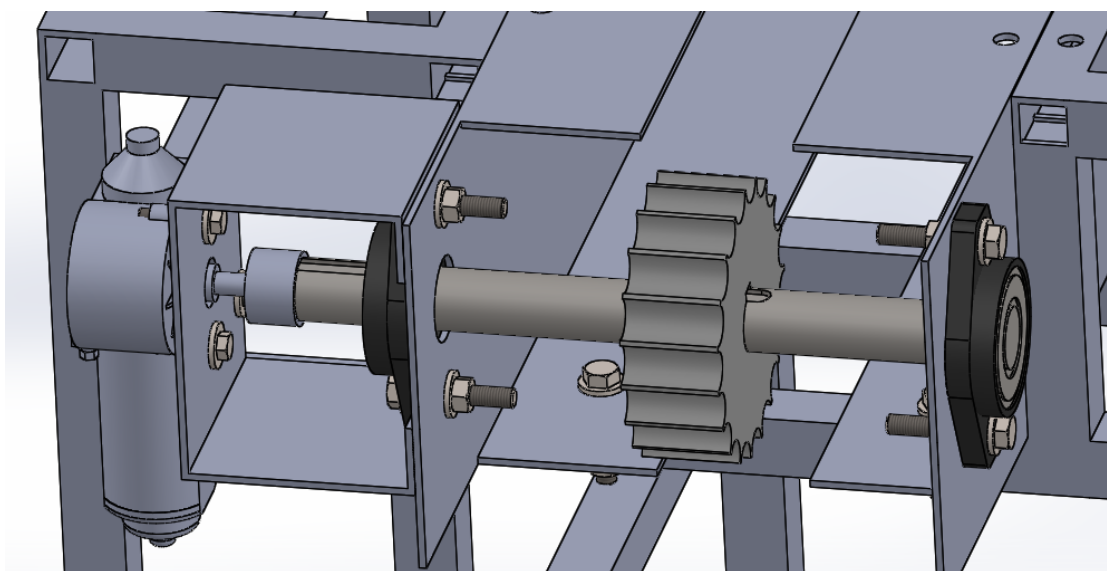


Fig. B15. Sistema motriz de la banda acoplado.

Antes de colocar la banda transportadora, se deben colocar los soportes de la

barandilla, debe realizarse antes porque al colocar la banda transportadora se elimina el acceso a la parte interior de los soportes de la banda, se fijan con pernos de la manera mostrada en la figura B16.

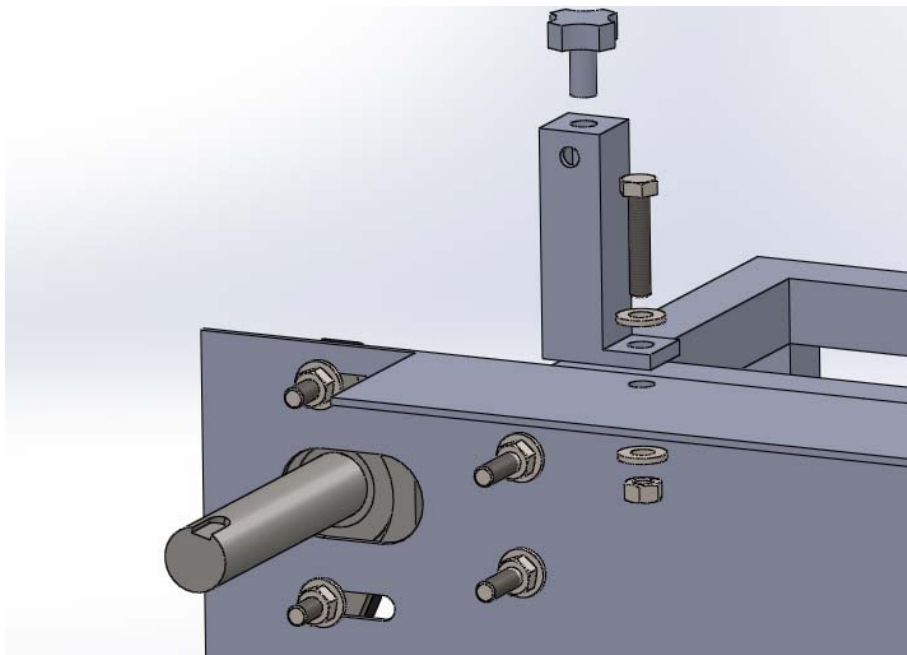


Fig.B16. Detalle de ensamble de soportes de barandilla.

Instalados los seis soportes de barandilla, el ensamble va tomando la forma mostrada en la figura B17

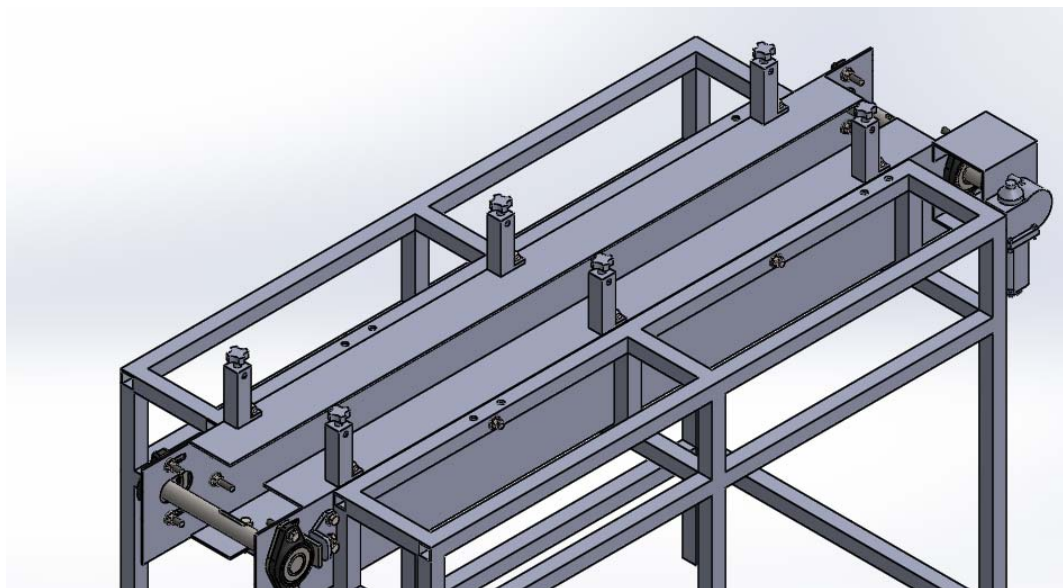


Fig. B17. Soportes de barandilla instalados.

Antes de pasar al siguiente paso de colocar la banda transportadora, se colocan las barandillas en sus soportes.

