

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

DISEÑO DE AUTOMATISMOS PARA EL ENVASADO DE CHAMPÚ EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE UNA EMPRESA FARMACEÚTICA

Presentado ante la Ilustre
Universidad Central de Venezuela
Por el Bachiller:
Salazar E, Luis M.
Para optar al Título de
Ingeniero Mecánico

Caracas, Noviembre de 2015

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

DISEÑO DE AUTOMATISMOS PARA EL ENVASADO DE CHAMPÚ EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE UNA EMPRESA FARMACEÚTICA

Prof. Guía: Ing. Pedro Lecue

Tutor Industrial: Ing. Luis Almarza

Presentado ante la Ilustre
Universidad Central de Venezuela
Por el Bachiller:
Salazar E, Luis M.
Para optar al Título de
Ingeniero Mecánico

Caracas, Noviembre de 2015



Facultad de Ingeniería
INGENIERIA MECÁNICA
Universidad Central de Venezuela
DEPARTAMENTO DE AUTOMÁTICA



Caracas, 03 de Noviembre 2015

ACTA

Los abajo firmantes, miembros del jurado por el Consejo de Escuela de Ingeniería Mecánica, para evaluar el Trabajo Especial de Grado presentado por el (los) bachiller (es):

LUIS SALAZAR

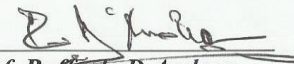
Titulado:

**“DISEÑO DE AUTOMATISMOS PARA EL ENVASADO
DE CHAMPU EN LA LINEA DE PRODUCCION DE
UNA EMPRESA FARMACEUTICA”**

Consideran que el mismo cumple con los requisitos exigidos por el plan de estudio conducente al Título de Ingeniero Mecánico.


Prof. José Barriola
Jurado




Prof. Raffaele D Andrea
Jurado


Prof. Pedro Lecue
Tutor

“50 años de la creación de la Escuela de Ingeniería Eléctrica, de la Escuela de Ingeniería Mecánica y del Instituto de Materiales y Modelos Estructurales”

DEDICATORIA

A mis queridos padres, predicadores
del amor y la justicia, quienes me han
apoyado en todo momento y que
viven en mí, en mente y espíritu.

Mami esto es para ti.

Luis Miguel Salazar Escobar.

RECONOCIMIENTOS Y AGRADECIMIENTOS

Agradezco a la ilustre Universidad Central de Venezuela, por formarme íntegramente como profesional, por fomentar amistades de personalidades tan variadas que se convierten en hermandades, por apoyar mi paso por los deportes representando siempre a La Casa que Vence las Sombras, y por brindarme las aulas y espacios donde me convertí en una mejor persona.

A mi padre Luis Salazar y mi difunta madre Alicia Escobar, por apoyarme en todas mis metas y enseñarme los valores necesarios para contribuir positivamente en nuestra hermosa Venezuela.

A mis hermanas, Dioralys Salazar y Dioselys Rosales, por su ayuda en momentos de dificultad y su alegría en momentos de armonía.

A mi tutor Ing. Pedro Lecue por su tiempo, tutoría y enseñanzas brindadas, para hacer posible el desarrollo de este proyecto.

A mi amigo Luigi García, por ser como un hermano y acompañarme a crecer.

A mi novia Daniela Pérez, por brindarme su constante calma, apreciarme y ser mi constante apoyo.

A mi amiga Krissbey Marrugo por entenderme, aconsejarme y estar presente desde que tengo uso de razón.

A Laboratorios Vargas S.A por el apoyo prestado para la realización de este proyecto, en especial, al Ing. Luis Almarza , quien fue mi guía dentro y fuera de la empresa.

Al personal operativo y mecánico del área de semisólidos de Laboratorios Vargas, por su colaboración en la toma de datos y sus brillantes ideas.

A Spartak F.C. y Real Ingeniería F.C. por ser cuna de amistades invaluable.

Al Club de Atletismo de la UCV, por enseñarme el valor de la disciplina y de la constancia para poder alcanzar mis metas.

Salazar E., Luis M.

**DISEÑO DE AUTOMATISMOS PARA EL ENVASADO DE CHAMPÚ EN LA
LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE UNA EMPRESA FARMACEÚTICA**

**Profesor Guía: Pedro Lecue. Tutor Industrial: Ing. Alexander Toro. Tesis.
Caracas. U.C.V. Facultad de Ingeniería. Escuela de Ingeniería Mecánica.
Ingeniero Mecánico. Institución: LABORATORIOS VARGAS S.A. 2015.
99 pág.**

**Palabras Clave: Automatización de Envasadora; Método de Diseño
Computacional; Controlador Lógico Programable.**

RESUMEN

Resumen. Se plantea el diseño de los dispositivos necesarios para automatizar la línea de envasado de champú de una empresa farmacéutica. Dicha línea presenta una reducción de su eficiencia, además de considerables posibilidades de lesión para los operadores. El diseño antes mencionado, se basará en tres (3) frentes, relacionados con el ordenado, colocado y enroscado de tapas; y el ordenado y colocado de envases. Una vez realizado el diseño, el mismo será apoyado con PLC para realizar un monitoreo constante de las variables presentes en el proceso de llenado de champú, por lo cual, la programación del PLC será desarrollada como parte del proyecto.

Salazar E, Luis M.

**DESIGN AUTOMATION FOR PACKAGING OF SHAMPOO IN THE
PRODUCTION LINE OF A PHARMACEUTICAL COMPANY**

**Advisor: Pedro Lecue. Industrial Tutor: Ing. Luis Almarza. Thesis.
Caracas. U.C.V. Faculty of Engineering. School of Mechanical Engineering.
Mechanical engineer. Institution: LABORATORIOS VARGAS S.A. 2015.**

99 p.

**Keywords: Automation of Packing; Computer Design Method; Programmable
Logic Controller.**

ABSTRACT

Summary. The design of the devices necessary arises to automate the packaging line of shampoo from a pharmaceutical company. This line has reduced its efficiency as well as significant potential for injury to operators. The aforementioned design will be based on three (3) fronts, related to the orderly placed and threaded caps; and orderly packaging placed. Once the design, it will be supported with PLC for constant monitoring of the variables in the process of filling shampoo, therefore, PLC programming will be developed as part of the project.

TABLA DE CONTENIDO

ACTA.....	iii
RESUMEN	vi
ABSTRACT	vii
LISTA DE FIGURAS.....	x
LISTA DE GRÁFICAS.....	xvii
LISTA DE TABLAS.....	xvii
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I.....	2
1. FUNDAMENTOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	2
1.1. Planteamiento del problema	2
1.2. Objetivos.....	3
1.2.1. Objetivo General	3
1.2.2. Objetivos Específicos.....	3
1.3. Justificación	4
CAPÍTULO II.....	5
2. MARCO TEÓRICO	5
2.1. Antecedentes.....	5
2.2. Laboratorios Vargas S.A.....	5
2.3. CAVEME (Cámara Venezolana del Medicamento)	6
2.3.1. BPM (Normas de Buenas Prácticas de Manufactura).....	6
2.3.2. Términos básicos definidos en el BPM del área farmacéutica.....	8
2.4. Champú	10
2.4.1. Historia	10
2.4.2. Funcionamiento	10
2.4.3. Composición	11
2.4.4. Vitaminas.....	12
2.4.5. Tipos de Champúes.....	12
2.5. Envasadora	14
2.5.1. Kalix Dupuy.....	14
2.6. Diseño asistido por ordenador (CAD) Autodesk Inventor 2015.....	17
2.6.1 Funcionalidad	17

2.7. Principios ergonómicos de la concepción de los sistemas de trabajo (NORMAS COVENIN 2273-91).....	19
2.7.1. Objeto y campo de aplicación.....	19
2.7.2. Concepción en función a las medidas corporales-.....	19
2.7.3. Concepción en función de las posturas. De los esfuerzos musculares empleados y de los movimientos corporales.....	20
2.7.4. Posturas.....	20
2.7.5. Recomendaciones.....	21
2.8. Dimensiones del puesto de trabajo.....	23
2.8.1. Altura del plano de trabajo.....	24
2.8.2. Espacio reservado para las piernas.....	24
2.8.3. Zonas de alcance óptimas del área de trabajo.....	25
CAPÍTULO III	27
3. MARCO METODOLÓGICO	27
3.1. Investigación.....	27
3.1.1. Diseño de la investigación.....	27
3.1.2. Población y muestra	27
3.1.4. Procedimiento	28
3.1.5. Limitaciones.....	29
CAPÍTULO IV	30
4. DESARROLLO Y DISEÑO	30
4.1. Datos	30
4.2. Diseño.....	38
4.3. Envase	39
4.4. Tapa.....	40
4.5. Ordenadora de tapas	42
4.5.1. Rotor.....	44
4.5.2. Estator	46
5.6. Ordenadora de Envases	52
4.6.1. Rotor.....	54
4.6.2. Estator	57
4.6.3. Seccionador	60
4.6.4. Preordenador de Envases	67
4.7. Enroscadora de tapas	70
4.7.1. Base inferior	75
5.7.2. Base superior	77
4.7.3. Eje Pendular.....	78
4.8. Colocadora de tapas	81

4.9. Colocadora de Envases	83
4.10. Plato de Kalix Dupuy	83
4.11. Ensamblaje General	89
4.12. Complementos	91
4.13. Ordenador de Envases expulsados	91
CAPÍTULO V	93
5. OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	93
5.1. Operación de la Envasadora y Complementos.....	93
5.2. Limpieza e inspección visual	94
5.3. Mantenimiento.....	94
CAPÍTULO VI	95
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	95
6.1. Conclusiones	95
6.2. Recomendaciones	96
BIBLIOGRAFÍA.....	97
REFERENCIAS ELECTRÓNICAS	98

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Envasadora Kalix Dupuy kx60.....	15
Figura 2. Plato de Envasadora Kalix Dupuy kx60 mientras se realizaba	16
Figura 3 Plato de Envasadora Kalix Dupuy kx60 mientras se realizaba mantenimiento.	16
Figura 4 Ángulos adecuados de caderas, rodillas y tobillos.	21
Figura 5 Ángulos adecuados de codos y brazos.....	22
Figura 6 Ángulos adecuados de visión horizontal.....	22
Figura 7 Ángulos adecuados de visión horizontal vertical.	23
Figura 8 Altura del plano de trabajo para puestos de trabajo sentado (cotas en mm.)	24
Figura 9. Cotas de emplazamiento para las piernas en puestos de trabajo sentado...	25
Figura 10 Arco de manipulación vertical en el plano sagital.	26
Figura 11 Arco de manipulación vertical en el plano sagital.	26
Figura 12. Figura 12 Operadora con bolsa de tapas posada en sus piernas.	31
Figura 13 Mala postura del operador realizando trabajo sentado. No apoyo de espalda baja en el espaldar del asiento.	35
Figura 14 Mala postura del operador realizando trabajo sentado. Brazo estirado por encima del nivel del hombro.	36
Figura 15 Mala postura del operador realizando trabajo sentado. Encorvamiento de la espalda alta del operador.	36
Figura 16 Mala postura del operador realizando trabajo sentado. Operador con dificultades para reposar ambos pies en el apoyo auxiliar del asiento.	37
Figura 17 Eje de coordenadas cartesianas.....	38

Figura 18 Vista Isométrica del envase generado en el programa de diseño computacional.....	39
Figura 19 Vista Superior con cotas del envase, generado en el programa de diseño computacional.....	39
Figura 20 Vista Frontal con cotas del envase, generado en el programa de diseño computacional.....	40
Figura 21 Vista Isométrica de la tapa, generado en el programa de diseño computacional.....	40
Figura 22 Vista Superior con cotas de la tapa, generado en el programa de diseño computacional.....	41
Figura 23 Vista Frontal con cotas de la tapa, generado en el programa de diseño computacional.....	41
Figura 24 Vista Isométrica de la Enroscadora Ordenadora de Tapas, generado en el programa de diseño computacional.	42
Figura 25 Despiece de la Ordenadora de Tapas, generado en el programa de diseño computacional.....	43
Figura 26 Vista Isométrica del rotor de la Ordenadora de Tapas, generado en el programa de diseño computacional.	44
Figura 27 Vista Superior con cotas del Rotor de la Ordenadora de Tapas, generado en el programa de diseño computacional.....	44
Figura 28 Vista Frontal con cotas del Rotor de la Ordenadora de Tapas, generado en el programa de diseño computacional.....	45
Figura 29 Vista Superior con cotas del Detalle A de la Ordenadora de Tapas, generado en el programa de diseño computacional	45
Figura 30 Vista Frontal con cotas del Detalle A de la Ordenadora de Tapas, generado en el programa de diseño computacional.	46
Figura 31 Vista Isométrica del Estator de la Ordenadora de Tapas, generado en el programa de diseño computacional.	47

Figura 32 Vista Superior con cotas del Rotor de la Ordenadora de Tapas, generado en el programa de diseño computacional.....	47
Figura 33 Vista Frontal con cotas del Rotor de la Ordenadora de Tapas, generado en el programa de diseño computacional.....	48
Figura 34 Vista Lateral con cotas del Rotor de la Ordenadora de Tapas, generado en el programa de diseño computacional.....	49
Figura 35 Vista Lateral del Detalle A con cotas, generado en el programa de diseño computacional.....	49
Figura 36 Vista Posterior con cotas del Rotor de la Ordenadora de Tapas, generado en el programa de diseño computacional.....	50
Figura 37 Vista Lateral del Detalle B con cotas, generado en el programa de diseño computacional.....	50
Figura 38 Vista Isométrica de la Pieza Fijadora, generado en el programa de diseño computacional.....	51
Figura 39 Vista Frontal con cotas de la Pieza Fijadora, generado en el programa de diseño computacional.....	51
Figura 40 Vista Frontal con cotas de la Pieza Fijadora, generado en el programa de diseño computacional.....	52
Figura 41 Vista Isométrica de la Ordenadora de Envases, generado en el programa de diseño computacional.....	53
Figura 42 Despiece de la Ordenadora de Envases, generado en el programa de diseño computacional.....	53
Figura 43 Vista Isométrica del rotor de la Ordenadora de Envases, generado en el programa de diseño computacional.	55
Figura 44 Vista Superior con cotas del rotor de la ordenadora de envases, generado en el programa de diseño computacional.....	55
Figura 45 Vista Frontal con cotas del rotor de la ordenadora de envases, generado en el programa de diseño computacional.....	56

Figura 46 Vista Superior con cotas del Detalle A de la ordenadora de envases, generado en el programa de diseño computacional.	56
Figura 47 Vista Isométrica del Estator de la Ordenadora de Envases, generado en el programa de diseño computacional.	57
Figura 48 Vista Superior con cotas del Estator de la ordenadora de envases, generado en el programa de diseño computacional.	58
Figura 49 Vista Frontal con cotas del Estator de la ordenadora de envases, generado en el programa de diseño computacional.	58
Figura 50 Vista Lateral con cotas del Estator de la ordenadora de envases, generado en el programa de diseño computacional.	59
Figura 51 Vista Lateral de la dirección y ubicación de la inyección de aire en la Ordenadora de envases, generado en el programa de diseño computacional.	59
Figura 52 Vista Isométrica del Seccionador de la Ordenadora de Envases, generado en el programa de diseño computacional.....	60
Figura 53 Vista Superior con cotas del Seccionador de la Ordenadora de Envases, generado en el programa de diseño computacional.	61
Figura 54 Vista Frontal con cotas del Seccionador de la Ordenadora de Envases, generado en el programa de diseño computacional.	61
Figura 55 Vista Frontal con cotas del Seccionador de la Ordenadora de Envases, generado en el programa de diseño computacional.	62
Figura 56 Vista de falla inminente en la Ordenadora de Envases, generado en el programa de diseño computacional..	62
Figura 57 Vista Isométrica del Preseleccionador N°1 de la Ordenadora de Envases, generado en el programa de diseño computacional.	63
Figura 58 Vista Superior del Preseleccionador N°1 de la Ordenadora de Envases, generado en el programa de diseño computacional.	63
Figura 59 Vista Frontal del Preseleccionador N°1 de la Ordenadora de Envases, generado en el programa de diseño computacional.	64

Figura 60 Vista Lateral del Preseleccionador N°1 de la Ordenadora de Envases, generado en el programa de diseño computacional.	65
Figura 61 Vista del Envase posterior a su paso por el Preseleccionador N°1 de la Ordenadora de Envases, generado en el programa de diseño computacional.	66
Figura 62 Bisagra resorte.	66
Figura 63 Vista del aumento de cota en el eje Z del Envase, al entrar en contacto con el Preseleccionador N°2 de la Ordenadora de Envases, generado en el programa de diseño computacional.	67
Figura 64 Vista Isométrica del Preordenador de Envases de la Ordenadora de Envases, generado en el programa de diseño computacional.	68
Figura 65 Vista Superior con cotas del Preordenador de Envases de la Ordenadora de Envases, generado en el programa de diseño computacional..	69
Figura 66 Vista Frontal con cotas del Preordenador de Envases de la Ordenadora de Envases, generado en el programa de diseño computacional.	69
Figura 67 Vista Lateral con cotas del Preordenador de Envases de la Ordenadora de Envases, generado en el programa de diseño computacional.	70
Figura 68 Vista Isométrica de la Enroscadora de Tapas, generado en el programa de diseño computacional.	71
Figura 69 Despiece de la Enroscadora de Tapas, generado en el programa de diseño computacional.	71
Figura 70 Ángulo entre el primer y cuarto péndulo, generado en el programa de diseño computacional.	73
Figura 71 Distancia entre el péndulo y el centro del plato, generado en el programa de diseño computacional.	73
Figura 72 Vista Superior con cotas de la Base Inferior de la Enroscadora de Tapas, generado en el programa de diseño computacional.	75
Figura 73 Vista Frontal con cotas de la Base Inferior de la Enroscadora de Tapas, generado en el programa de diseño computacional.	76