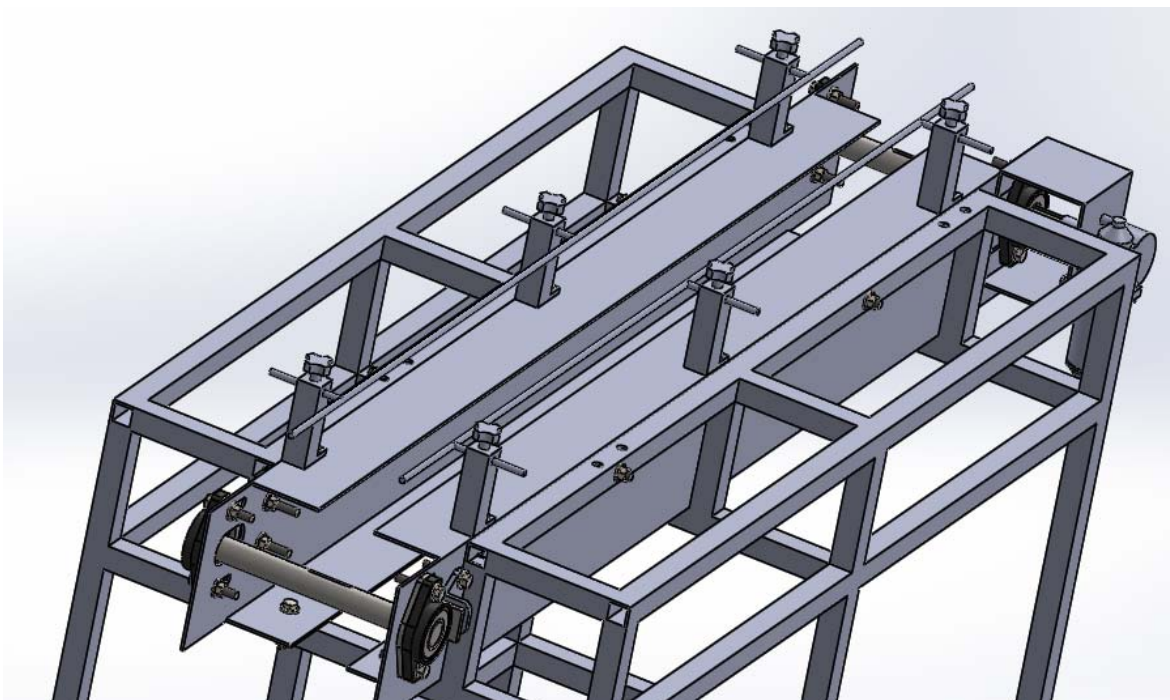


Fig. B18. Barandillas acopladas en sus soportes.

El siguiente paso es empezar con el armado de la banda transportadora.

La cadena de tablillas de plásticas que conforma la banda transportadora se adquiere por unidad de longitud, para las dimensiones de esta máquina taponadora de envases, solo se necesita la longitud equivalente a 76 eslabones de la misma, la cual será colocada alrededor de los piñones conductor y conducido, luego se cerrara el lazo con la colocación de un pin que una el primero con el último eslabón, y posteriormente realizar el tensado de la banda con el mecanismo de tensado que posee el eje conducido.

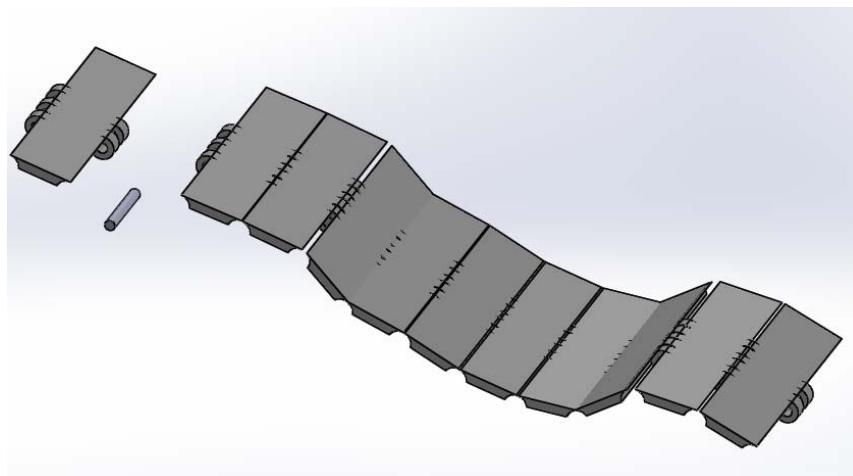


Fig.B19. Eslabones y pines de la banda transportadora acoplados.

La figura B20 muestra la cadena ya montada sobre los piñones y soportes de la banda, y el tornillo de la pieza tensora ya ha sido apretado para empujar hacia afuera el eje conducido y así tensar la banda.

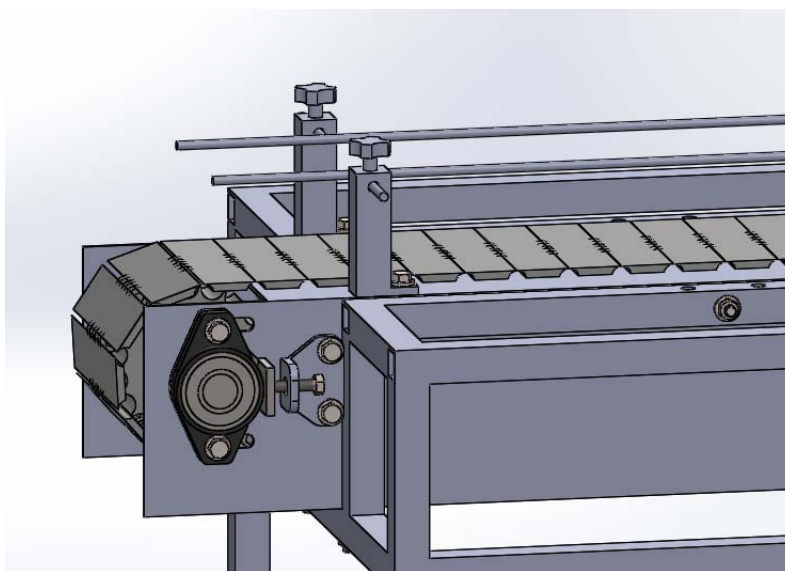


Fig. B20. Banda transportadora tensada.

Con la banda transportadora ya montada, se procede a colocar las cubiertas de la estructura, se fijarán con pernos en pasos posteriores cuando se coloquen otros componentes sobre estas.

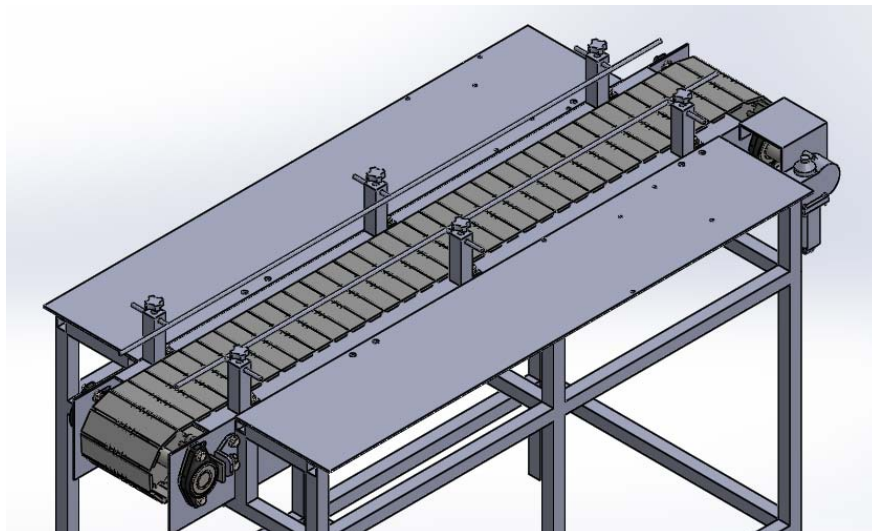


Fig. B21. Banda transportadora y cubiertas laterales instaladas.

Con las cubiertas colocadas, se pasa a ensamblar la estructura de soporte del roscador, en su parte inferior se fija con pernos, y luego su apoyo con la estructura de soporte del alimentador de tapones le va a dar mayor estabilidad a esta estructura.

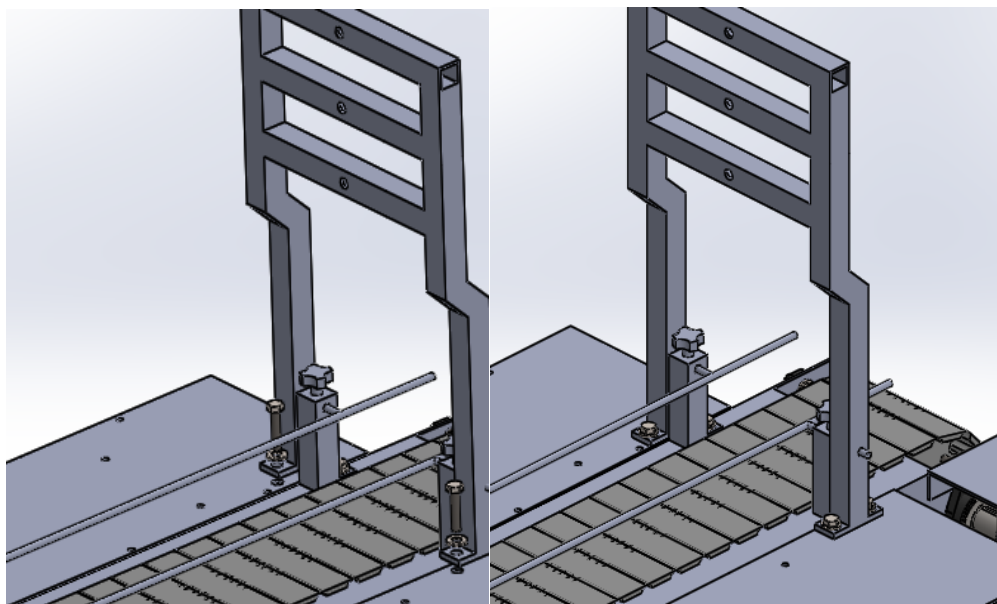


Fig. B22. Detalle de acople de estructura de soporte del roscador.

Se procede a colocar la placa de soporte del cilindro neumático del roscador en el soporte, en la figura se muestra la posición de la placa de soporte.

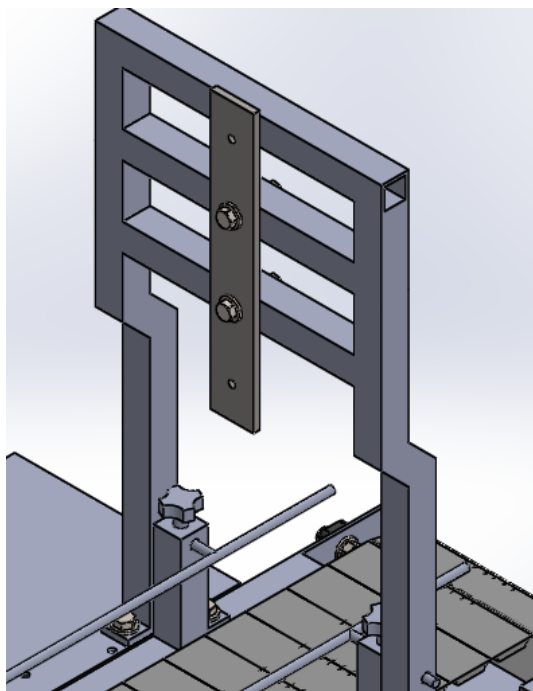


Fig. B23. Placa de soporte instalada.

Luego de colocar la placa, el siguiente paso es ensamblar el servomotor del roscador con el actuador para luego montarse en la placa que se colocó previamente.



Fig. B24. Detalle de ensamble del roscador.

En la figura B24 se muestra una vista explosionada de los componentes del roscador y una vista del ensamble terminado, listo para montarse en el soporte.

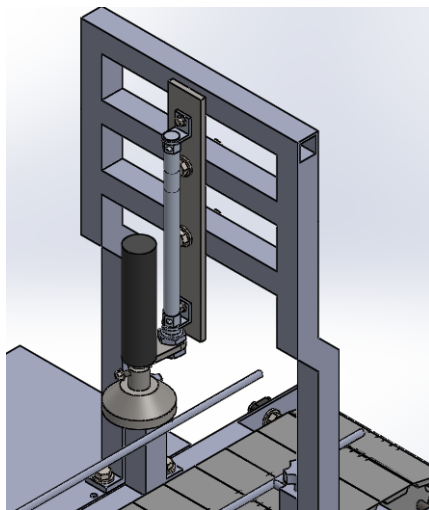


Fig. B25. Roscador acoplado en la estructura de soporte.

Se muestra en la figura B25 el conjunto de roscador colocado en el soporte.

MONTAJE DEL ALIMENTADOR DE TAPONES

El siguiente elemento en ser incorporado a la maquina es el alimentador de tapones, primero se procede a colocar el soporte de la tolva del alimentador de tapones que es también soporte del cilindro colocador.

En la siguiente figura se muestra la estructura de soporte de la tolva del alimentador de tapones ya colocada sobre la estructura base.

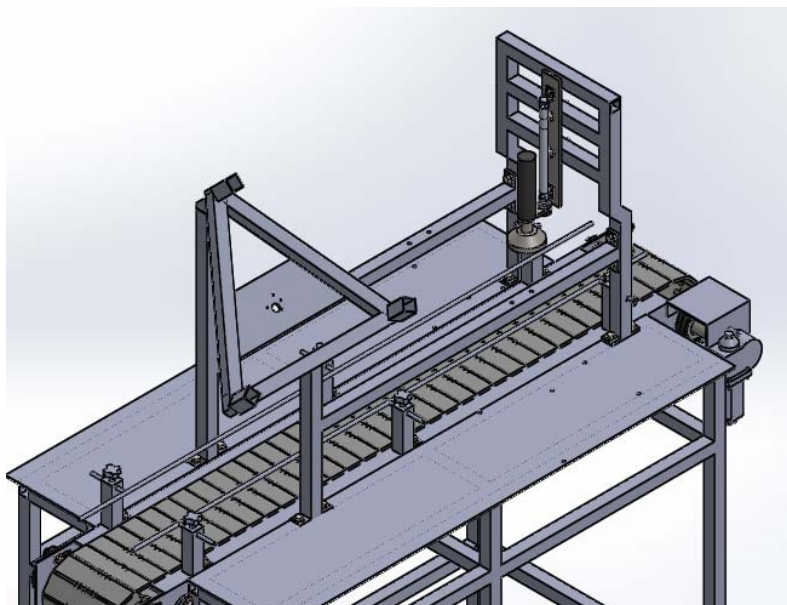


Fig. B26. Soporte de tolva acoplado.

Para montar el alimentador de tapones, el primer paso es colocar el motor en la parte posterior del soporte de la tolva. En la figura B27 se muestra el acople del motor en el soporte de la tolva.