Figura 74 Vista Lateral con cotas de la Base Inferior de la Enroscadora de Tapas, generado en el programa de diseño computacional.	76
Figura 75 Vista al Detalle A con cotas de la Base Inferior de la Enroscadora de Tapas, generado en el programa de diseño computacional.	77
Figura 76 Vista a la Seccion B-B con cotas de la Base Inferior de la Enroscadora de Tapas, generado en el programa de diseño computacional.	77
Figura 77 Vista Superior con cotas de la Base Inferior de la Enroscadora de Tapas, generado en el programa de diseño computacional.	78
Figura 78 Vista Superior con cotas del Eje Pendular de la Enroscadora de Tapas, generado en el programa de diseño computacional.	79
Figura 79 Vista Frontal con cotas del Eje Pendular de la Enroscadora de Tapas, generado en el programa de diseño computacional.	79
Figura 80 Vista Lateral con cotas del Eje Pendular de la Enroscadora de Tapas, generado en el programa de diseño computacional.	80
Figura 81 Vista Inferior con cotas del Eje Pendular de la Enroscadora de Tapas, generado en el programa de diseño computacional.	80
Figura 82 Vista al Detalle A con cotas del Eje Pendular de la Enroscadora de Tapas, generado en el programa de diseño computacional.	81
Figura 83 Vista de Colocadora de Tapas instalada en la Línea de Jarabes Jarabes en Laboratorios Vargas.....	82
Figura 84 Vista del riel de la Colocadora de Tapas instalada en la Línea de Jarabes en Laboratorios Vargas.....	82
Figura 85 Vista del riel de la Colocadora de Tapas instalada en la Línea de Jarabes en Laboratorios Vargas.....	83
Figura 86 Vista del Plato de la envasadora Kalix Dupuy instalada en la Línea de Semisólidos en Laboratorios Vargas.	84
Figura 87 Vista Superior del Plato de la Envasadora con adaptaciones y cotas, generado en el programa de diseño computacional.	85

Figura 88 Vista Superior del portaenvases de champú en la Línea de Semisólidos en Laboratorios Vargas.....	86
Figura 89 Vista Isométrica del Portaenvases del Plato, generado en el programa de diseño computacional.....	86
Figura 90 Vista Superior del Portaenvases del plato con cotas, generado en el programa de diseño computacional.	87
Figura 91 Vista Frontal del Portaenvases del plato con cotas, generado en el programa de diseño computacional.	87
Figura 92 Vista Frontal del Plato de la Envasadora con adaptaciones y cotas, generado en el programa de diseño computacional.	88
Figura 93 Vista Lateral del Plato de la Envasadora con adaptaciones y cotas, generado en el programa de diseño computacional.	88
Figura 94 Vista Isométrica del Ensamblaje General, generado en el programa de diseño computacional.....	89
Figura 95 Vista Isométrica del Ensamblaje General, generado en el programa de diseño computacional.....	90
Figura 96 Vista Isométrica Final del Plato, generado en el programa de diseño computacional.....	90
Figura 97 Vista en ángulo de dispositivo ordenador de envases tras expulsión del plato.....	92
Figura 98 Vista en ángulo de dispositivo ordenador de envases tras expulsión del plato, con compuerta abierta.	92

LISTA DE GRÁFICAS

Gráfica N°1. Porcentaje de ocurrencia de fallas, en relación a la capacidad teórica 34

LISTA DE TABLAS

Tabla N°1 Ocurrencia en intervalos de tiempo en relación a tipos de falla a partir de las 8:00 am..... 32

Tabla N°2 Ocurrencia en intervalos de tiempo en relación a tipos de falla a partir de las 9:30 am..... 32

Tabla N°3. Tabla 3 Ocurrencia en intervalos de tiempo en relación a tipos de falla. 32

Tabla 4 Porcentaje de eficiencia consumido por la falla del tiempo de giro del plato, en relación a la capacidad teórica de envasado a diversos intervalos de tiempo. 33

Tabla N°5 Porcentaje de caída de tapas y envases, en relación a los envases que deben ser manipulados por intervalo de tiempo. 33

Tabla N°6 Acción errónea, causas y consecuencias de lo señalado por las Figuras N°13, N°14, N°15 y N°16. 37

Tabla N°7 Lista de piezas de la Ordenadora de Tapas. 43

Tabla N°8 Lista de piezas de la Ordenadora de Envases. 54

Tabla N°9 Lista de piezas de la Enroscadora de Tapas. 72

Tabla N°10 Especificaciones de complementos necesarios para la instalación de los dispositivos diseñados..... 91

INTRODUCCIÓN

Hoy en día, las empresas están inmersas en un entorno competitivo que está sometido a un cambio continuo y permanente, que engloba condiciones de relación con proveedores, clientes, instalaciones y personal.

Si bien la automatización nació en el área contable, fue trasladada al área ingenieril para reducir costes de mano de obra que no añadían un valor al producto. El proceso evolutivo de la automatización ha permitido la fabricación de maquinarias que, años atrás, hubiese sido imposible su elaboración. Además de esto, se redujo notablemente tanto accidentes, como incidentes en el área laboral y se mejoró marcadamente la producción en todos los aspectos.

A continuación, se presenta el diseño de mecanismos que complementen a una máquina llenadora de champú automática, instalada en una empresa farmacéutica, cuyo aporte se basó en tres puntos importantes:

- Ordenado del envase de manera automática.
- Ordenado de la tapa de manera automática.
- Enroscado de la tapa de manera automática.

El diseño de estos dispositivos será complementado con sugerencias de operación y mantenimiento, a efectuar por personal operador y mecánico respectivamente.

El desarrollo de este Trabajo Especial de Grado inició debido a las demandas del proceso de envasado de champú en una compañía farmacéutica, en cuanto a producción y ergonomía para los operadores.

CAPÍTULO I

1. FUNDAMENTOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Planteamiento del problema

El diseño poco eficiente del área de producción de LABORATORIOS VARGAS S.A., disminuye la eficiencia del sistema productivo de champú y no protege la integridad de los operadores. Dicho diseño está basado en que, la llenadora a la cual se le acoplarán los automatismos, es una llenadora de cremas por defecto, es decir, los automatismos instalados en el equipo de fábrica, fueron destinados para el llenado de manera automática de crema, en envases que presentan geometrías distintas a las presentes a los envases de champú, por lo cual, se imposibilita el uso de dichos automatismos para el proceso de llenado de champú, convirtiéndolo en un proceso manual y poco eficiente.

La pérdida en la eficiencia del sistema productivo de champú se basa esencialmente en la presencia de una cantidad considerable de variables fundamentadas en la necesidad de cuatro (4) operadores en el área, que aportan poco valor al producto.

Simultáneamente, la eficiencia se ve afectada por la disminución del rendimiento de cada operador debido a la fatiga generada por el diseño poco ergonómico del área productiva, lo cual es comprensible ya que como se mencionó anteriormente, la llenadora fue diseñada para el llenado y envasado de cremas de manera automática; en donde el papel a desarrollar por el personal de la empresa, sería el de supervisar el buen funcionamiento de la máquina y el de realizar los estudios de control de calidad y microbiología.

Recapitulando un poco, las variables que LABORATORIOS VARGAS S.A., desea evitar con el desarrollo e implementación a futuro de los automatismos son los siguientes:

- Caída de envases llenos al salir del plato de la llenadora
- Caída de tapas y botellas al ser agarradas de las bolsas

- Tranca en el embudo que organiza los envases para ser transportado al área de empaquetado
- Mala postura de los operadores, por no poder introducir las piernas al estar sentados en la llenadora, lo que evita que pueda reclinarse en el espaldar de la silla.
- No apoyar las piernas al estar sentadas en el horario de trabajo.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo General

Diseñar los dispositivos necesarios para automatizar el proceso de envasado de champú, en una empresa farmacéutica.

1.2.2. Objetivos Específicos

- Diseñar un dispositivo que ordene las tapas de manera automática.
- Diseñar un dispositivo que ordene los envases de manera automática.
- Diseñar un dispositivo que enrosque las tapas de manera automática.
- Definir el espacio disponible para la instalación de los equipos a diseñar.
- Verificar las normas de maquinarias e instalaciones que se deben cumplir en procesos productivos del área farmacéutica.
- Seleccionar los dispositivos automáticos a utilizar como complementos de los mecanismos a diseñar.
- Generar los parámetros de operación y mantenimiento de los dispositivos a utilizar.
- Investigar las normas relacionadas a la ergonomía en espacios de trabajo.

1.3. Justificación

La sobrevivencia empresarial depende de una continua adaptación de la empresa a su entorno, tratando de lograr la máxima eficiencia en su funcionamiento interno. Dicha eficiencia, tiene como base fundamental la obtención del producto utilizando la menor cantidad de recursos posibles, respetando siempre los parámetros de calidad estipulados.

Por otra parte, un aspecto relevante en el diseño de cualquier área productiva es el referente a la ergonomía, el cual está avalado por la ley a través de las normas COVENIN 2273-91, y que mediante sus pautas, obliga a la compañía a cumplir ciertos estándares de seguridad y comodidad en el lugar de trabajo, para el personal de la empresa.

Por dichas razones, LABORATORIOS VARGAS S.A. desea invertir en el diseño y desarrollo de los dispositivos necesarios, para disminuir el tiempo de producción de los lotes de champú y reducir la probabilidad de lesión para los operadores de las máquinas, permitiendo así, obtener resultados favorables inmediatamente después de la instalación de dichos automatismos.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

Como antecedentes, en el 2010 Manuel Rosero, Luis Felipe Pinzón y Jonathan Vargas en su trabajo especial de grado ENVASADORA Y SELLADORA AUTOMÁTICA DE PRODUCTOS LÁCTEOS, sugiere diseños de automatismos.

En el 2008 Rigel Rangel en su trabajo especial de grado AUTOMATIZACIÓN DE ESTERILIZADORES PARA PRODUCTOS ENLATADOS, plantea el necesario uso de automatismos como el PLC para la obtención de resultados cónsonos a los esperados por la empresa, con respecto al tiempo de envasado y calidad del producto.

En el 2007 María Rodríguez y Carlos Cortes, en su trabajo especial de grado MAQUINA AUTOMÁTICA DE LLENADO Y SELLADO DE ENVASE TIPO PET PARA CONDIMENTOS EN POLVO, plantea el diseño de automatismos para el colocado y enroscado de tapas en el proceso de envasado de la línea de producción de una empresa.

2.2. Laboratorios Vargas S.A.

Ésta compañía tiene 60 años elaborando productos farmacéuticos de alta calidad en el mercado nacional e internacional. Su capacidad de producción está por encima de 604 productos en diferentes formas galénicas y un volumen de aproximadamente 35 millones de unidades anuales, gracias a su constante adaptación a equipos de alta tecnología.

Además de esto, se encuentra a la vanguardia del mercado farmacéutico venezolano avalado por muchos años al servicio de la salud. A su vez, elaboran más de 100 especialidades farmacéuticas propias y de otras firmas bajo licencia de importantes empresas multinacionales que confían su fabricación a Laboratorios Vargas, S.A.

El sistema productivo de la empresa permite la fabricación, confección y distribución de elementos en diversas presentaciones, gracias al trabajo sistematizado de los distintos departamentos de fabricación existentes en planta, como el área de sólidos, semisólidos, líquidos y confección.

2.3. CAVEME (Cámara Venezolana del Medicamento)

Es una organización gremial sin fines de lucro que agrupa a las empresas farmacéuticas internacionales que investigan y desarrollan nuevos medicamentos que contribuyen a resolver los problemas de salud en Venezuela, así como en el resto del mundo. Sus medicamentos, por su carácter original y por su elevada calidad, constituyen la referencia para establecer la seguridad y eficacia de los medicamentos producidos sin investigación.

Esta organización tiene como misión, contribuir con la salud de los venezolanos proveyendo en forma segura medicamentos de la más alta calidad, cooperando con el Estado en la implementación de las políticas públicas relacionadas con el sector, y promoviendo el acceso a los medicamentos, la investigación farmacéutica y el mejoramiento de los medicamentos.

Por dichas virtudes, CAVEME es reconocido como una garantía de abastecimiento seguro de medicamentos, un colaborador confiable en la formulación e implementación de políticas de salud, una referencia importante en materia de investigación farmacéuticas, así como, una entidad destacada en la transferencia tecnológica farmacéutica.

Las políticas de elaboración de productos en el área farmacéutica se rigen por el siguiente código:

2.3.1. BPM (Normas de Buenas Prácticas de Manufactura)

Dictaminada por la Resolución N° 407, se adopta el Manual de Buenas

Prácticas de Manufactura para la Fabricación de Productos Farmacéuticos (BPM) de la Organización Mundial de la Salud (OMS). Dicha resolución establece, “El Ministerio de Salud y Desarrollo Social de la República Bolivariana de Venezuela en ejercicio de las atribuciones que le confiere la Constitución, Artículos 1, 83, 84; Ley Orgánica de Salud Artículos 32 y 33 y la Ley de Medicamentos Artículos 1, 2, 47 y 49, los cuales regulan la materia relacionada con las Buenas Prácticas de Manufactura, de las empresas que elaboran medicamentos en el país”, considerando:

- Que la Ley Orgánica de Salud en su Capítulo IV artículo 32, establece que la Contraloría Sanitaria comprenderá: “El registro, análisis, inspección, vigilancia y control sobre los procesos de producción, almacenamiento, comercialización, transporte de bienes de uso y consumo humano, y sobre materiales, equipos, establecimientos e industrias, destinadas a actividades relacionadas con la salud” y en el Artículo 33, numeral 1 dictamina que: La Contraloría Sanitaria garantizará “Los requisitos para el consumo y uso humano de los medicamentos, psicotrópicos, cosméticos y productos naturales, de los alimentos y de cualesquiera otros bienes de productos de consumo humano, de origen animal y vegetal” y en su numeral 3: Las condiciones para el funcionamiento de los materiales, equipos, edificaciones, establecimientos e industrias relacionadas con la salud.
- Que la Ley de Medicamentos en el Título II, Capítulo III, artículo 21, determina que: “El Ministerio de Salud y Desarrollo Social exigirá el establecimiento de un Sistema de Aseguramiento que garantice la calidad de los medicamentos, ya sean nacionales o importados, en sus etapas de fabricación, distribución, tenencia, dispensación y expendio en todo el territorio nacional”.
- Que la Ley de Medicamentos en el Título IV, Capítulo I, artículo 49, establece que: “Para la instalación y funcionamiento de laboratorios farmacéuticos, éstos deberán basar su actividad en procedimientos técnicos -científicos comprobados de acuerdo a las Buenas Prácticas de Manufactura de la Industria Farmacéutica, disponer de equipo humano técnico, instalaciones físicas,

maquinarias, instrumental y tecnologías apropiadas, así como un laboratorio de Control de Calidad que permita una correcta elaboración de los medicamentos”.

- Que la Ley de Medicamentos en el Capítulo II, artículo 64, establece que: “El Ministerio de Salud y Desarrollo Social realizará inspecciones periódicas a los establecimientos farmacéuticos, a los fines de garantizar el fiel cumplimiento de la normativa vigente”.
- Que el Acuerdo de Cartagena excluye del concepto de restricciones al comercio, las medidas destinadas a la protección de la vida y salud de las personas.

2.3.2. Términos básicos definidos en el BPM del área farmacéutica.

El **lote** es una cantidad definida de materia prima, material de envasado, o producto procesado en un solo proceso o en una serie de procesos, de tal manera que puede esperarse que sea homogéneo. En el caso de un proceso continuo de fabricación, el lote debe corresponder a una fracción definida de la producción, que se caracterice por la homogeneidad que se busca en el producto. A veces es preciso dividir un lote, en una sede de sublotes, que más tarde se juntan de nuevo para formar un lote final homogéneo.

El **producto a granel** es todo producto que ha completado todas las etapas del procesamiento, hasta el envasado final, pero sin incluir este último.

El **control** durante el procesado son aquellos controles efectuados durante la producción con el fin de vigilar y, si fuera necesario, ajustar el proceso para asegurar que el producto se conforme a las especificaciones. El control del medio ambiente o del equipo puede también considerarse como parte del control durante el procesado.

Fabricación son todas las operaciones que incluyen la adquisición de materiales y productos, producción, control de la calidad, autorización de circulación, almacenamiento, embarque de productos acabados y los controles relacionados con estas operaciones.

Envasado son todas las operaciones, incluyendo las de llenado y etiquetado, a las que tiene que ser sometido un producto a granel para que se convierta en un producto acabado. El llenado estéril no sería considerado normalmente como parte del envasado, ya que se entiende por producto a granel el contenedor primario lleno, pero que aún no haya sido sometido al envasado final.

El **material de envasado** es cualquier material, incluyendo el material impreso, empleado en el envasado de un producto farmacéutico, excluyendo todo envase exterior utilizado para el transporte o embarque. Los materiales de envasado se consideran primarios cuando están destinadas a estar en contacto directo con el producto y secundarios cuando no lo están.

El **producto farmacéutico** es todo medicamento destinado al uso humano, o todo producto veterinario del que se obtienen alimentos, presentado en su forma farmacéutica definitiva o como materia prima destinada a usarse en dicha forma farmacéutica, cuando está legalmente sujeto a inspección en el Estado Miembro exportador y en el Estado Miembro importador.

Producción son todas las operaciones involucradas en la preparación de un producto farmacéutico, desde la recepción de los materiales, a través del procesado y el envasado, hasta llegar al producto acabado.

Procedimiento de operación normalizado es un procedimiento escrito autorizado que contiene instrucciones para realizar operaciones que no necesariamente son específicas para un producto o material determinado, sino de naturaleza más general (por ejemplo: manejo, mantenimiento y limpieza de equipos; comprobación; limpieza de instalaciones y control ambiental; muestreo, e inspección). Algunos procedimientos de esta naturaleza pueden utilizarse como complemento de la documentación específica para un producto, sea ésta una documentación maestra o referente a la producción de lotes.

Materia prima es toda sustancia de calidad definida empleada en la fabricación de un producto farmacéutico, excluyendo los materiales de envasado.