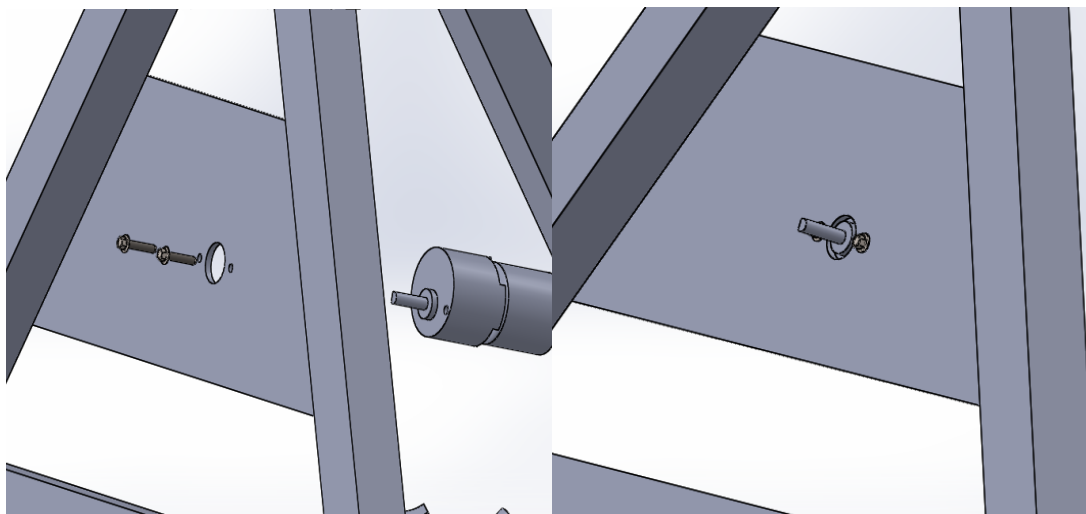


Fig. B27. Detalle de instalación de motor del alimentador

En la figura B28 se muestra la forma en que van acoplados los componentes al mecanismo de la tolva del alimentador.

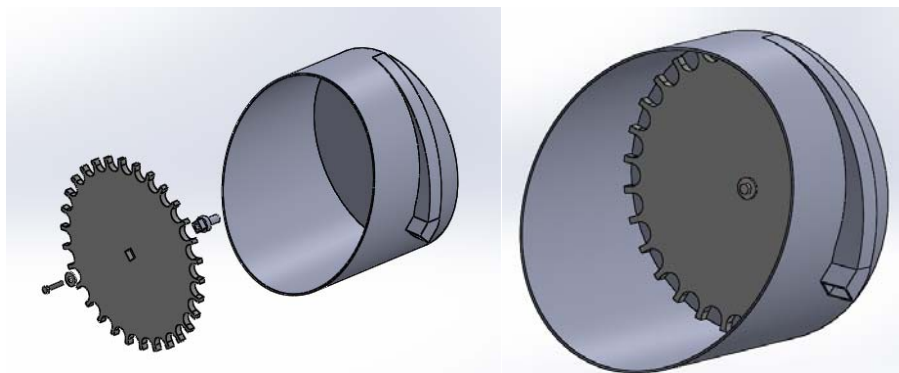


Fig. B28. Detalle de ensamble de mecanismo de tolva del alimentador.

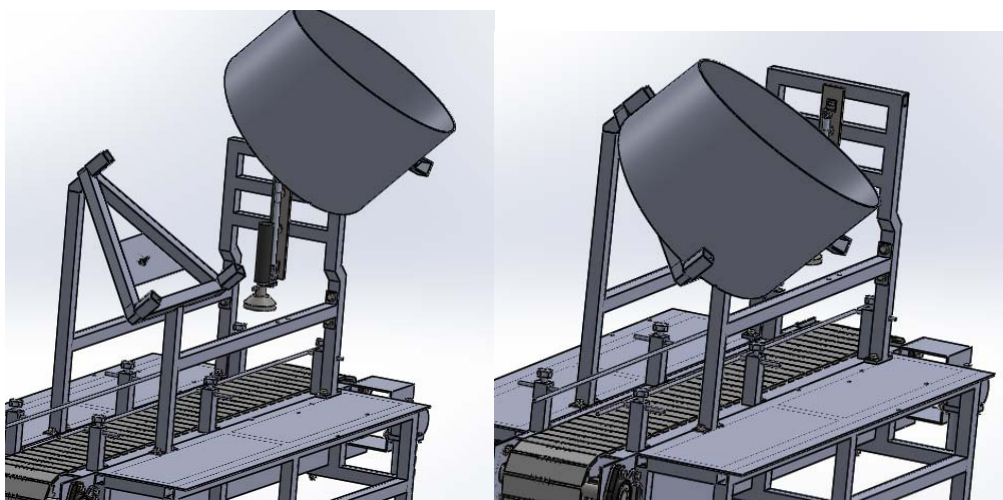


Fig. B29. Detalle de ensamble de tolva en el soporte.

El siguiente componente a colocar es el ordenador de tapones, es el elemento donde se van acumular los tapones ya ordenados y listos para ser colocados. En la figura B30 se muestra la forma de acople de las partes que lo componen.

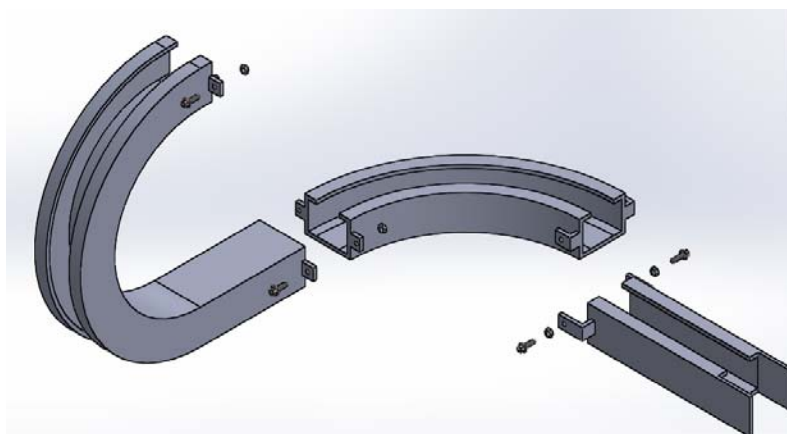


Fig. B30. Detalle de ensamble del dispositivo ordenador de tapones.

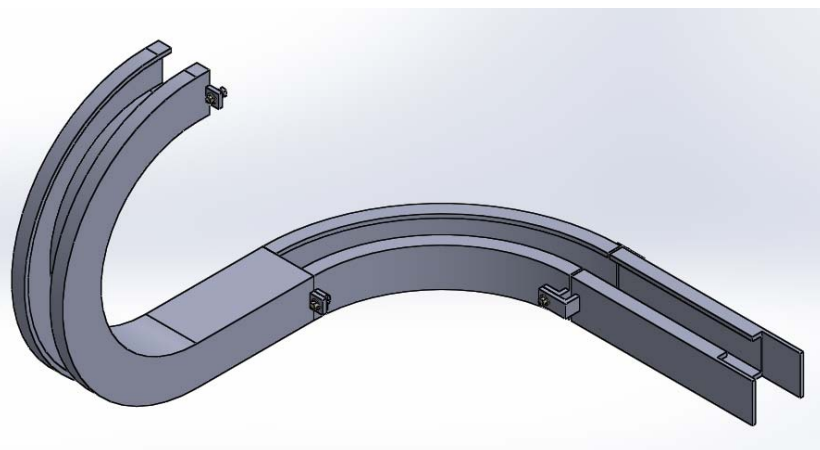


Fig.B31. Ordenador de tapones ensamblado.

Con el ordenador de tapones armado, se procede a acoplarlo en la tolva del alimentador.

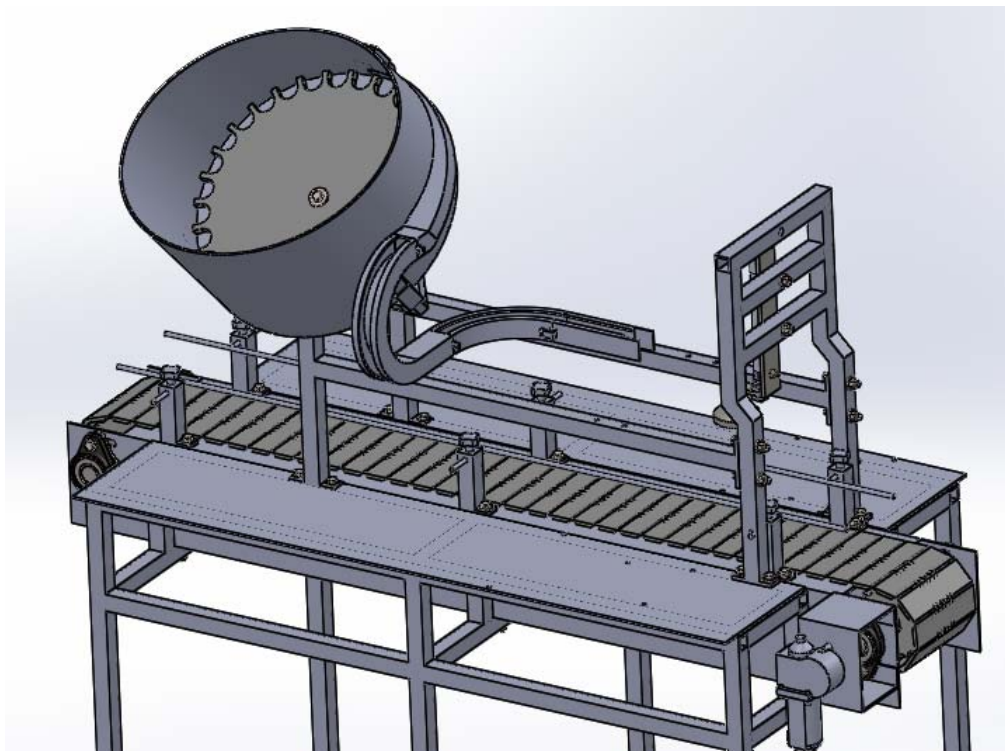


Fig. B32. Acople del ordenador de tapones con la tolva del alimentador.

El siguiente elemento a colocar es la estructura de soporte del cilindro colocador de tapones, se ensambla primero aparte, antes de montarse sobre el soporte de la

tolva.

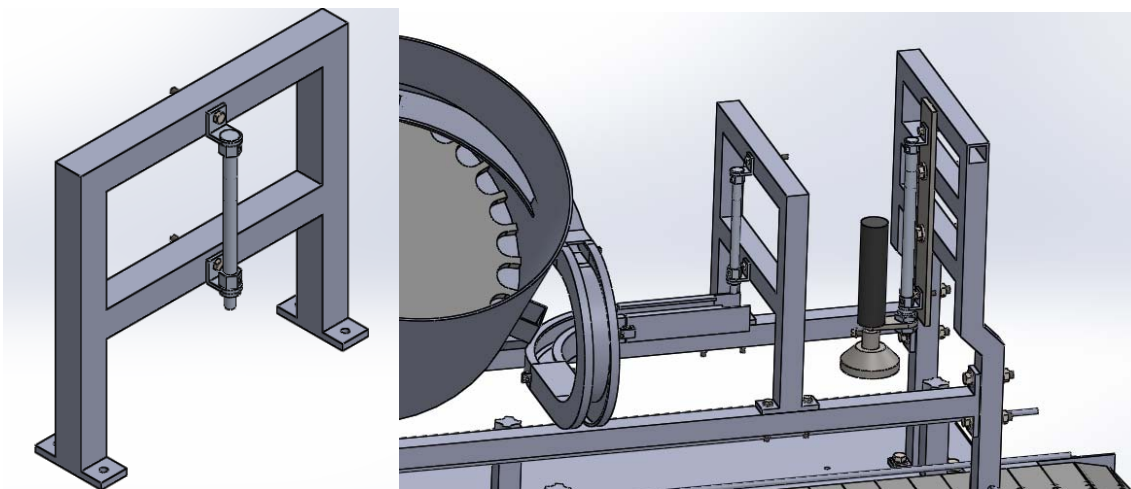


Fig. B33. Detalle de montaje del cilindro colocador de tapones.

MONTAJE DE LOS CILINDROS NEUMÁTICOS

En primer lugar, se deben colocar los soportes de sujeción en el extremo de los vástagos de los cilindros de carrera corta que van a evitar que el envase se gire.

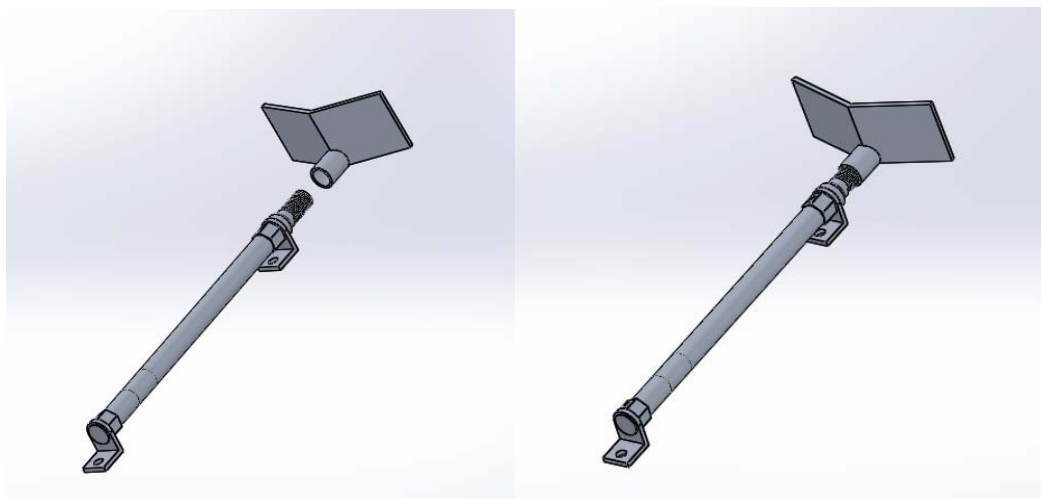


Fig. B34. Montaje de soportes de sujeción en los cilindros.

Se colocan los actuadores neumáticos sobre las cubiertas, de la manera mostrada en la figura B35.