Sistema es un patrón regulado de actividades y técnicas de acción recíproca, que se unen para formar un todo organizado.

2.4. Champú

El champú es un producto para el cuidado del cabello, usado para limpiarlo de suciedad, la grasa formada por las glándulas sebáceas, escamas de piel y en general partículas contaminantes que gradualmente se acumulan en el cabello.

2.4.1. Historia

El término y el servicio fueron introducidos en Gran Bretaña por Sake Dean Mahomed, migrante de India, que abrió unos baños de "shampoo" conocidos como Mahomed's Indian Vapour Baths (Baños Indios de Vapor de Mahomed) en Brighton en 1759. En estos baños los clientes recibían un tratamiento indio de champú (masaje terapéutico). Sus servicios eran muy apreciados, y Mahomed recibió el alto honor de ser nombrado "Cirujano de champú" para los reyes Jorge IV y Guillermo IV.

En los primeros tiempos del champú, los peluqueros ingleses servían jabón en agua y añadían hierbas aromáticas para dar brillo y fragancia al pelo. Kasey Hebert fue el primer fabricante conocido de champú, y su origen aún se le atribuye a él. Hebert vendió su primer champú, con el nombre de "Shaempoo" en las calles de Londres.

Originalmente, el jabón y el champú eran productos muy similares; ambos contenían surfactantes, un tipo de detergente. El champú moderno, tal como se lo conoce en la actualidad, fue introducido por primera vez en la década de 1930 con "Drene", el primer champú sintético (no jabonoso).

2.4.2. Funcionamiento

El champú limpia separando el sebo del cabello. El sebo es un aceite segregado por las glándulas sebáceas, a su vez es expulsado al exterior mediante los folículos pilosos (invaginaciones en la dermis). El sebo es fácilmente absorbido por los cabellos formando una capa protectora. Dicho aceite protege de daños externos la estructura proteínica del cabello, pero tiene un coste asociado: el sebo tiende a atrapar la suciedad,

las escamas del cuero cabelludo (caspa) y los productos que se suelen añadir al cabello (perfumes, gomina, geles, etc). Los surfactantes del champú separan el sebo de los cabellos, arrastrando la suciedad con él.

Aunque tanto el jabón como el champú contienen surfactantes, el jabón se mezcla con la grasa con demasiada afinidad, de manera que si se usa para lavar el cabello elimina demasiado sebo. El champú usa surfactantes más equilibrados para no eliminar demasiado sebo.

El mecanismo químico que hace funcionar el champú es el mismo que el del jabón. El cabello sano tiene una superficie hidrofóbica a la que se adhieren los lípidos, pero que repele el agua. La grasa no es arrastrada por el agua, por lo que no se puede lavar el cabello sólo con agua. Cuando se aplica champú al cabello húmedo, es absorbido en la superficie entre el cabello y el sebo. Los surfactantes aniónicos reducen la tensión de superficie y favorecen la separación del sebo del cabello. La materia grasa (apolar) se emulsiona con el champú y el agua, y es arrastrada en el aclarado.

2.4.3. Composición

Las formulaciones de champú buscan maximizar las siguientes cualidades:

- Fácil enjuague
- Buen acabado después del lavado del cabello
- Irritación mínima de piel/ojos
- No dañar el cabello
- Baja toxicidad
- Buena biodegradabilidad
- pH ligeramente ácido, ya que un ambiente básico debilita el cabello rompiendo los enlaces de disulfuro de la queratina del cabello.

2.4.4. Vitaminas

La efectividad de las vitaminas, los aminoácidos y de las provitaminas en el champú es algo muy controvertido. Las vitaminas y los aminoácidos son los componentes básicos de las proteínas y de las enzimas de nuestro cuerpo. Son sustancias que nuestro cuerpo es incapaz de sintetizar desde otras sustancias. Mientras que las vitaminas podrían ingresar a las células a través de la piel, los aminoácidos y las proteínas son moléculas demasiado grandes como para ingresar a las células desde fuera de la corriente sanguínea y además no pueden tener efecto sobre el tejido muerto. Las proteínas se construyen con aminoácidos siguiendo las indicaciones del RNA dentro de la célula. Una hebra de cabello es una cadena de largas proteínas que se agregan continuamente en la raíz de la hebra. La única forma en que un aminoácido sea de utilidad es que se ligue a otros aminoácidos en una forma específica dentro de una célula viva. El cabello no está vivo y por lo tanto no hay posibilidad de que un aminoácido o una proteína tengan un efecto permanente sobre la salud de la hebra de cabello.

El caso de las vitaminas no se comprende del todo. Algunos han demostrado una efectividad moderada al mejorar la salud de la piel, pero la mejora del cabello es consecuencia de la mejora de la piel provocado por el efecto de las vitaminas sobre las células vivas debajo de la epidermis. Como consecuencia las vitaminas y minerales que mejoran la piel podrían mejorar la salud del cabello al mejorar el crecimiento del nuevo cabello, pero el beneficio al cabello existente es insubstancial. Sin embargo las propiedades físicas de ciertas vitaminas (como el aceite de vitamina E o pantenol) podrían tener un efecto cosmético sobre la masa de cabello pero sin ningún tipo de bioactividad.

2.4.5. Tipos de Champús

Anticaspas: Las compañías de cosméticos han desarrollado champús para aquellos que tienen caspa. Estos contienen fungicidas como piritiona de zinc y sulfito de selenio que ayudan a reducir la caspa *Malassezia furfur*. El Alquitrán y el Salicilato y

sus derivados son usados también a menudo. Otro agente activo lo constituye el ketoconazol, poderoso antimicótico.

Naturales: Algunas compañías usan los términos de «naturales», «orgánicos» o «botánicos» para todos o algunos de sus ingredientes (como extractos de plantas), la mayoría de las veces mezclándolos con un surfactante común.

Neutros: estos champús tienen menos cantidad de productos químicos agresivos, típicamente, ninguno de la familia de los sulfatos. No son tan agresivos como los demás y pueden utilizarse diariamente. Contienen un pH neutro y por eso pueden ser utilizados con más frecuencia que los demás.

Para bebés: El champú para bebés está formulado para que sea menos irritante para los ojos. Muchos de ellos no contienen lauret sulfato de sodio y/o lauril sulfato de sodio, el surfactante más suave de la familia de los sulfatos. Alternativamente, el champú para bebés podría formularse usando otras clases de surfactantes, especialmente los no iónicos, los cuales son mucho más suaves que cualquiera de los aniónicos usados.

Para animales: El champú para animales (como por ejemplo los perros o gatos) debe estar especialmente formulado para ellos, ya que su piel tiene menos capas de células que la piel humana. La piel de gatos tiene 2 o 3 capas, mientras que la de perros tiene de 3 a 5 capas. La piel humana, en contraste tiene de 10 a 15 capas. Este es un claro ejemplo de porque nunca se debería usar champú de bebés con gatos o perros.

El champú para animales podría contener insecticidas u otros componentes para el mantenimiento y tratamiento de la piel para parásitos como la pulga o sarna. Es importante recordar que aunque muchos champús para personas son apropiados para uso animal, aquellos productos que contengan ingredientes activos como zinc en los anticaspa, son potencialmente tóxicos cuando son ingeridos en grandes cantidades por animales y habría que ser especialmente cuidadosos y evitar el uso de estos productos en animales.

Sólido: El champú está también disponible en forma sólida (polvo) lo que permite frotarlo sobre el cabello. Esto tiene la ventaja de que sea más fácil de aplicar. Este tipo

de champú es utilizado por personas con cabellos grasos o seborreicos ya que no necesitan aclarado y por lo tanto el cabello no es expuesto a abundantes lavados. La desventaja es que tiene menor poder de acción sobre el cabello muy corto. Aparte taponan los folículos pilosos del cuero cabelludo.

2.5. Envasadora

Se conoce como envasadora o llenadora a las líneas de producción destinadas a la introducción del producto dentro de su envase.

A la hora de seleccionar la maquinaria es fundamental tener en cuenta tanto el producto que se desea envasar como las necesidades de producción. Según el primer punto, se escogerá un tipo de equipamiento u otro y según el segundo, el nivel de automatización y la velocidad de la línea.

Para la selección de la maquinaria deben tenerse en cuenta también los siguientes puntos: capacidades técnicas, necesidades de personal, seguridad laboral, mantenimiento, nivel de servicio, fiabilidad, confiabilidad, capacidad de integrarse dentro de la línea de producción, coste del equipo, espacio requerido, flexibilidad, consumo de energía, calidad de los embalajes producidos, certificaciones (para alimentos, productos farmacéuticos, etc.), eficiencia, productividad, ergonomía, retorno de la inversión, etc.

2.5.1. Kalix Dupuy

La Kalix Dupuy modelo Kx60 es una envasadora creada por la compañía francesa Citus Kalix, destinada a la fabricación de máquinas de envasados de alto valor, principalmente para el área de los cosméticos. Esta envasadora de tubos rotacionales posee las siguientes características:

- Motor: de 1 Hp a 2 Hp.
- Switch: inicio manual con protección a sobrecarga térmica.

- Velocidad: la máquina está adaptada con un variador manual de velocidades, teniendo una velocidad máxima de 50 unidades por minuto.
- Limpieza: puede ser realizada en corto tiempo.
- General: ésta máquina contiene un mínimo de partes móviles. Todas las partes móviles están bien resguardadas, pero accesibles para su mantenimiento. La envasadora es inusualmente compacta y es completamente autocontenida, solo requiere una conexión eléctrica para funcionar. Las unidades son expulsadas con un sistema sencillo.
- Geometría: se puede observar en las figuras.



Figura 1 Envasadora Kalix Dupuy KX60.

Fuente: <http://www.machineryandequipment.com/filler-tube-kalix-dupuy-mdl-kx60-s-st-4oz.html>.



Figura 2. Plato de Envasadora Kalix Dupuy KX60 mientras se realizaba.

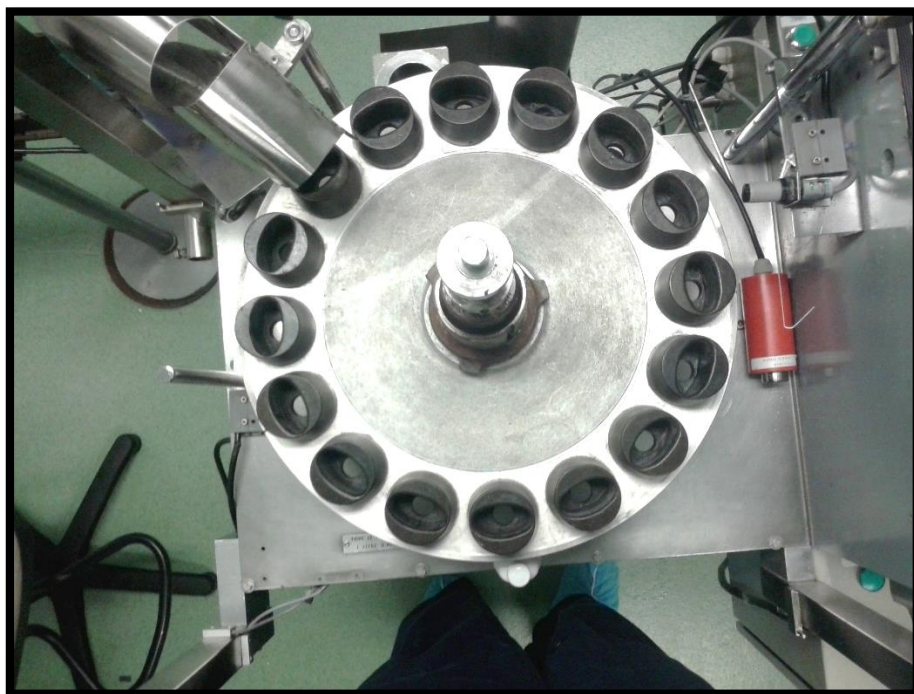


Figura 3 Plato de Envasadora Kalix Dupuy KX60 mientras se realizaba mantenimiento.

2.6. Diseño asistido por ordenador (CAD) Autodesk Inventor 2015

Autodesk Inventor es un paquete de modelado paramétrico de sólidos en 3D producido por la empresa de software Autodesk. Compite con otros programas de diseño asistido por computadora como SolidWorks, Pro/ENGINEER, CATIA y Solid Edge. Entró en el mercado en 1999, muchos años después que los antes mencionados y se agregó a las Series de Diseño Mecánico de Autodesk como una respuesta de la empresa a la creciente migración de su base de clientes de diseño mecánico en dos dimensiones hacia la competencia, permitiendo que las computadoras personales ordinarias puedan construir y probar montajes de modelos extensos y complejos.

El software de CAD 3D Inventor® ofrece un conjunto de herramientas fáciles de usar para diseño mecánico, documentación y simulación de productos en 3D. Digital Prototyping (inglés) con Inventor le ayuda a diseñar y validar los productos antes de fabricarlos, para que suministre mejores productos, reduzca sus costes de desarrollo y los saque antes al mercado.

2.6.1 Funcionalidad

Autodesk Inventor se basa en técnicas de modelado paramétrico. Los usuarios comienzan diseñando piezas que se pueden combinar en ensamblajes. Corrigiendo piezas y ensamblajes pueden obtenerse diversas variantes. Como modelador paramétrico, no debe ser confundido con los programas tradicionales de CAD. Inventor se utiliza en diseño de ingeniería para producir y perfeccionar productos nuevos, mientras que en programas como Autocad se conducen solo las dimensiones. Un modelador paramétrico permite modelar la geometría, dimensión y material de manera que si se alteran las dimensiones, la geometría actualiza automáticamente basándose en las nuevas dimensiones. Esto permite que el diseñador almacene sus conocimientos de cálculo dentro del modelo, a diferencia del modelado no paramétrico, que está más

relacionado con un “tablero de bocetos digitales”. Inventor también tiene herramientas para la creación de piezas metálicas.

Los bloques de construcción cruciales de Inventor son las piezas. Se crean definiendo las características, que a su vez se basan en bocetos (dibujos en 2D). Por ejemplo, para hacer un cubo simple, un usuario primero haría un boceto con forma de cuadrado y después utilizaría la herramienta extrusión para levantar el cuadrado y darle volumen, convirtiéndolo en el cubo. Si un usuario desea entonces agregar un eje que salga del cubo, podría agregar un boceto en la cara deseada, dibujar un círculo y después extruirlo para crear un eje. También pueden utilizarse los planos de trabajo para producir los bocetos que se pueden compensar de los planos útiles de la partición. La ventaja de este diseño es que todos los bocetos y las características se pueden corregir más adelante, sin tener que hacer de nuevo la partición entera. Este sistema de modelado es mucho más intuitivo que en ambientes antiguos de modelado, en los que para cambiar dimensiones básicas era necesario generalmente suprimir el archivo entero y comenzar de cero.

Como parte final del proceso, las partes se conectan para hacer ensamblajes. Los ensamblajes pueden consistir en piezas u otros ensamblajes. Las piezas son ensambladas agregando restricciones entre las superficies, bordes, planos, puntos y ejes. Por ejemplo, si uno coloca un piñón sobre un eje, una restricción insertada podría agregarse al eje y el piñón haciendo que el centro del eje sea el centro del piñón. La distancia entre la superficie del piñón y del extremo del eje se puede también especificar con la restricción insertada. Otras restricciones incluyen Coincidencia, Nivelación, inserción (insertar), ángulo (ángulo), tangente (tangente), transicional, movimiento, sistema de coordenadas de usuario.

Este método de modelado permite la creación de ensamblajes muy grandes y complejos, especialmente porque los sistemas de piezas pueden ser puestos juntos antes de que se ensamblen en el ensamblaje principal; algunos proyectos pueden tener muchos sub-ensamblajes parciales.

Inventor utiliza formatos específicos de archivo para las piezas (.IPT), ensamblajes (.IAM) , vista del dibujo (.IDW y .DWG)y presentaciones (IPN), pero el formato del archivo de AutoCAD.DWG puede ser importado/exportado como boceto.

2.7. Principios ergonómicos de la concepción de los sistemas de trabajo (NORMAS COVENIN 2273-91)

2.7.1. Objeto y campo de aplicación.

La Norma COVENIN 2273-91 establece principios ergonómicos que se han de respetar como reglas de base para la concepción de los sistemas de trabajo. Los principios ergonómicos rectores especificados en la Norma, se aplican a la concepción de condiciones de trabajo óptimas en cuanto al bienestar, la seguridad y la salud del hombre, teniendo en cuenta la eficiencia tecnológica y económica.

2.7.2. Concepción en función a las medidas corporales-

El espacio y los medios de trabajo deben ser concebidos, teniendo en cuenta el proceso de trabajo. Y en función a las medidas del cuerpo humano. El espacio de trabajo debe estar adaptado al hombre. Especialmente:

- La altura del trabajo debe estar adaptada a las dimensiones corporales del trabajador y a la naturaleza del trabajo por efectuar. El asiento, el plano de trabajo y/o el escritorio deben ser concebidos como una unidad destinada a satisfacer la postura preferible, o sea el tronco derecho, el peso del cuerpo soportado correctamente, los codos sobre los lados y los antebrazos aproximadamente horizontales.
- El asiento debe estar adaptado a las características anatómicas y fisiológicas del trabajador.
- Debe preverse espacio suficiente para los movimientos del cuerpo, en particular de la cabeza, de los brazos, de las manos, de las piernas y de los pies.
- Los instrumentos de manos deben estar situados en la zona de alcance

funcional.

- La ubicación de agarres, deben estar adaptados a la anatomía funcional de la mano.

2.7.3. Concepción en función de las posturas. De los esfuerzos musculares empleados y de los movimientos corporales.

El trabajo debe concebirse evitando cualquier obligación inútil o excesiva de los músculos, las articulaciones, los ligamentos o los aparatos circulatorio y respiratorio. Los esfuerzos musculares empleados deben situarse dentro de límites fisiológicos satisfactorios. Los movimientos corporales deberán seguir un ritmo natural. Posturas, esfuerzos musculares y movimientos deberán estar armonizados entre ellos.