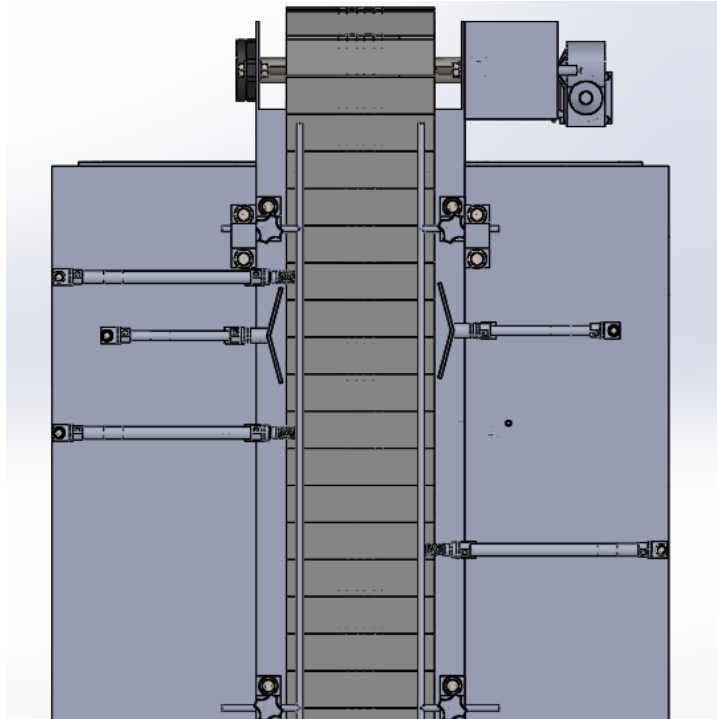


Fig. B35. Distribución de los actuadores neumáticos del sistema.

Montaje de perfil base de las electroválvulas y electroválvulas neumáticas a la estructura base.

Las electroválvulas serán montadas en el perfil base neumático, y el perfil base ira montado sobre la cubierta izquierda sobre la estructura base, quedando de la siguiente manera, como se muestra en la figura B36.

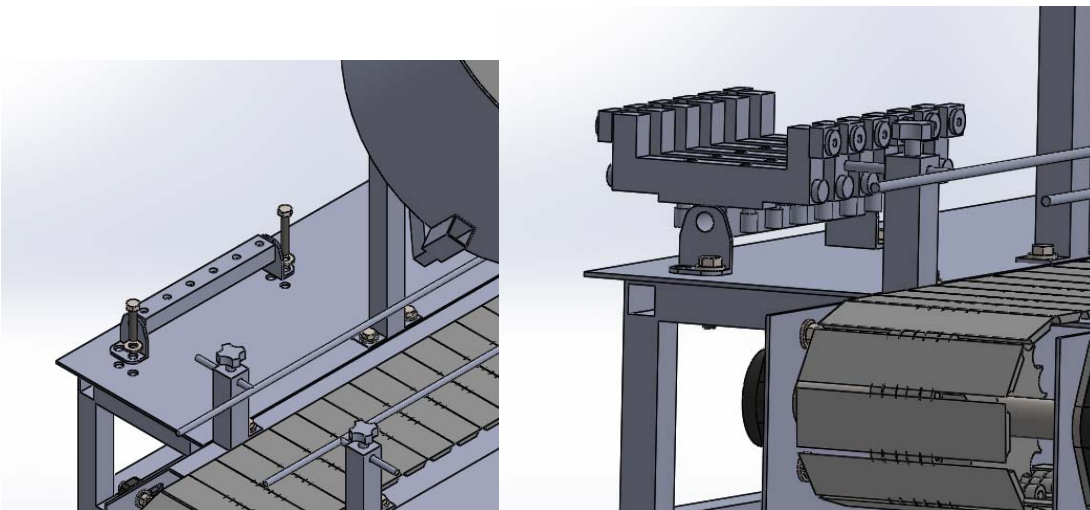


Fig. B36. Perfil base y electroválvulas instalados.

MONTAJE DEL TABLERO DE CONTROL A LA ESTRUCTURA

Se monta el tablero con todos sus componentes colocados en su interior, PLC, fuente de alimentación, interruptores, pulsadores. Se sujeta a la estructura mediante un acople con pernos a la estructura de soporte del roscador.

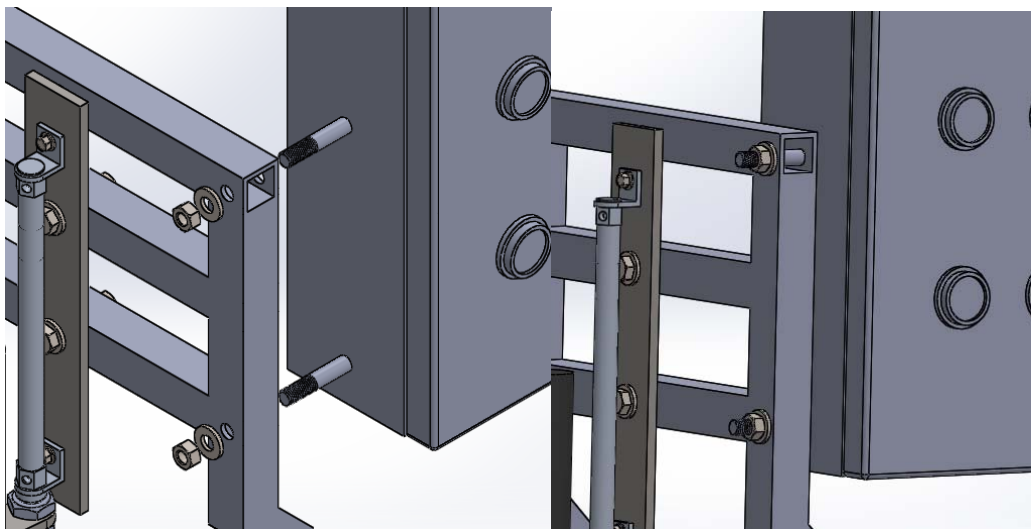


Fig. B37. Detalle de acople de tablero a estructura de soporte.

Manual de operación.

Introducción

Esta máquina taponadora de envases consta de una banda transportadora que se encarga de llevar continuamente los envases desde la zona de inicio de la banda hasta posicionarse mediante unos actuadores neumáticos para que le sea colocado el tapón y luego para que el mecanismo roscador le asegure el mismo en la boquilla.

La manipulación de este dispositivo debe realizarse por personal que conozca ciertos parámetros de funcionalidad de la máquina, para evitar accidentes, o lesiones al personal, y problemas o averías a la máquina. Con una adecuada manipulación y cuidados se puede asegurar el correcto funcionamiento y seguridad de la operación de la máquina.

Especificaciones de la maquina:

- Material estructural: Acero inoxidable
- Modo de operación: automática
- Capacidad de envases de trabajo: 200 ml-3L
- Tipo de envases: PET
- Velocidad de la banda: 9.22 m/min
- Altura de la banda:
- Numero de envases procesados por minuto: aprox 20

DESCRIPCION DE ELEMENTOS PRINCIPALES DE LA MAQUINA:

- Motor reductor DC de la banda

Se encarga de mover el eje de la banda transportadora, consta de una caja reductora con un engrane sin fin, para proveer de un movimiento a bajas revoluciones en el eje de la banda

- Banda transportadora:

Este sistema se encarga de llevar los envases desde un extremo de entrada a través del sistema alimentador de tapones y el soporte de roscador.

- Sensores de posición:

Su función es detectar que los envases estén en posición adecuada para continuar con la secuencia del proceso de taponado de los mismos.

- Cojinetes y chumaceras

Son los encargados de dar soporte a los ejes y permiten que ocurra con facilidad el movimiento rotativo de estos ejes y sostener la reacción que provoca el motor sobre la banda.

- Ejes

Se encargan de transmitir la fuerza del motor a los piñones que impulsan el movimiento de la banda transportadora

- PLC

Procesa las señales que envían los sensores dependiendo del estado del proceso de taponado y envía señales a las válvulas para el accionamiento de los componentes.

- Motor DC del alimentador

Es un motor a 24V que proporciona movimiento al disco colocador del alimentador, posee una caja reductora de engranes para entregar un movimiento a bajas revoluciones.