2.7.4. Posturas.

Se deben vigilar prioritariamente los siguientes puntos:

- El trabajador deberá alternar entre la posición sentada y la posición de pie. Si se impone la escogencia de una sola postura, de una manera general la posición sentada es preferible a la posición de pie; esta última puede sin embargo justificarse por el proceso de trabajo.
- Las posturas y los puntos de apoyo apropiados deberán permitir que se realice una repartición óptima de las fuerzas en el interior del cuerpo, para así reducir los esfuerzos que se han de efectuar.
- Las posturas adoptadas no deberán provocar cansancio por tensión muscular estática prolongada. La alternancia de las posturas debe ser posible.

2.7.5. Recomendaciones.

- Se debe mantener las articulaciones como caderas, rodillas y tobillos, ligeramente abiertos (más de 90°).

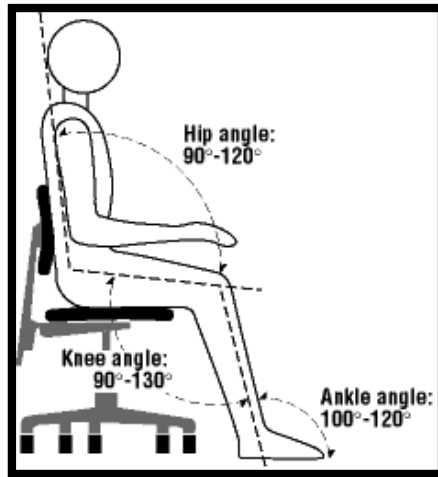


Figura 4 Ángulos adecuados de caderas, rodillas y tobillos.

Fuente: <http://wershingroup.blogspot.com/2012/08/que-es-una-buena-posicion-corporal-para.html>

- Mantener la parte superior del cuerpo en 30° de una posición vertical.
- Siempre conservar la cabeza alineada con la columna vertebral.
- Mantener la parte superior de los brazos entre vertical y 20° hacia delante.
- Conservar los codos en un ángulo entre 90° y 120°.
- Mantener los antebrazos entre horizontal y 20° hacia arriba.
- Apoyar los antebrazos

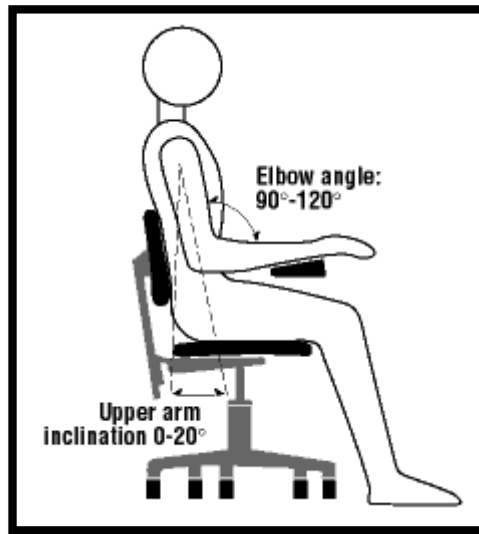


Figura 5 Ángulos adecuados de codos y brazos.

Fuente: <http://www.machineryandequipment.com/filler-tube-kalix-dupuy-mdl-kx60-s-st-4oz.html>

- Conservar las muñecas rectas y alineadas con los ante brazos.
- Apoyar los pies del suelo o de un base auxiliar de sillas.
- Colocar los objetos de trabajo de manera que pueda ser vistos en un ángulo de visión de 10° a 30° por debajo de la línea de visualización.

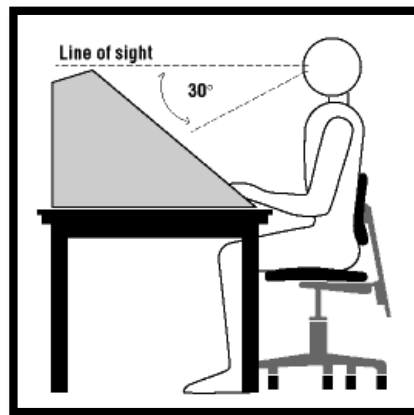


Figura 6 Ángulos adecuados de visión horizontal.

Fuente: <http://wershingroup.blogspot.com/2012/08/que-es-una-buena-posicion-corporal-para.html>



Figura 7 Ángulos adecuados de visión vertical.

Fuente: <http://wershingroup.blogspot.com/2012/08/que-es-una-buena-posicion-corporal-para.html>

- Mantener los hombros bajos y relajados.
- Conservar los codos hacia adentro .
- Doblar la barbilla hacia adentro y no se incline hacia adelante cuando se esté mirando hacia abajo y al frente.
- Cambiar de posición frecuentemente pero permanecer dentro de los rangos recomendados.
- Alternar las piernas cruzadas.
- Evitar inclinarse hacia el lado.
- Evitar inclinarse hacia el frente.
- No encorvarse.
- No sentarse por más de 50 minutos corridos.

2.8. Dimensiones del puesto de trabajo.

Dado que las posturas y los movimientos naturales son indispensables para un trabajo eficaz, es importante que el puesto de trabajo se adapte a las dimensiones

corporales del operario, no obstante, ante la gran variedad de tallas de los individuos éste es un problema difícil de solucionar.

Pues bien, para establecer las dimensiones esenciales de un puesto de trabajo de oficina, tendremos en cuenta los siguientes criterios:

2.8.1. Altura del plano de trabajo

La determinación de la altura del plano de trabajo es muy importante para la concepción de los puestos de trabajo, ya que si ésta es demasiado alta, tendremos que levantar la espalda con el consiguiente dolor en los omóplatos, y si por el contrario es demasiado baja, provocaremos que la espalda se doble más de lo normal creando dolores en los músculos de la espalda.

Debido a esto, es necesario que el plano de trabajo se sitúe a una altura adecuada a la talla del operario, ya sea en trabajos sentados o de pie, tal y como lo indica la Figura N°8.



Figura 8 Altura del plano de trabajo para puestos de trabajo sentado (cotas en mm).

Fuente: Ergonomía, análisis ergonómico de los espacios de trabajo en oficinas.

2.8.2. Espacio reservado para las piernas

En este apartado se pretende definir si el espacio reservado para las piernas permite el confort postural del operario en situación de trabajo.

Las dimensiones mínimas de los espacios libres para piernas, serán las que se dan en la Figura N°9, que nos apunta el emplazamiento para las piernas en puestos de trabajo sentado (cotas en mm).

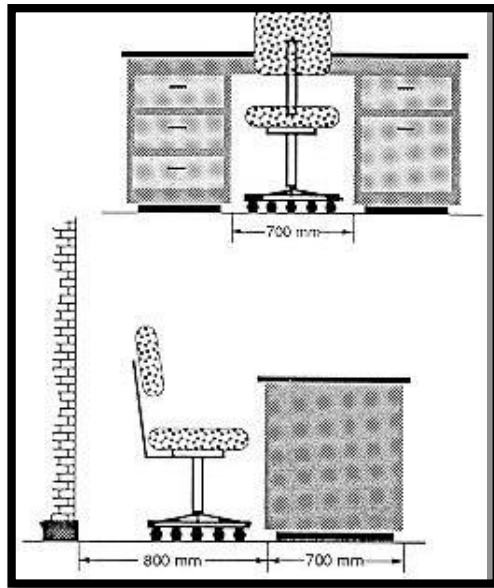


Figura 9. Cotas de emplazamiento para las piernas en puestos de trabajo sentado.

Fuente: Ergonomía, análisis ergonómico de los espacios de trabajo en oficinas.

2.8.3. Zonas de alcance óptimas del área de trabajo

Una buena disposición de los elementos a manipular en el área de trabajo no nos obligará a realizar movimientos forzados del tronco con los consiguientes problemas de dolores de espalda.

Tanto en el plano vertical como en el horizontal, debemos determinar cuáles son las distancias óptimas que consigan un confort postural adecuado, y que se dan en la Figura N°10 y N°11 para el plano vertical y horizontal respectivamente.

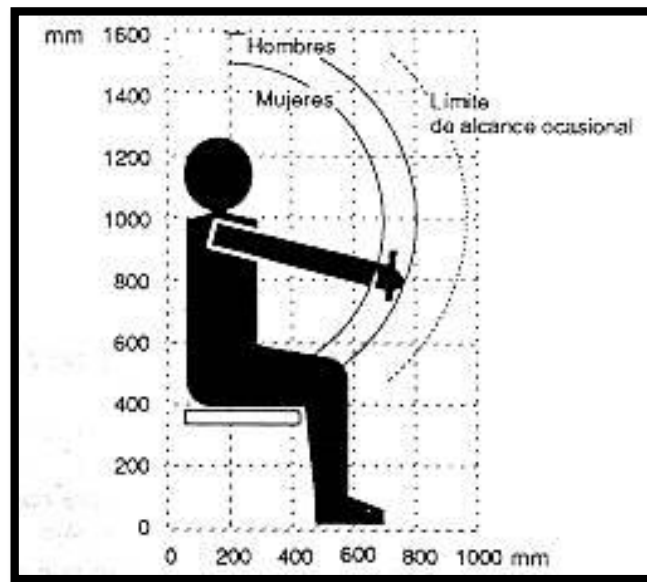


Figura 10 Arco de manipulación vertical en el plano sagital.
Fuente: Ergonomía, análisis ergonómico de los espacios de trabajo en oficinas.

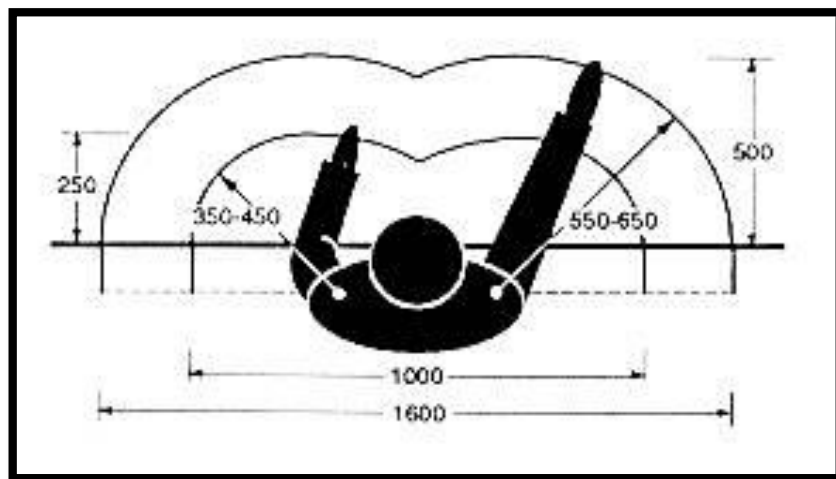


Figura 11 Arco de manipulación horizontal en el plano sagital.
Fuente: Ergonomía, análisis ergonómico de los espacios de trabajo en oficinas.

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Investigación

3.1.1. Diseño de la investigación

La investigación realizada fue una investigación de campo, ya que se recolectaron datos directamente de la zona de fabricación de la compañía farmacéutica, sin manipular o controlar las variables que evitan la obtención del número esperado de unidades, en un lapso de tiempo determinado.

Cabe acotar, que esta investigación es de tipo proyectiva en base a la Ingeniería de Detalle, debido a que se analizaron los factores y variables que conllevan al deterioro de la eficiencia en la producción de champú en una compañía farmacéutica, y a raíz de estos, se sugirieron las correcciones y diseños de dispositivos, que permitan solventar dichos inconvenientes.

3.1.2. Población y muestra

El siguiente estudio es de utilidad, en primer plano, para la empresa farmacéutica interesada en el desarrollo del proyecto, y posteriormente, a otras compañías de cualquier rama de la industria que requieran condiciones similares de producción.

3.1.3. Instrumentos de recolección y análisis de información

La recolección de datos cuantitativos y cualitativos fue realizada a través de observación no asistida, es decir, sin el apoyo de algún instrumento que permita la toma de datos como un contador electrónico; durante intervalos consecutivos de uno, cinco

y 30 minutos, a distintas horas del turno diurno de la empresa farmacéutica en días aleatorios de la semana.

3.1.4. Procedimiento

Para poder recolectar los datos cuantitativos y cualitativos de la línea de producción de champú y realizar los diseños pertinentes, se procedieron a realizar los siguientes pasos:

- Permisología: se recolectaron los permisos necesarios para el ingreso a planta, específicamente al área de semisólidos. También se necesitó carnet para la entrada a la empresa y con esto, el libre tránsito por la misma.
- Curso de inducción: se presenció un taller sobre las normas a seguir en el área administrativa y en área de fabricación.
- Equipamiento: fueron recibidas braga y botas personalizadas, para el uso obligatorio en planta. También fue recibida la llave del taller de semisólidos, para la redacción del proyecto junto a un metro, vernier, laptop, carpeta, bolígrafo.
- Recolección de datos cuantitativos: se recogieron datos a distintas horas del turno diurno en distintos intervalos de tiempo.
- Recolección de datos cualitativos: se recogieron datos a distintas horas del turno diurno en distintos intervalos de tiempo.
- Mediciones: se realizaron mediciones del área de producción de champú y de la envasadora.
- Lluvia de ideas: fueron discutidas con los mecánicos del área de semisólidos, alternativas para la automatización del sistema productivo de champú.
- Diseños: se diseñaron a través de la herramienta computacional Autodesk Inventor 2015; la ordenadora de tapas, la ordenadora de envases y la 28nrosadora de tapas.
- Primera reunión: se discutieron los diseños propuestos con el tutor académico y un grupo de cinco personas, conformado por dos ingenieros de planta, un

operador del taller de fabricación y un operador del área de semisólidos. Fueron expuestas observaciones.

- Rediseño: se tomaron en cuenta las observaciones realizadas y se modificaron los diseños.
- Segunda reunión: se discutieron los diseños propuestos con el tutor académico y un grupo de tres personas, conformado por un ingeniero de planta y un operador del taller de fabricación. Fueron expuestas observaciones.
- Rediseño: se tomaron en cuenta las observaciones realizadas y se modificaron los diseños.
- Tercera reunión: se discutieron los diseños propuestos con el tutor académico y un grupo de tres personas, conformado por un ingeniero de planta y un operador del taller de fabricación. Fueron aceptados los diseños.
- Proyecciones: se crearon las proyecciones necesarias para la fabricación de los automatismos.
- Informe: fue entregado un informe junto a las proyecciones donde se estipulaban los detalles de los automatismos y complementos necesarios.

3.1.5. Limitaciones

- Dimensiones del área de instalación de los dispositivos.
- Costos de los materiales en el mercado venezolano.
- Disponibilidad de los materiales en el mercado venezolano.
- Normas que reglamenten los parámetros que deben cumplir los equipos confinados al área productiva de empresas farmacéuticas.
- Normas que reglamenten la ergonomía en áreas laborales.
- No se realizará la construcción del prototipo.
- No se realizará el diseño del dispositivo colocador de tapas.
- No se realizará el diseño del dispositivo colocador de envases.
- No se realizará el diseño de la instalación en el área de semisólidos.

CAPÍTULO IV

4. DESARROLLO Y DISEÑO

4.1. Datos

La llenadora Kalix Dupuy trabajando a un 80 por ciento de su capacidad (porcentaje estándar para los equipos del área de producción de Laboratorios Vargas); es capaz de llenar 41 unidades de champú por minuto, lo que equivaldría a 205 unidades en cinco minutos y 1230 unidades en 30 minutos. Por las siguientes razones este alcance teórico de producción no puede ser satisfecho:

- **Tiempo de giro del plato:** la rotación del plato que es de aproximadamente 3.5 rpm, no les otorga el tiempo suficiente a los 3 operadores para abastecer todos las muescas con envases de forma manual, que posterior al llenado, debe ser enroscado manualmente.
- **Caídas de tapas y envases al ser agarradas de las bolsas:** durante el tiempo de envasado de champú para abastecer el lote demandado (7107 unidades), los 3 operadores inmiscuidos en dicho proceso, deben posar en sus piernas bien sea una bolsa de envases de 300 unidades o una bolsa de tapas de 3000 unidades, para poder alimentar el plato de la Kalix Dupuy, tal y como se puede observar en la Figura N°12. Este proceso genera la caída de envases al suelo que, además de presentar un peligro a los operadores porque puede generar caídas, retrasa el proceso productivo debido a que deben ser descartados del proceso por posible contaminación, acelerando la falla de tiempo de reposición de bolsas.



Figura N°12. Operadora con bolsa de tapas posada en sus piernas.

- **Tiempo de reposición de bolsas:** eventualmente los operadores deben abandonar su puesto de trabajo, para buscar más tapas o envases. Los operadores tardan en promedio 45 segundos en, pararse del asiento y colocar la bolsa vacía de tapas o envases en la papelera de desechos, recoger la bolsa llena con tapas o envases y volverse a sentar.
- **Descanso por fatiga:** generada por mala postura los operadores abandonan por períodos cortos de tiempo sus obligaciones, para realizar ejercicios de estiramientos y movimientos articulares, con el fin de disminuir la tensión generada por la mala postura en cuello y espalda. Estos ejercicios tienen una duración promedio de 20 segundos.

A continuación, se reflejará la ocurrencia de los distintos tipos de fallas, a diferentes horas del día:

	Tiempo de giro del plato	Caída de tapas y botellas	Tiempo de reposición de bolsa	Descanso por fatiga
1 minuto	8	1	0	0
5 minutos	38	10	1	1
30 minutos	231	29	2	3

Tabla N°1 Ocurrencia en intervalos de tiempo en relación a tipos de falla a partir de las 8:00 am.

	Tiempo de giro del plato	Caída de tapas y botellas	Tiempo de reposición de bolsa	Descanso por fatiga
1 minuto	8	2	0	0
5 minutos	41	13	0	0
30 minutos	243	32	4	4

Tabla N°2 Ocurrencia en intervalos de tiempo en relación a tipos de falla a partir de las 9:30 am.