- Botones

Ubicados en el panel de control, sirven para poder controlar el inicio o paro al movimiento de los motores DC o al motor de la banda transportadora

- Fuente de alimentación

Conectada a 120 V AC, entrega las líneas con voltaje de 24V para energizar los motores DC y el controlador PLC.

- Cilindros/actuadores neumáticos:

Con la extensión o retracción de sus vástagos dentro de la maquina realizan tareas como restringir o permitir el movimiento de los envases, o accionar la colocación de los tapones, o accionar el roscador.

- Servomotor:

Proporciona el giro necesario para accionar el roscador de los tapones en las boquillas de los envases.

- Finales de carrera

Van montados en cada cilindro y detectan la posición de los vástagos, extendido o retraído y envían esa señal al controlador para que procese esas señales y envíe las instrucciones pertinentes.

- Electroválvulas neumáticas:

Su accionamiento se controla mediante el controlador PLC y son las encargadas de accionar los cilindros neumáticos dependiendo de la posición en la que se encuentren.

- Perfil PAL neumático:

Permite que se monten las válvulas neumáticas a una sola entrada de aire, ahorrando la colocación de otros accesorios para la conexión de estas.

- Accesorios neumáticos:

Válvula limitadora de presión, racor neumático, mangueras y silenciadores, que forman parte de la conexión neumática de la máquina taponadora.

- Unidad FR

Es un regulador y filtro que permite procesar el aire proveniente del sistema de alimentación de aire comprimido, realiza filtrado y permite regular la presión del sistema.

AJUSTES PREVIOS AL SISTEMA PARA LA PUESTA EN MARCHA DE LA MÁQUINA.

La máquina taponadora de envases trabaja con presentaciones de envases desde 200 ml hasta 3L, y para cada tipo de envase que presente se debe hacer ciertos ajustes a la misma para que se pueda realizar el proceso de taponado.

Antes de energizar la máquina, se deben realizar ciertos ajustes a la configuración de esta, adecuando las condiciones a las dimensiones de la presentación del envase con la que se va a trabajar. Se debe verificar que no haya presión en el sistema y que este se encuentre des energizado para evitar posibles accidentes.

AJUSTE DE ALTURA DEL ACTUADOR DEL ROSCADOR.

El primer ajuste que se realiza depende de la altura del envase que se va a trabajar, de esto depende la altura de la posición en la que se va a encontrar colocado la placa de sujeción del roscador.

La primera posición es para envases con altura menor o igual a 16 cm, se coloca la placa de sujeción del roscador en la posición más baja que permite el soporte, como se muestra en la figura, utilizando los dos agujeros inferiores del soporte, y los dos agujeros de la placa de sujeción.

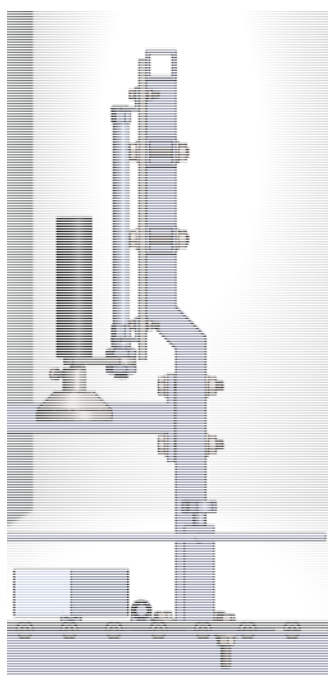


Fig. B38. Posición inferior del roscador.

La altura máxima de envases que puede trabajar la maquina taponadora es de 29 cm, la configuración del roscador es acoplar los tornillos en los dos agujeros superiores del soporte, y los dos agujeros de la placa de sujeción del roscador, tal como se muestra en la figura.

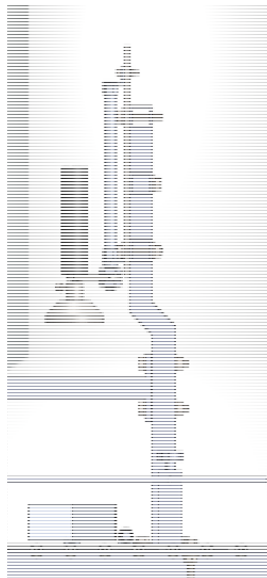


Fig. B39. Posición superior del roscador

El siguiente ajuste que se realiza a la máquina antes de ponerla en operación es alinear la altura de la última sección del ordenador de tapones a la altura de la boquilla del envase.

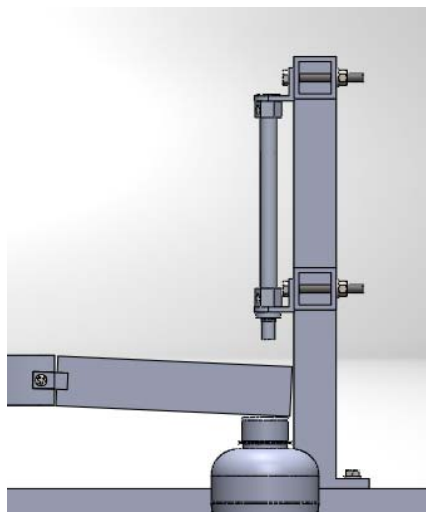


Fig. B40. Ajuste de altura de colocación de tapones.

Se ajusta el actuador neumático para que detenga el envase que va ingresando justo en la posición de colocación del tapón alineado con el mismo, este paso se realiza colocando un envase sobre la banda transportadora justo en el lugar en el que se coloca el tapón, y se ajusta la distancia en la que está colocado el actuador

que realiza la tarea de detenerlo, se deben aflojar los pernos que dan soporte al actuador que detiene los envases, y luego apretarlos cuando ya se haya ajustado la posición en la que se detendrán los envases.

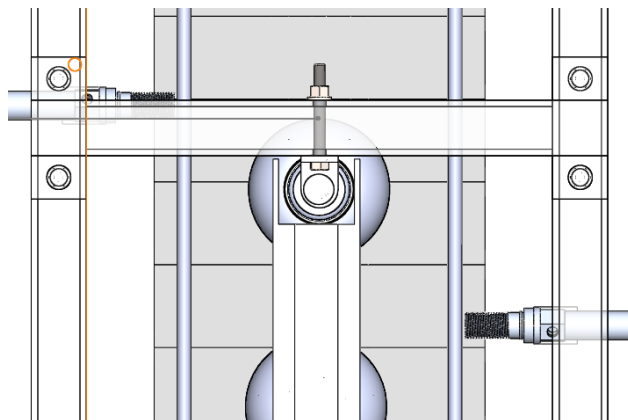


Fig.B41. Alineación de envase, vista superior

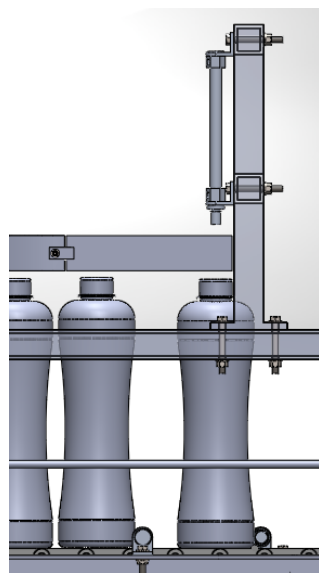


Fig.B42. Alineación de envase con el colocador, vista lateral.