	Tiempo de giro del plato	Caída de tapas y botellas	Tiempo de reposición de bolsa	Descanso por fatiga
1 minuto	9	2	0	0
5 minutos	45	15	1	1
30 minutos	252	36	2	2

Tabla N°3. Ocurrencia en intervalos de tiempo en relación a tipos de falla a partir de las 11:00 am.

Las fallas que afectan de forma cuantitativa la eficiencia de llenado de envases, son reflejadas a continuación a través de las siguientes tablas:

	8: 00 a.m.	9: 30 a.m.	11: 00 a.m.
1 minuto	20%	20%	22%
5 minutos	19%	20%	22%
30 minutos	19%	20%	21%

Tabla N°4 Porcentaje de eficiencia consumido por la falla del tiempo de giro del plato, en relación a la capacidad teórica de envasado a diversos intervalos de tiempo.

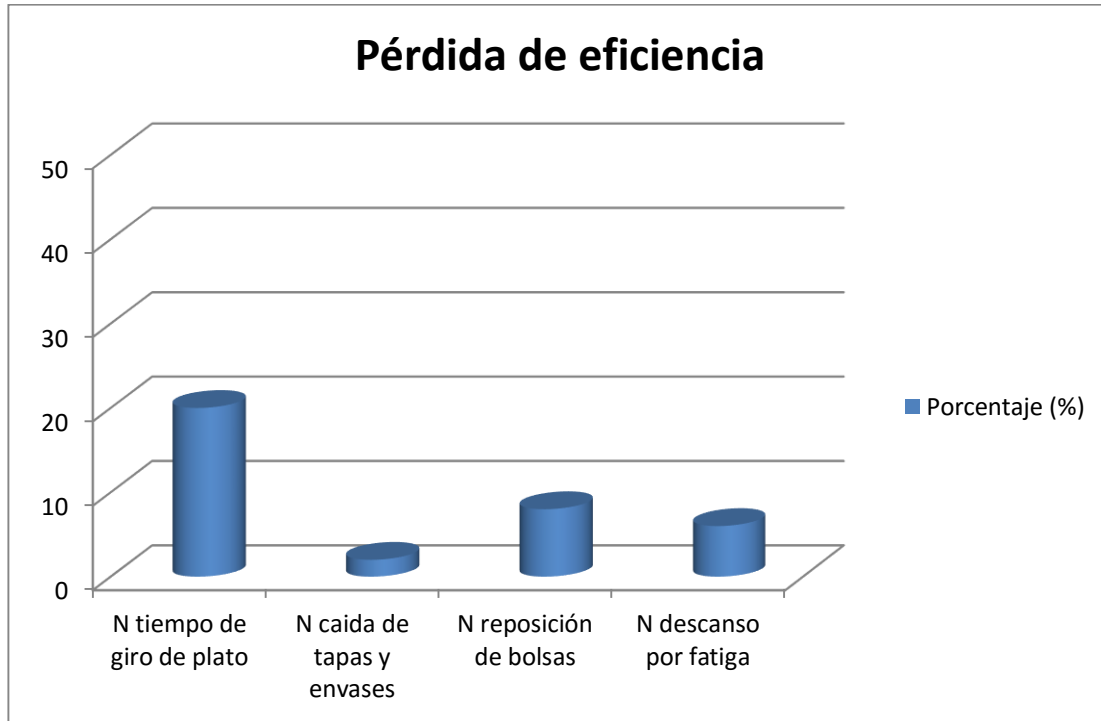
	8: 00 a.m.	9: 30 a.m.	11: 00 a.m.
1 minuto	1%	2%	2%
5 minutos	2%	3%	4%
30 minutos	1%	1%	1%

Tabla N°5 Porcentaje de caída de tapas y envases, en relación a los envases que deben ser manipulados por intervalo de tiempo.

El número de reposición de bolsas se ve afectado directamente por la falla del tiempo de giro del plato de la Kalix Dupuy, ya que aumenta el intervalo de tiempo entre los lapsos de reposición de bolsas, y por ende, el tiempo de descanso de operadores, pero manteniendo una producción por debajo de la esperada. Esta falla representa aproximadamente 3 minutos de tiempo desaprovechado por cada sesión de 36 minutos, lo que se transforma en un déficit de 592 unidades con respecto al tiempo teórico de finalización del lote, que corresponde al 8%.

Los descansos por fatiga, fueron realizados en su mayoría durante el tiempo de reposición de bolsas. Estos movimientos articulares, son capaces de retrasar un minuto con 20 segundos el proceso productivo, es decir, que por cada sesión de 36 minutos, hay un déficit de aproximadamente 55 unidades. A través de una interpolación lineal,

se puede determinar que el tiempo de producción de un lote de 7107 unidades, se ve afectado en un 6% por los descansos constantes de los operadores.



Grafica N°1. Porcentaje de ocurrencia de fallas, en relación a la capacidad teórica.

Haciendo una sumatoria de las pérdidas de eficiencia cuantitativa del proceso de producción de champú a causa de los distintos tipos de fallas a través de la Ecuación N°1, podemos observar:

$$N_{p\acute{e}rdida} = N_{Tiempo\ de\ giro\ de\ plato} + N_{Reposici\acute{o}n\ de\ bolsas} + N_{Descansos\ por\ fatiga}$$

$$N_{p\acute{e}rdida} = 20\% + 8\% + 6\% = 34\% \quad \text{E.c. (1)}$$

Donde $N_{p\acute{e}rdida}$ es el porcentaje de la eficiencia total perdida; $N_{Tiempo\ de\ giro\ de\ plato}$ es el promedio de los porcentajes de tiempo perdido por el giro del plato; $N_{Reposici\acute{o}n\ de\ bolsas}$ es el porcentaje de déficit de eficiencia generado por la

reposición de bolsas y $N_{Descansos\ por\ fatiga}$ es el promedio del porcentaje de tiempo desperdiciado por descansos de los operadores.

Teóricamente, a ochenta por ciento de su capacidad, un lote de champú puede ser envasado en aproximadamente 2 horas y 54 minutos, sin embargo, el porcentaje de eficiencia total de pérdida, equivale a un intervalo de tiempo de retraso de aproximadamente 59 minutos, aumentando así, el periodo de finalización de envasado de un lote a 3 horas con 53 minutos aproximadamente.

Los datos cualitativos recolectados se basan fundamentalmente en la postura errónea de los operadores a causa de las instalaciones no apropiadas para el uso de los mismos. Las Figuras N°13, N°14, N° 15 y N°16; nos ilustra la postura común de los operadores que se encargan del colocado de envases y enroscado de tapas de la llenadora Kalix Dupuy.

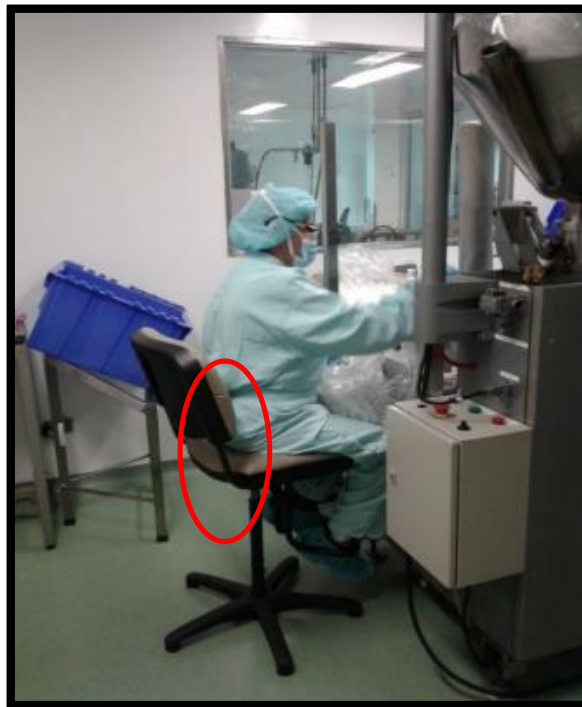


Figura 13 Mala postura del operador realizando trabajo sentado. No apoyo de espalda baja en el espaldar del asiento.



Figura 12 Mala postura del operador realizando trabajo sentado. Brazo estirado por encima del nivel del hombro.



Figura 13 Mala postura del operador realizando trabajo sentado. Encorvamiento de la espalda alta del operador.

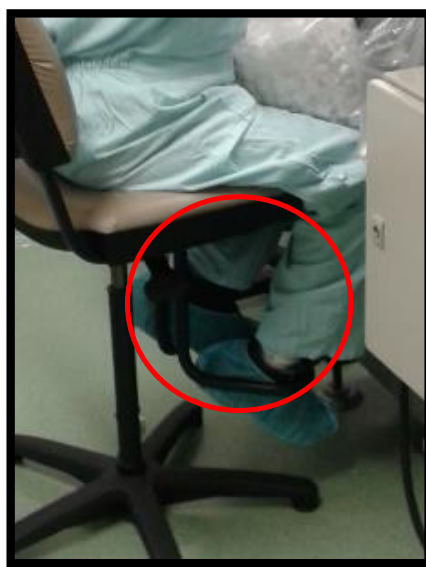


Figura 14 Mala postura del operador realizando trabajo sentado. Operador con dificultades para reposar ambos pies en el apoyo auxiliar del asiento.

La tabla N°6 indica las acciones erróneas observadas en las anteriores figuras.

Numero de imagen	Acción errónea	Causas	Consecuencias
13	El operador no apoya la espalda baja en la silla.	La imposibilidad de introducir las piernas en la máquina.	Tensión en el área lumbar, hombros y cuello del operador.
14	Angulo incorrecto de trabajo del brazo con respecto al cuerpo.	Falta de una silla ajustable y de un apoya brazo.	Tensión en el área de los hombros.
15	Encorvamiento de la parte superior de la espalda.	Rango de trabajo del área superior del cuerpo, excedido.	Tensión en hombros y cuello.
16	Falta de apoyo de piernas en el apoyo auxiliar de la silla.	La imposibilidad de introducir las piernas y el rango de trabajo excedido.	Tensión en los cuádriceps de las piernas.

Tabla N°3 Acción errónea, causas y consecuencias de lo señalado por las Figuras N°13, N°14, N°15 y N°16.

Cada una de las consecuencias generadas por las malas posturas, que son repercusiones de la falta de ergonomía en el área de trabajo; además de fatiga, aumentan las posibilidades de que los operadores sufran lesiones en corto, mediano y largo plazo.

4.2. Diseño

Con fines explicativos, se establecieron los ejes de coordenadas tal y como lo indica la Figura N°17:

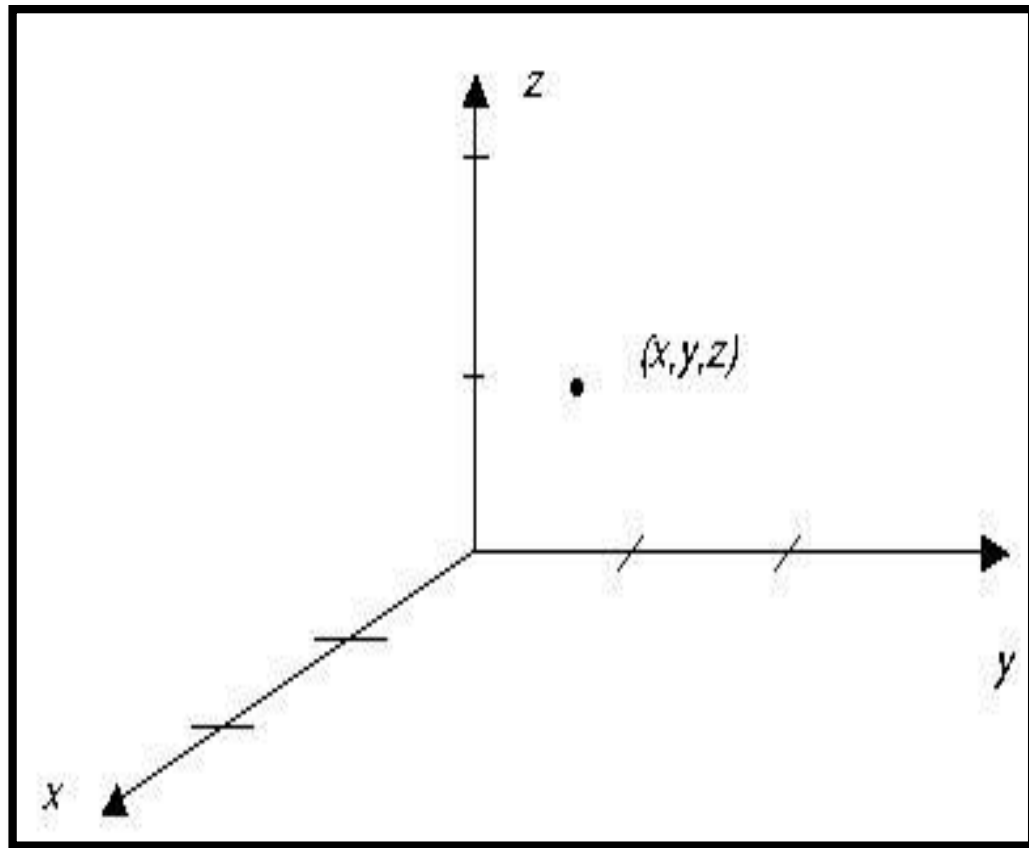


Figura 15 Eje de coordenadas cartesianas.

4.3. Envase

El envase tiene un peso promedio de 15 gramos y 60 mililitros de volumen. Las dimensiones y geometría de los envases están especificados en las Figuras N°18, N°19 y N°20.

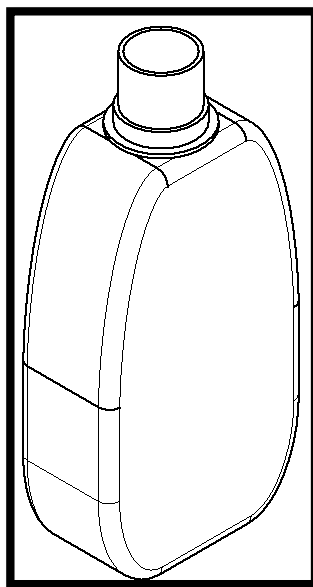


Figura 16 Vista Isométrica del envase generado en el programa de diseño computacional.

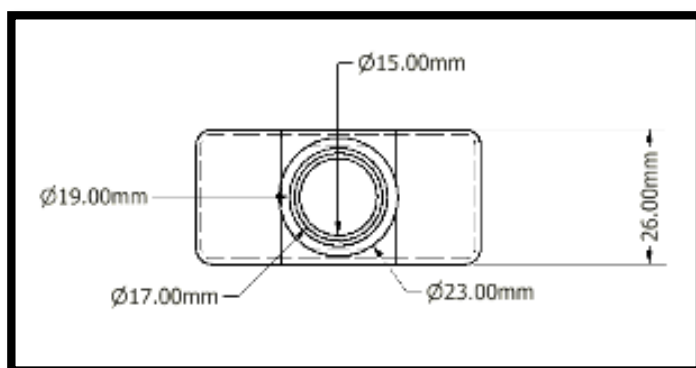


Figura 17 Vista Superior con cotas del envase, generado en el programa de diseño computacional.

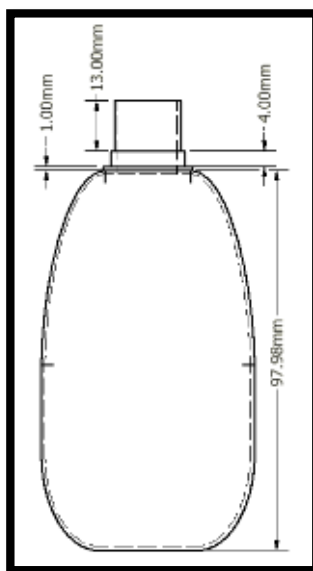


Figura 20 Vista Frontal con cotas del envase, generado en el programa de diseño computacional.

4.4. Tapa

La tapa tiene un peso promedio de 2,5 gramos. Las dimensiones y geometría de los envases están especificados en las Figuras N°21, N°22 y N°23.

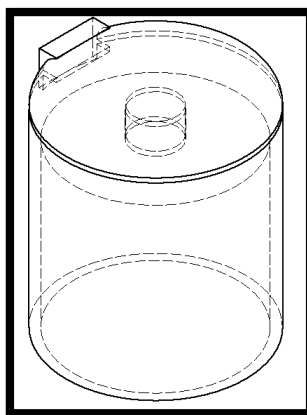


Figura 18 Vista Isométrica de la tapa, generado en el programa de diseño computacional.

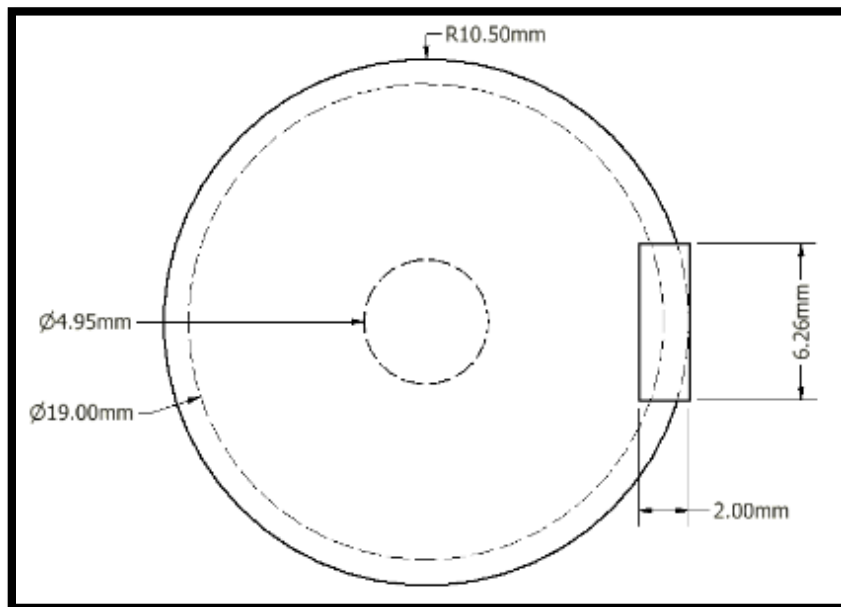


Figura 19 Vista Superior con cotas de la tapa, generado en el programa de diseño computacional.

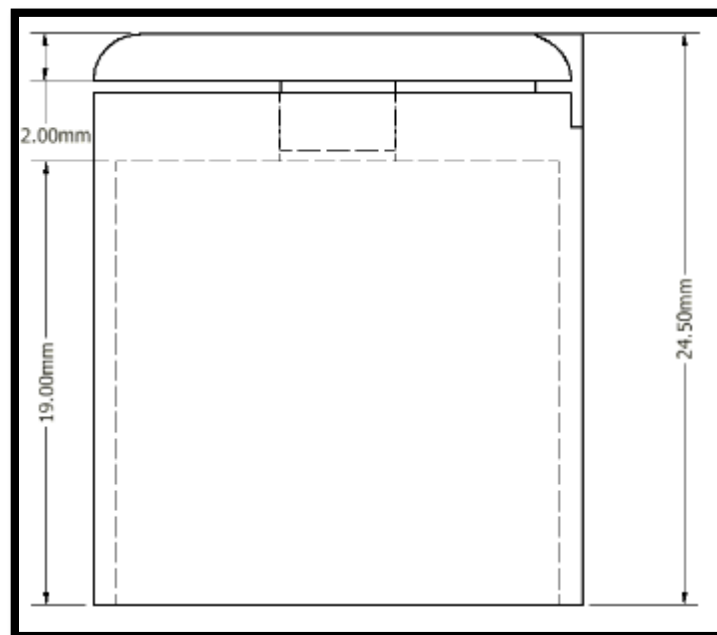


Figura 20 Vista Frontal con cotas de la tapa, generado en el programa de diseño computacional.

4.5. Ordenadora de tapas

En el diseño del dispositivo cuya finalidad es el ordenado de las tapas para su posterior expulsión, se contó con relevantes bases teóricas aplicadas en compañías de diversas ramas, en las que dispositivos de dimensiones variables, son capaces de ordenar tapas de geometrías distintas a las presentes en el proyecto, basadas en la fuerza centrípeta, consecuencia de la rotación de un rotor. Sabiendo esto, y recalcando una de las limitaciones más imperativas del proyecto, el espacio disponible; se decidió partir de ésta idea y realizar las adaptaciones pertinentes.

Este equipo, debe poseer una inclinación de 15 grados, asegurando que la muesca de salida de las tapas se encuentre en el punto más alto en relación al piso, esto se realiza con la finalidad de certificar la acumulación de tapas en la misma zona por acción de la gravedad y de este modo, facilitar el ordenamiento de las tapas.

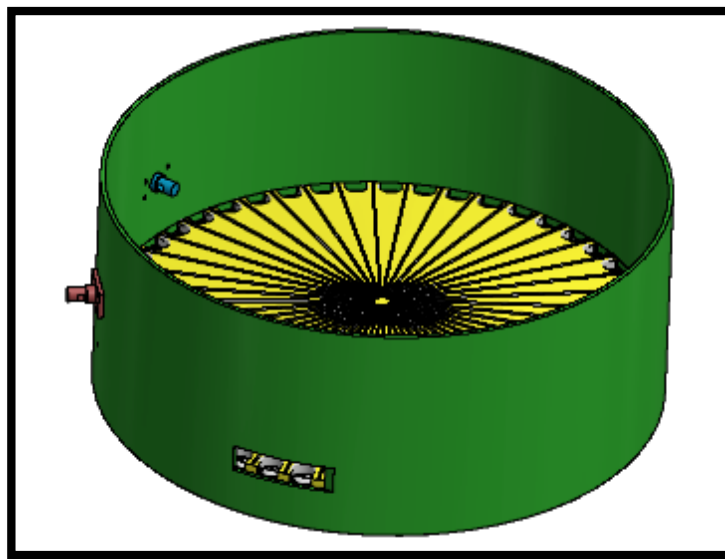


Figura 21 Vista Isométrica de la Enroscadora Ordenadora de Tapas, generado en el programa de diseño computacional.

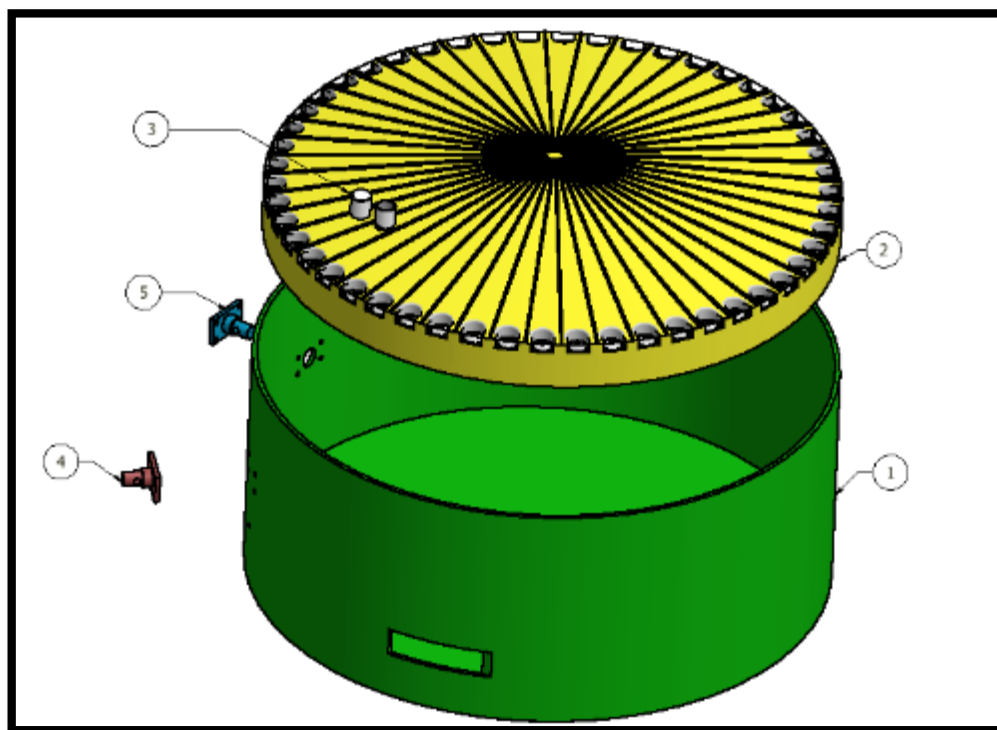


Figura 22 Despiece de la Ordenadora de Tapas, generado en el programa de diseño computacional.

LISTA DE PIEZAS			
ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA	DESCRIPCIÓN
1	1	Estator Colocadora de Tapas	
2	1	Rotor Base Colocadora de Tapas	
3	2	Tapa	
4	1	Fijador de Expulsor de Aire Comprimido	
5	1	Fijador de Acomodador de Tapas	Misma geometria que el "Fijador de Expulsor de Aire Comprimido"

Tabla N°4 Lista de piezas de la Ordenadora de Tapas.

4.5.1. Rotor

El rotor es el encargado del ordenamiento de las tapas en la posición deseada como se indica en la Figuras N°26, N°27 y N°28, mediante su rotación, generando el desplazamiento de las tapas a las paredes internas del estator.

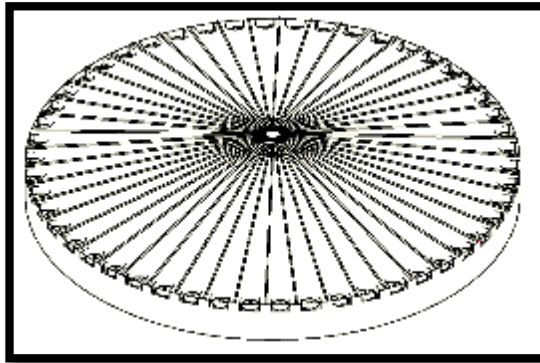


Figura 23 Vista Isométrica del rotor de la Ordenadora de Tapas, generado en el programa de diseño computacional.

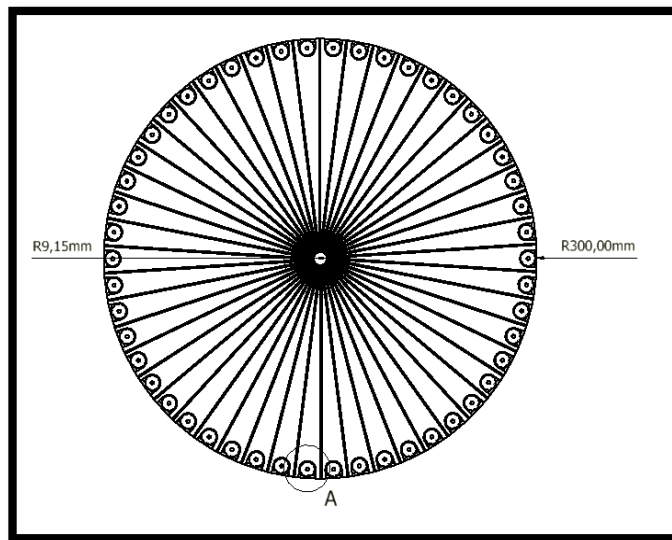


Figura 24 Vista Superior con cotas del Rotor de la Ordenadora de Tapas, generado en el programa de diseño computacional.

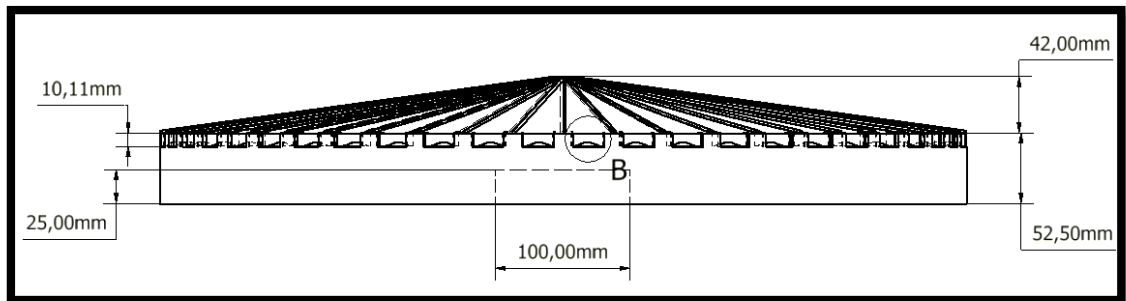


Figura 25 Vista Frontal con cotas del Rotor de la Ordenadora de Tapas, generado en el programa de diseño computacional.

Cuenta con cincuenta (50) muescas de geometrías señaladas en las Figuras N°29 y N°30, teniendo un fondo cónico, el cual, tiene la finalidad de aumentar la altura del centro de masa de la tapa si ésta no se apoya en su parte hueca, generando así, su expulsión a través de un sistema de inyección de aire comprimido.

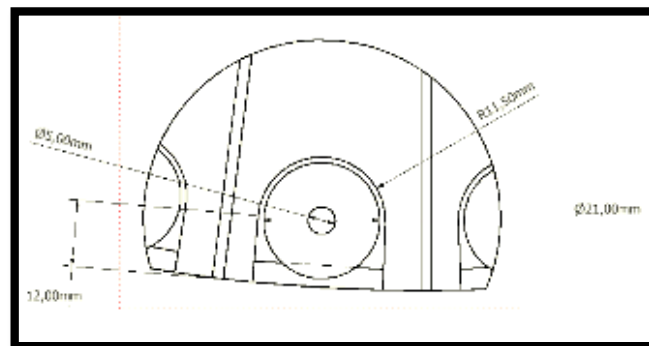


Figura 26 Vista Superior con cotas del Detalle A de la Ordenadora de Tapas, generado en el programa de diseño computacional.

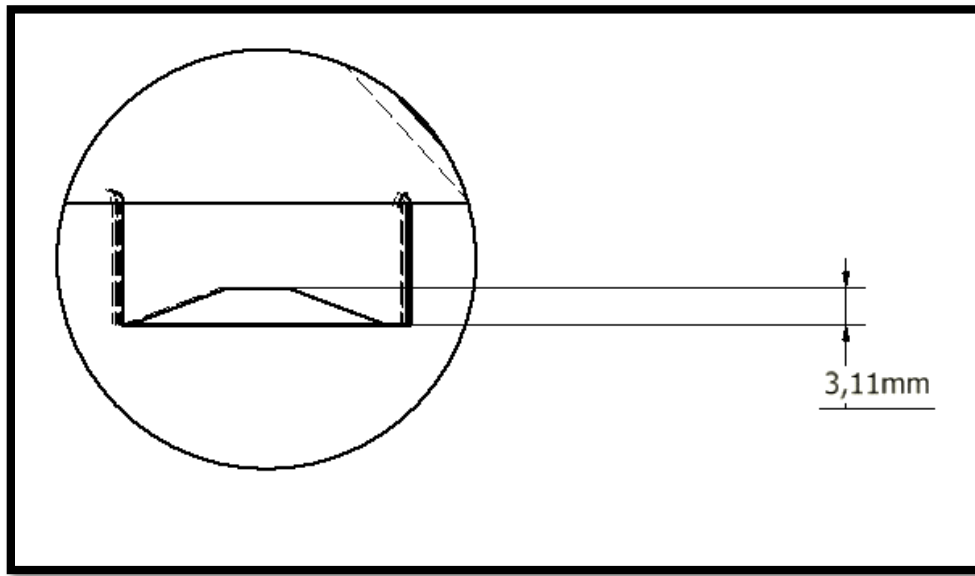


Figura 30 Vista Frontal con cotas del Detalle A de la Ordenadora de Tapas, generado en el programa de diseño computacional.

En la parte central del rotor, se acopla al motor para transmitir de manera efectiva la potencia generada por el mismo. Además, cuenta con relieves desde el centro hacia el área perimetral del rotor, para canalizar el movimiento de las tapas y facilitar su ingreso a las muescas.

El motor debe asegurar el giro del rotor a una revolución mínima de tres rpm, asegurando la alimentación del riel a pesar de un factor de error del 66%. Es decir, por cada tres muescas que pasan por la zona de recolección de tapas, se certifica la operatividad continua del proceso recogiendo al menos una.

4.5.2. Estator

El estator de dimensiones indicadas en la Figuras N°31, N°32, N°33 y N°34, cuenta con una ranura que permitirá la salida de las tapas a través del giro del rotor. Dicha muesca tiene la ubicación y dimensiones necesarias para asegurar que las tapas sean expulsadas en forma correcta, certificando su ingreso al riel de salida.

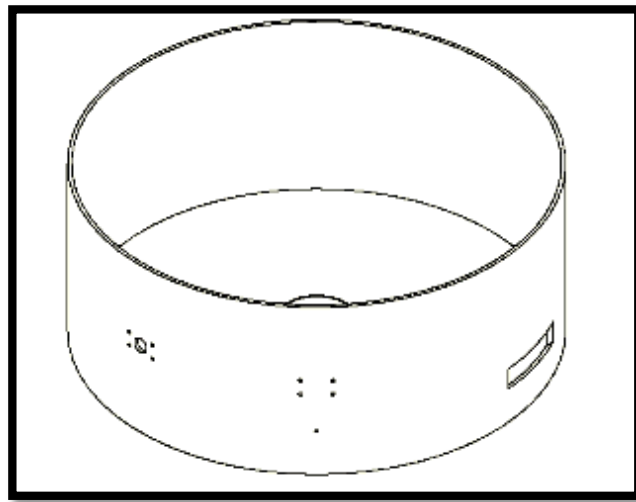


Figura 27 Vista Isométrica del Estator de la Ordenadora de Tapas, generado en el programa de diseño computacional.

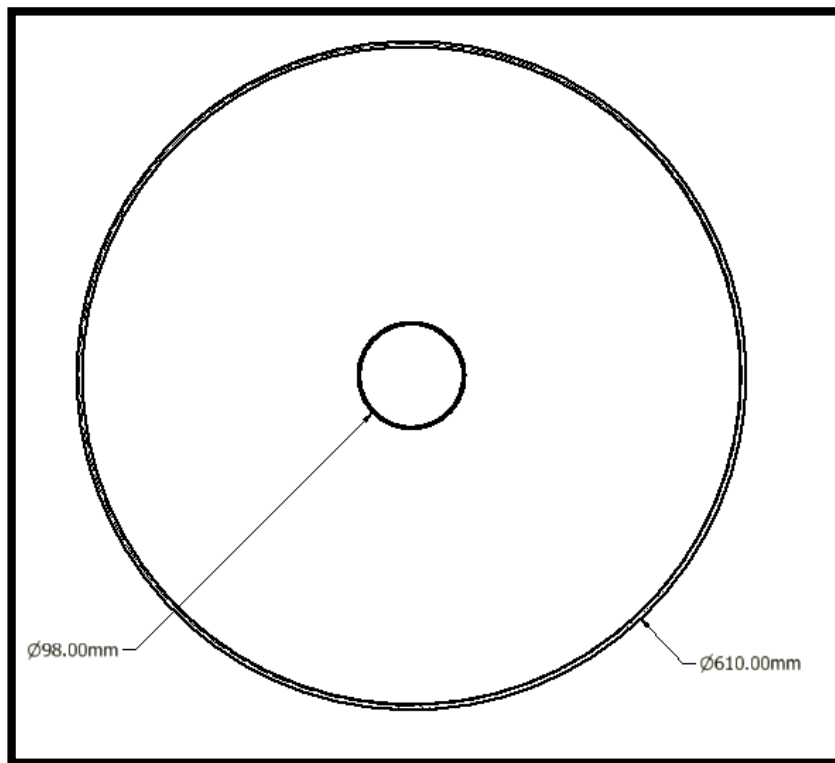


Figura 28 Vista Superior con cotas del Rotor de la Ordenadora de Tapas, generado en el programa de diseño computacional.