ALINEACIÓN DE LA BARANDILLA

Se debe ajustar la barandilla para que alinee los envases con el colocador de tapones que se encuentra en el centro de la banda transportadora, este ajuste se realiza colocando las secciones de la barandilla más hacia el interior, se debe aflojar primero los 6 pernos que la fijan en los soportes, y colocando un par de envases en

el interior de la barandilla, uno justo sobre el colocador de tapones y otro en la entrada para darle la orientación separación necesaria, tal como se muestra en la figura B43, después como último paso, se vuelven a apretar los 6 pernos de sujeción.

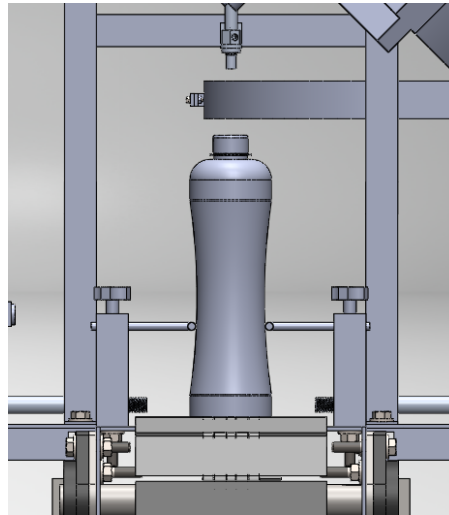


Fig.B43. Alineación de barandilla, vista frontal.

CONTROL DE LA MAQUINA

En la figura se muestra la disposición de los botones en el tablero de control desde el cual se puede operar la máquina.

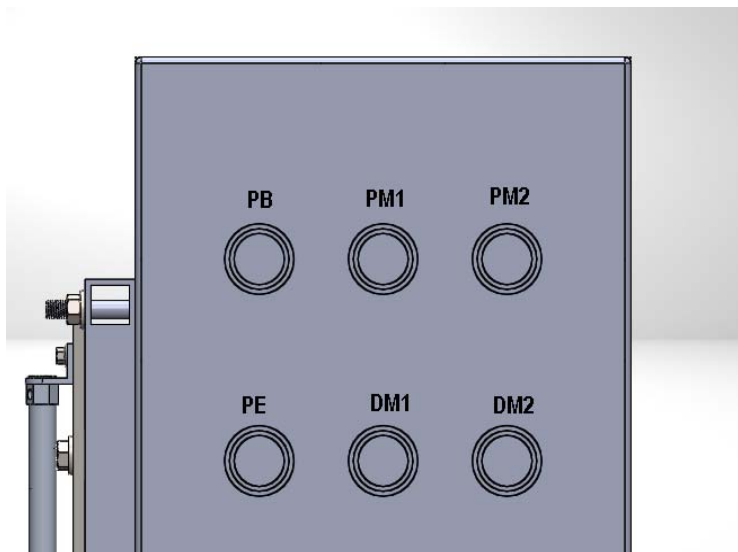


Fig.B44. Disposición de botones en panel.

PUESTA EN MARCHA DE LA MÁQUINA.

Para poner en funcionamiento la maquina se debe en primer lugar abrir la válvula de entrada de aire a presión, luego accionar el interruptor ON/OFF que se encuentra al interior del tablero a la posición ON, de esta manera se energiza el sistema, permitiendo que esta esté lista para ser operada.

Presionar el pulsador PM2 se activa el motor del alimentador de tapones y luego el botón PM1 para poner en marcha la banda transportadora.

Los botones DM1 y DM2 sirven para detener los motores de la banda transportadora y el del alimentador de tapones respectivamente.

Para iniciar el ciclo continuo de taponado de envases se debe presionar el botón de inicio, señalizado como PB e inicia la secuencia de los cilindros neumáticos dejando ingresar el primer envase para ser taponado.

En caso de que se deba detener el ciclo de trabajo de la máquina, se debe presionar el pulsador de paro de emergencia. PE

Para reanudar el ciclo de trabajo de la maquina se debe primero eliminar la razón por la que se tuvo que presionar el botón de paro de emergencia y después retirar manualmente los envases que se quedaron a mitad del proceso en caso de haber y luego pulsar el botón PB para reiniciar el ciclo.

MANUAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO.

Introducción

Las fallas que se presentan en cualquier tipo de máquinas en la mayoría de los casos se debe a que es frecuente dejar el cuidado de estas máquinas en malas condiciones, lo que lleva a que se desgasten las piezas rotativas, deformaciones, fatiga en los componentes, por estas razones se debe tener en cuenta revisar periódicamente los componentes para darles el cuidado necesario y así evitar que estas piezas fallen y se evita que se tengan que estar realizando paros innecesarios y se evita que tengan que ser reemplazadas y su mantenimiento no represente mayores costos de los necesarios, y se garantiza que pueda seguir operando con normalidad más tiempo alargando la vida útil de los componente y por ende de la maquina taponadora.

INSPECCIÓN Y LIMPIEZA BÁSICA

Se realiza una inspección visual rápida a los componentes de la maquina a fin de detectar anomalías en sus componentes o en su funcionamiento.

Se examinan los actuadores neumáticos, sus conexiones, revisando el estado de las mangueras neumáticas, de los acoples de estas con los accesorios, estado de los acoples de los cilindros, de los sensores, revisando también el estado de los eslabones de la banda transportadora a fin de detectar algún detalle que pueda representar riesgo para la funcionalidad de la máquina.

PUNTOS QUE CONSIDERAR

- Revisión de los elementos del sistema eléctricos, cables de alimentación, de sensores y de botones del tablero, verificar que no existan elementos deteriorados o que presenten fallas.
- Revisión del sistema neumático, revisar el estado de las mangueras y tubería de alimentación de aire comprimido, que tengan instalados todos sus accesorios y que estos estén en buen estado

- Revisión de la banda transportadora, verificar el estado de los eslabones y el estado del acople entre sí mismos, revisar que los soportes estén firmes y en buen estado, sin pernos faltantes o flojos.
- Verificar el estado de los soportes de roscado y del alimentador de tapones, que estos acoples se encuentren firmes y en buen estado.
- Realizar limpieza sobre toda la superficie de trabajo de la máquina y los soportes de roscado y del alimentador de tapones, eliminando la suciedad y el polvo de estas áreas y también realizando esta tarea en la superficie del tablero de control, se recomienda usar para la limpieza un trozo de tela seco o aplicando también un limpiador de superficies.

LIMPIEZA Y REVISIÓN INTERNA.

Se examina de manera más exhaustiva los componentes internos de la banda transportadora y otros componentes de la máquina, se realiza limpieza dentro de estos elementos según se permita en el componente.

PUNTOS QUE CONSIDERAR:

- Revisión de la sección interior de la banda transportadora, ejes piñones y chumaceras, pernos y sus respectivas tuercas, verificando que todos estos componentes se encuentren en buen estado y acoplados de una manera adecuada, verificando que no existan fisuras o desgaste excesivo ni falta de lubricación.
- Inspección de los elementos del sistema eléctrico y de potencia de la máquina, verificando que los cables, borneras y elementos que lo componen, PLC, fuente de alimentación, contactores y botones se encuentren en buen estado y la conexión de estos con los cables y los elementos en los que están conectados también se encuentren en buenas condiciones.
- Limpieza en los elementos interiores de la banda transportadora y dentro del panel de control, eliminando la suciedad, desechos polvo, o humedad que se haya podido alojar dentro de estos elementos.

ENGRASE

Se recomienda engrasar las chumaceras/baleros con algún lubricante o grasa para uso en máquinas de procesamiento alimenticio, con homologación NSFH1.