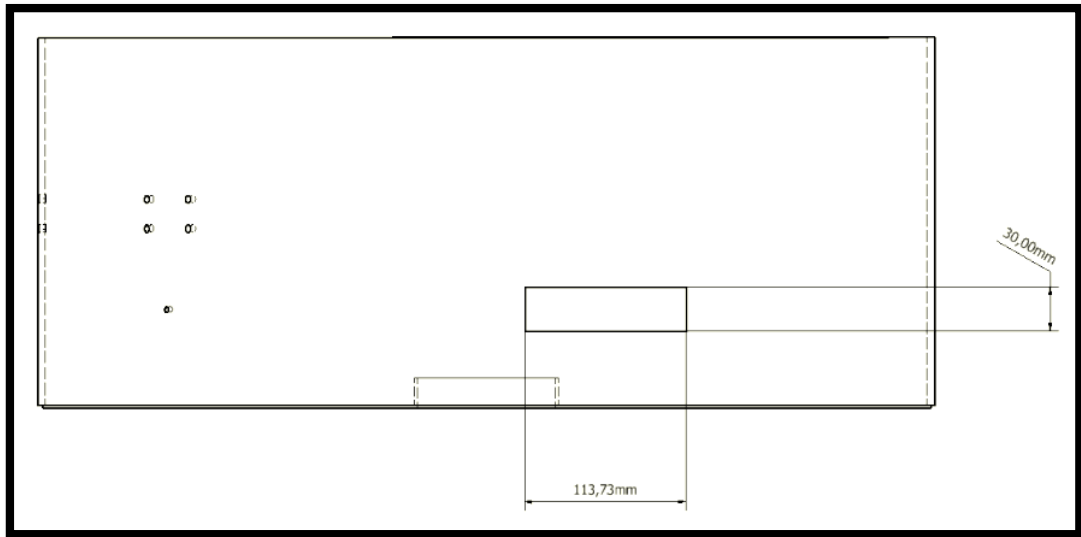


Figura 29 Vista Frontal con cotas del Rotor de la Ordenadora de Tapas, generado en el programa de diseño computacional.

Para complementar el proceso de selección de tapas, el estator cuenta con dos (2) cavidades en las cuales serán instalados preseleccionadores, cuya finalidad es la de garantizar la salida del ordenador a aquellas tapas que cumplan con la posición previamente descrita.

El complemento “A” de ubicación y geometría de instalación señalado en la Figuras N°33 y N°34, es un preseleccionador mecánico, que cumple con la función de evitar el movimiento hacia el área de salida a aquellas tapas que se encuentren a una altura superior a la necesaria, causada por la acumulación de tapas en el área de vertido.

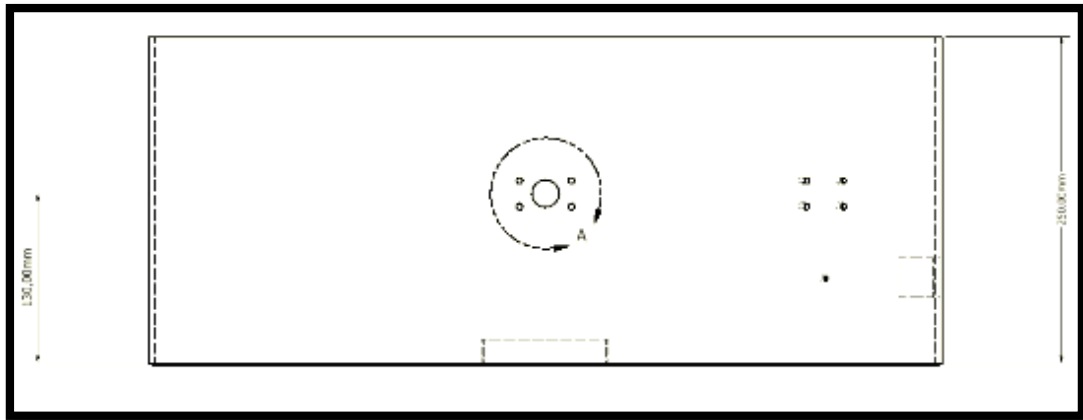


Figura 30 Vista Lateral con cotas del Rotor de la Ordenadora de Tapas, generado en el programa de diseño computacional.

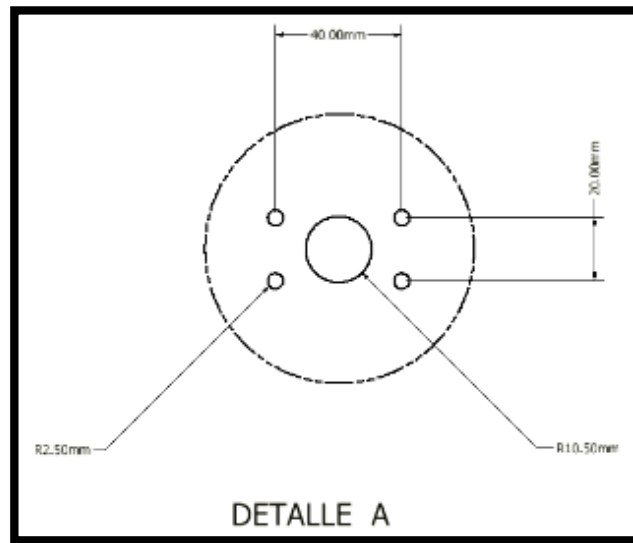


Figura 31 Vista Lateral del Detalle A con cotas, generado en el programa de diseño computacional.

El complemento “B” de ubicación y geometría de instalación, señalado en las Figuras N°36 y N°37, es un preseleccionador neumático; este verifica el movimiento hacia el área de salida a aquellas tapas que se encuentren en la posición previamente descrita, es decir, con el orificio de la tapa en dirección menos zeta (-Z).

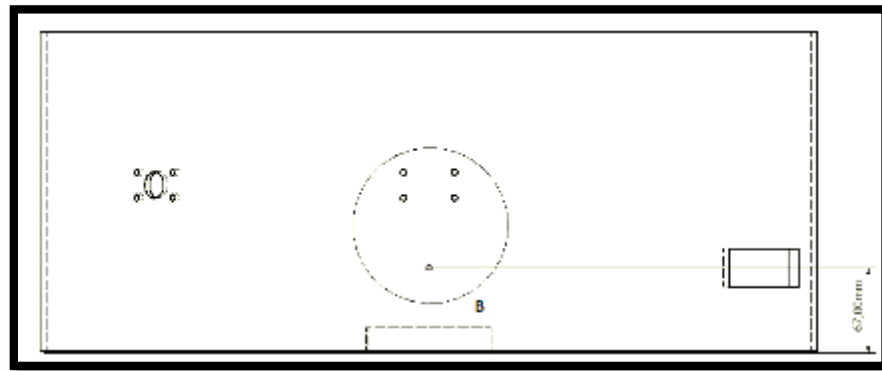


Figura 32 Vista Posterior con cotas del Rotor de la Ordenadora de Tapas, generado en el programa de diseño computacional.

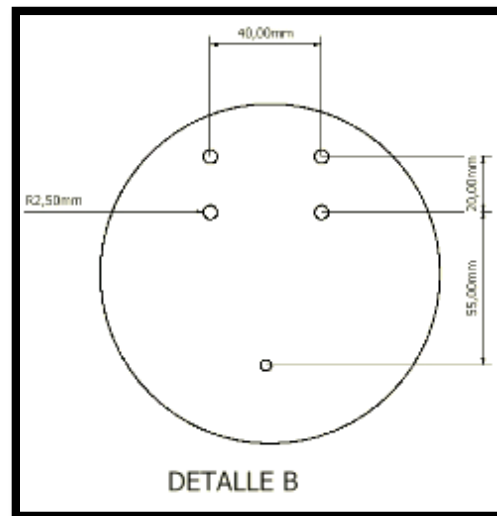


Figura 33 Vista Lateral del Detalle B con cotas, generado en el programa de diseño computacional.

Ambos complementos cuentan con un pieza de dimensiones señaladas en las Figuras N°38, N°39 y N°40, que permite su sujeción a través de tornillos y tuercas a las paredes del estator.

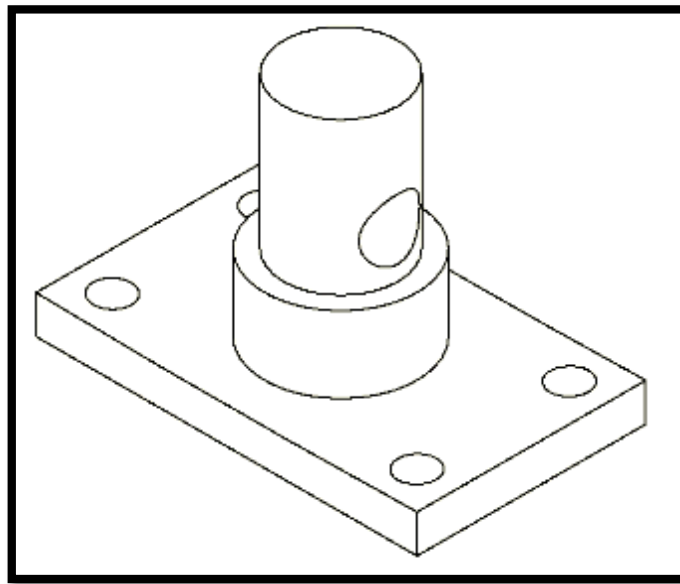


Figura 34 Vista Isométrica de la Pieza Fijadora, generado en el programa de diseño computacional.

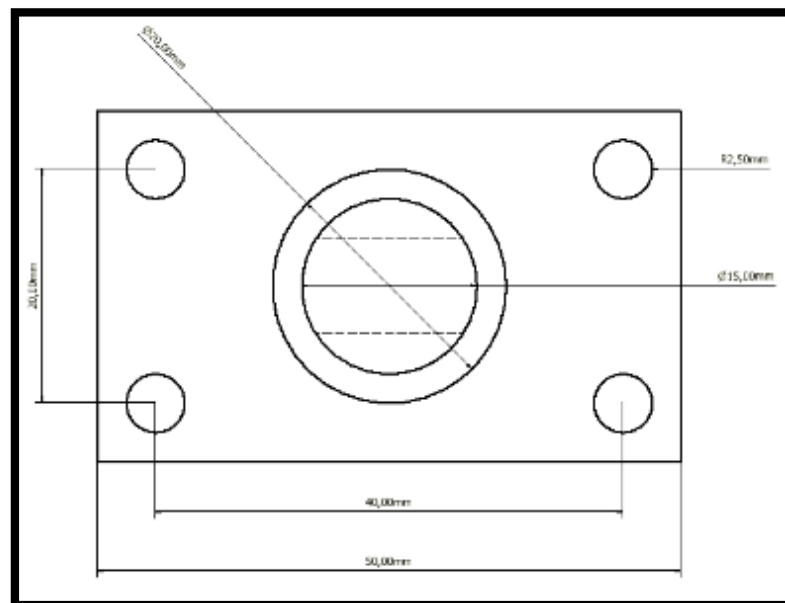


Figura 35 Vista Frontal con cotas de la Pieza Fijadora, generado en el programa de diseño computacional.

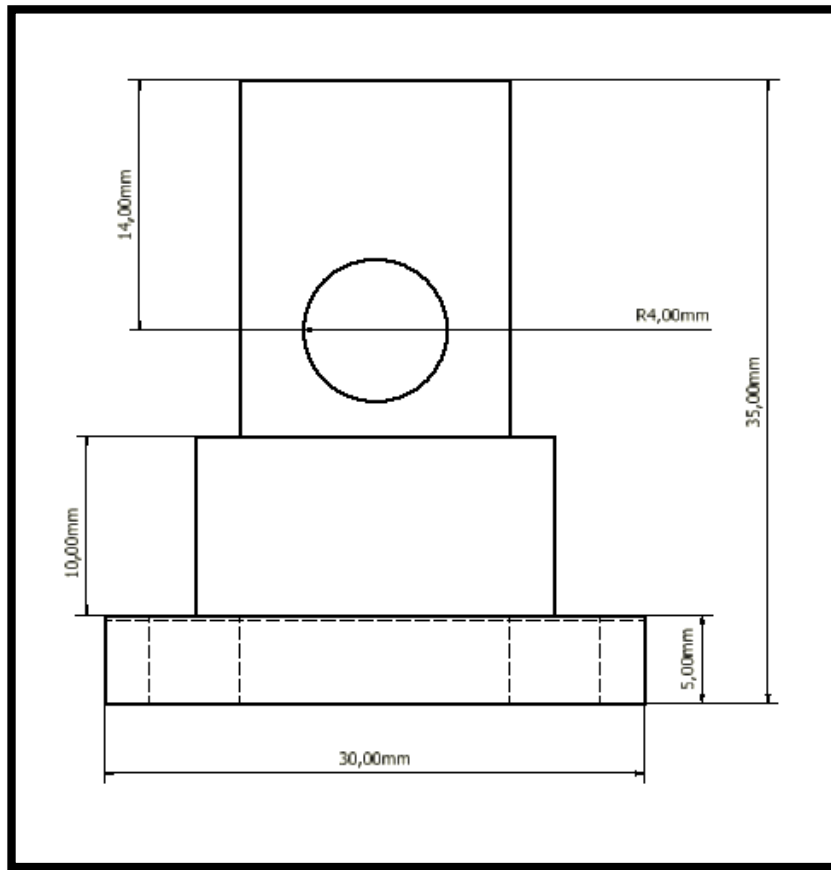


Figura 40 Vista Frontal con cotas de la Pieza Fijadora, generado en el programa de diseño computacional.

5.6. Ordenadora de Envases

Como se mencionó anteriormente, la geometría poco amigable de los envases, fueron un gran reto a la hora del diseño del dispositivo de ordenado de envases. Aunado a esto, las limitaciones en el espacio instalado de la Kalix Dupuy, imposibilitaban la instalación de automatismos utilizados en otras compañías que utilizan cintas de desplazamiento continuo.

Basado en el principio de desplazamiento continuo, se planteó el diseño de dicho dispositivo fundamentado en un estator y en un rotor.

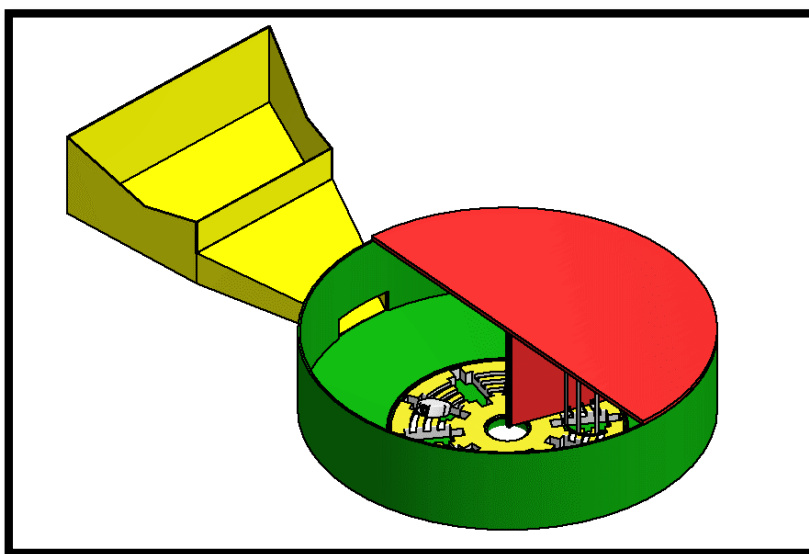


Figura 36 Vista Isométrica de la Ordenadora de Envases, generado en el programa de diseño computacional.

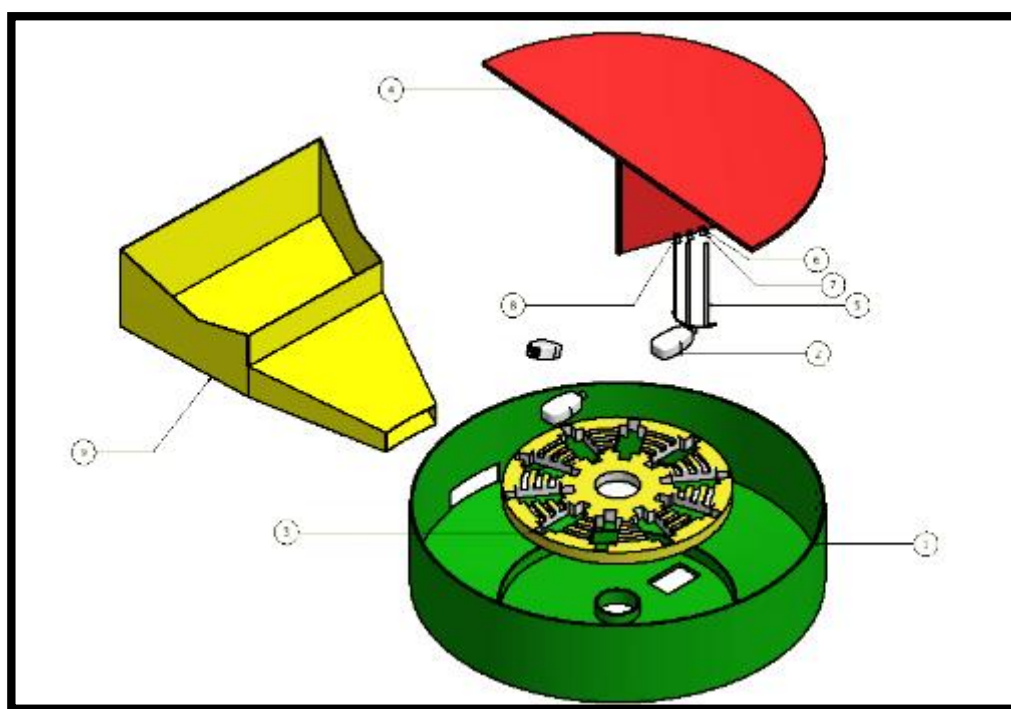


Figura 37 Despiece de la Ordenadora de Envases, generado en el programa de diseño computacional.

LISTA DE PIEZAS			
ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA	DESCRIPCIÓN
1	1	Estator ordenadora de envases	
2	3	Envase	
3	1	Rotor Base Ordenador de Envases 2	
4	1	Tapa ordenadora de envases	
5	1	Ajustador de envases	
6	3	visagra superior	
7	3	visagra inferior	
8	9	CSN 02 1131 - M2 x 3	Tornillos de cabeza cilíndrica ranurada
9	1	Preordenador Ordenadora Envases	

Tabla N°5 Lista de piezas de la Ordenadora de Envases.

4.6.1. Rotor

El rotor cuenta con diez (10) muescas de geometrías señaladas en la Figura N°43, con una profundidad en relación al grosor del envase, permitiendo así, el ordenamiento de los envases en la posición deseada como se indica en las Figuras N°43, N°44, N°45 y N°46; pudiendo tener el área donde se enrosca la tapa, en dirección hacia el centro del rotor o hacia afuera.

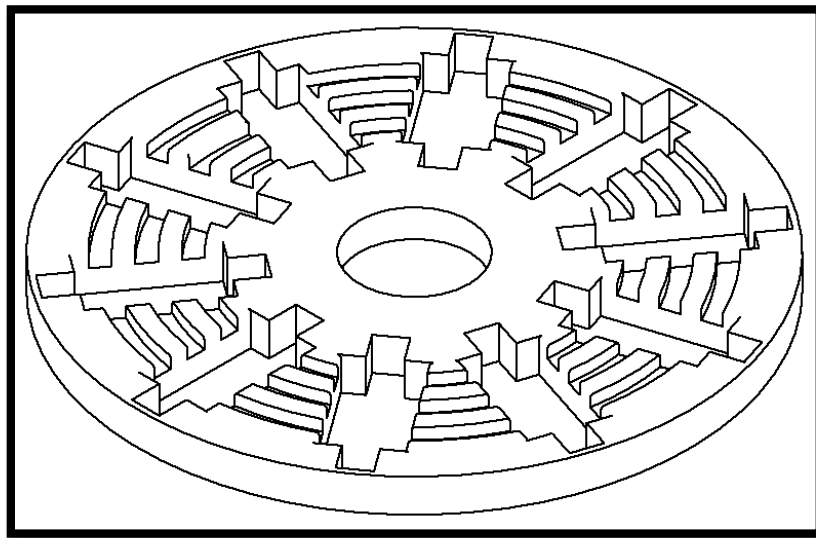


Figura 38 Vista Isométrica del rotor de la Ordenadora de Envases, generado en el programa de diseño computacional.

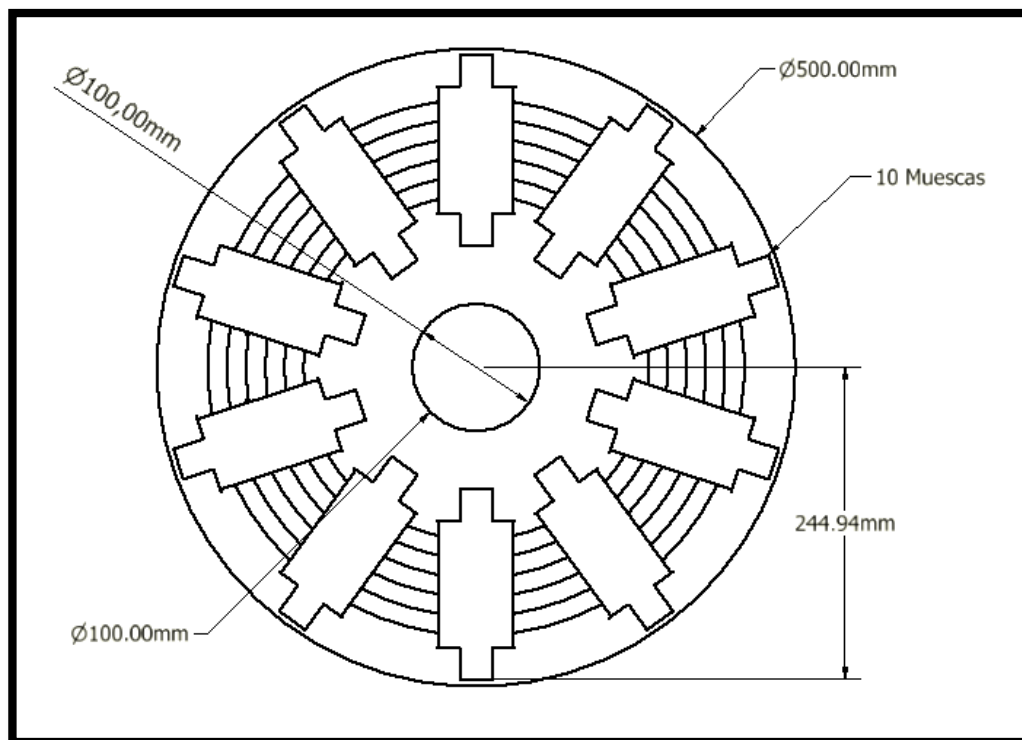


Figura 39 Vista Superior con cotas del rotor de la ordenadora de envases, generado en el programa de diseño computacional.

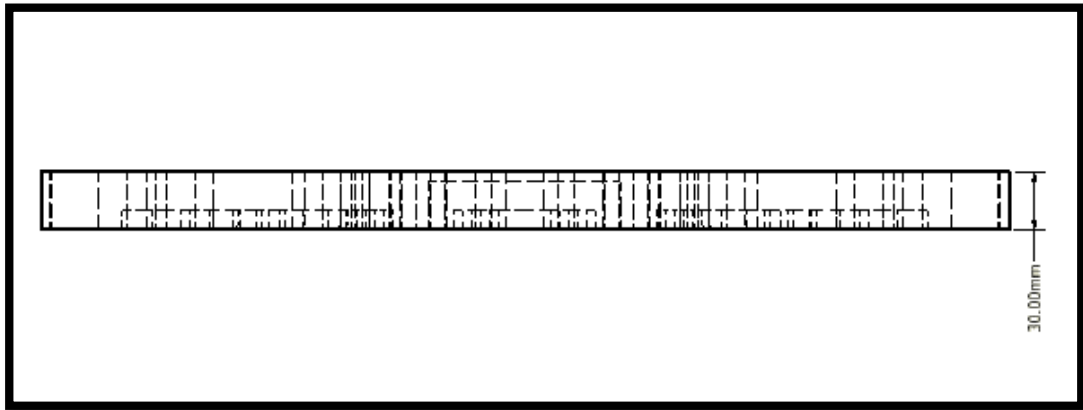


Figura 40 Vista Frontal con cotas del rotor de la ordenadora de envases, generado en el programa de diseño computacional.

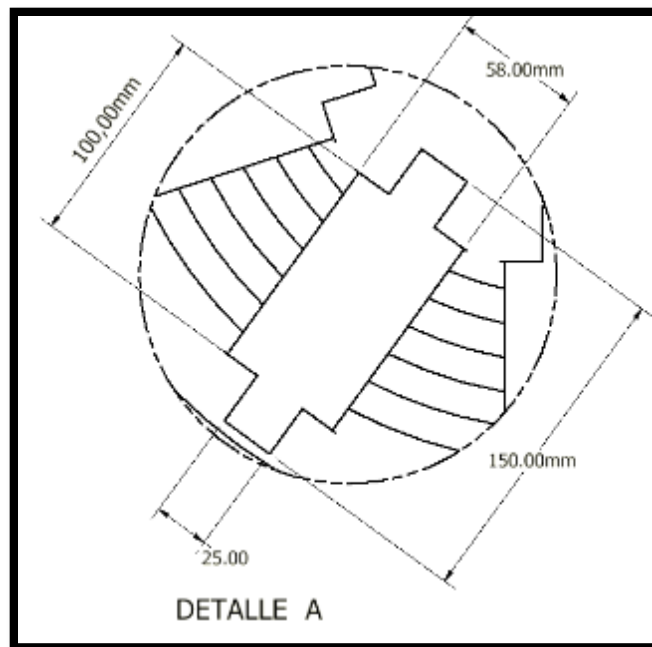


Figura 41 Vista Superior con cotas del Detalle A de la ordenadora de envases, generado en el programa de diseño computacional.

Además, cuenta con tres cavidades circunferenciales, de longitudes acordes al tamaño de las bisagras con resorte, encargadas en evitar posibles estancamientos entre el rotor y el seccionador. Dicho proceso se explicará con detalle posteriormente.

En la parte central del rotor, se acopla al motor para transmitir de manera efectiva la potencia generada por el mismo. El motor debe asegurar el giro del rotor a una revolución mínima de 10 rpm, asegurando la alimentación del riel a pesar de un factor de error del 60%. Es decir, por cada cinco muescas que pasan por la zona de recolección de tapas, se certifica la operatividad continua del proceso recogiendo al menos dos.

4.6.2. Estator

El estator, de dimensiones indicadas en las Figuras N°47, N°48, N°49 y N°50, tiene como función principal, retener las tapas mientras se realiza el proceso de selección de las mismas a través del movimiento del rotor. Además, cuenta con una ranura que permitirá la salida de los envases por el efecto de la gravedad.

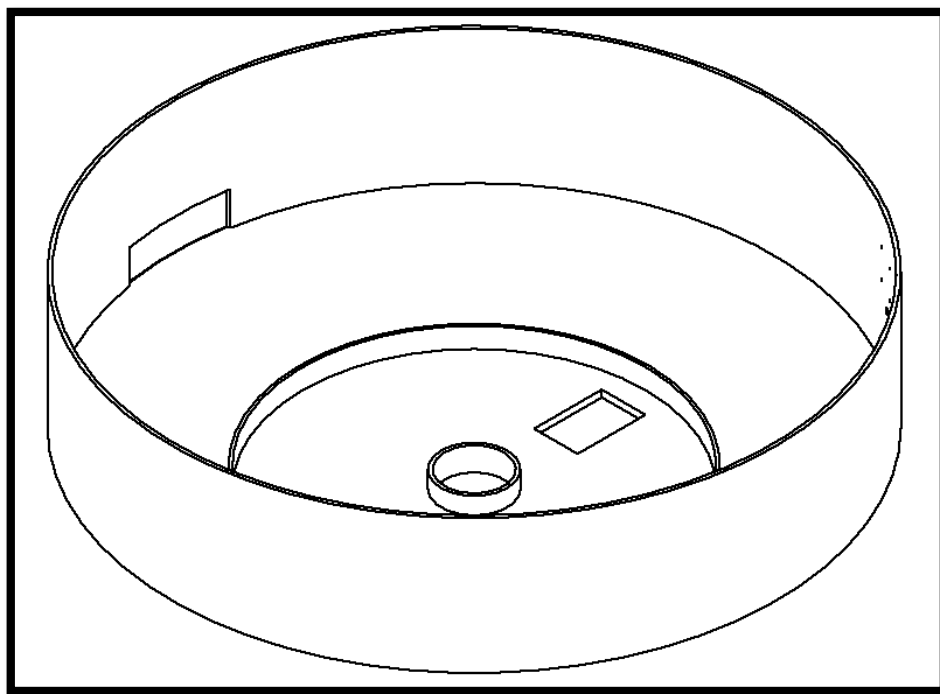


Figura 42 Vista Isométrica del Estator de la Ordenadora de Envases, generado en el programa de diseño computacional.

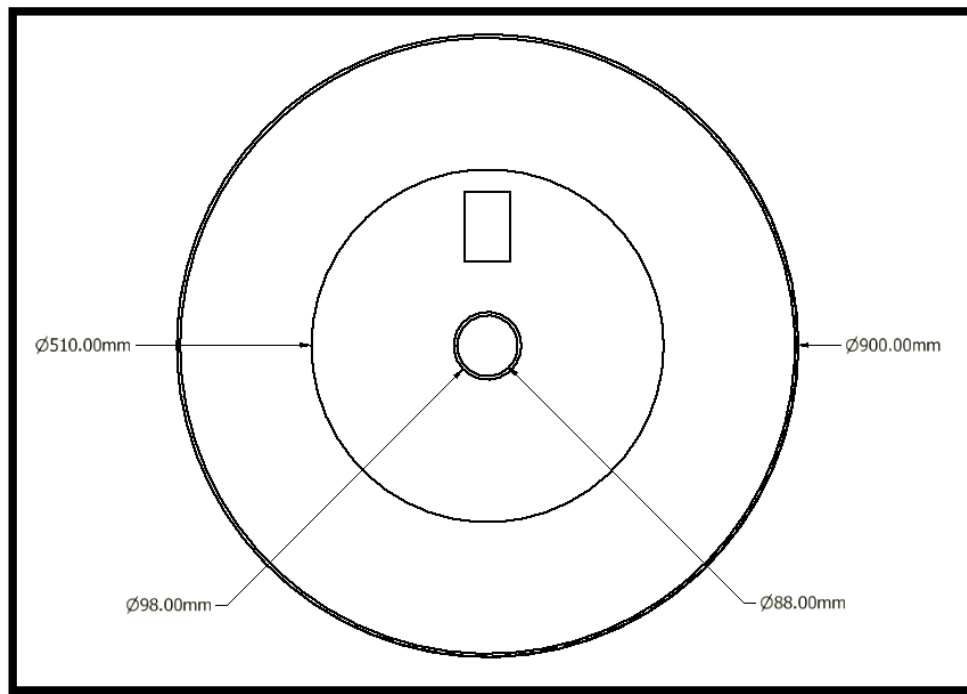


Figura 43 Vista Superior con cotas del Estator de la ordenadora de envases, generado en el programa de diseño computacional.

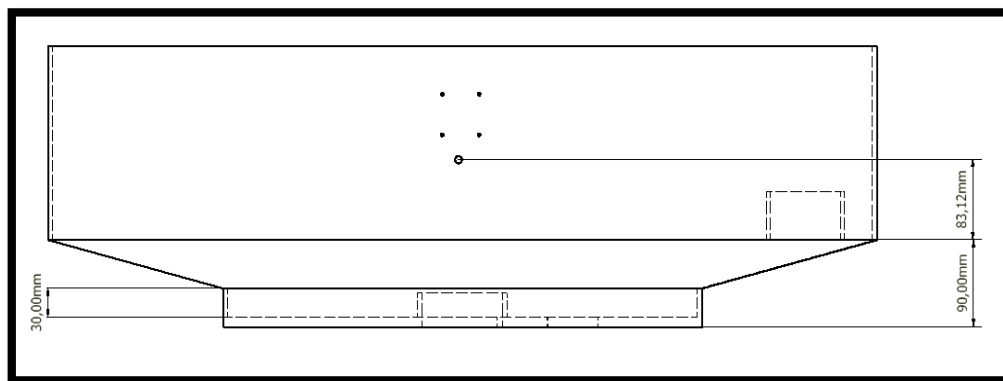


Figura 44 Vista Frontal con cotas del Estator de la ordenadora de envases, generado en el programa de diseño computacional.

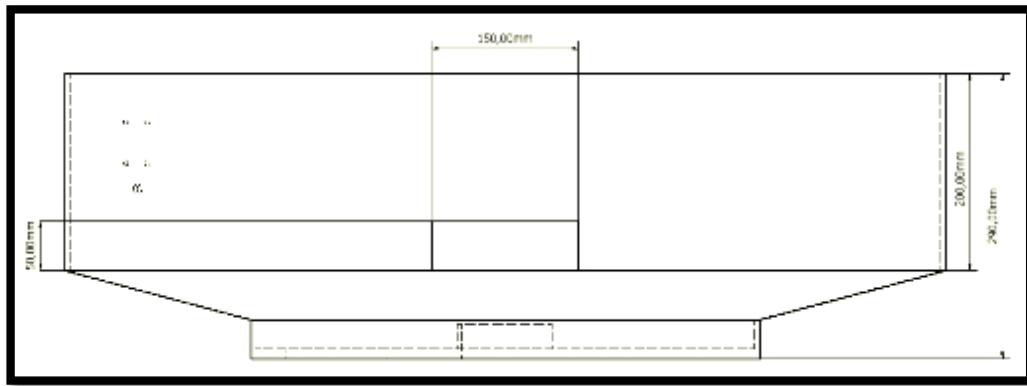


Figura 50 Vista Lateral con cotas del Estator de la ordenadora de envases, generado en el programa de diseño computacional.

La ranura de salida tiene la ubicación y dimensiones necesarias para asegurar que los envases siempre sean expulsados en posición vertical, obligando que el área de la tapa quede con el orificio hacia arriba.

Para asegurar que no se aglomeren los envases que están en contacto con el seccionador por la rotación del rotor, el estator posee un orificio de altura h , por donde será inyectado aire a presión, creando así un circuito cerrado en el que los envases se encontrarán en tránsito continuo siempre y cuando no cumplan con la posición necesaria para ser seleccionados. El punto rojo que se encuentra en la Figura N°50, apunta el lugar de inyección de aire.

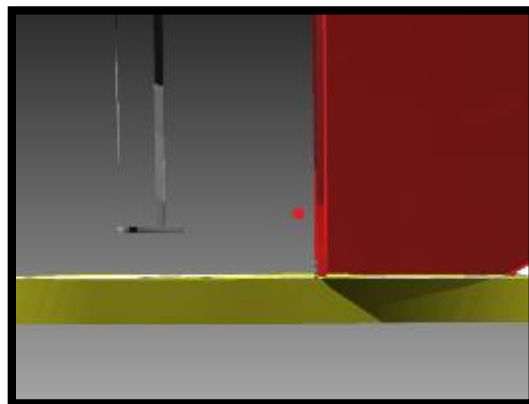


Figura 45 Vista Lateral de la dirección y ubicación de la inyección de aire en la Ordenadora de envases, generado en el programa de diseño computacional.

4.6.3. Seccionador

El seccionador de geometría y dimensiones indicada en las Figuras N°51, N°52, N°53 y N°54, cumple con la función de fraccionar el área en donde serán expulsados los envases para su posterior posicionamiento en el plato de la máquina envasadora, certificando que los envases que entren a dicha zona de expulsión, cumplan con la posición previamente señalada.

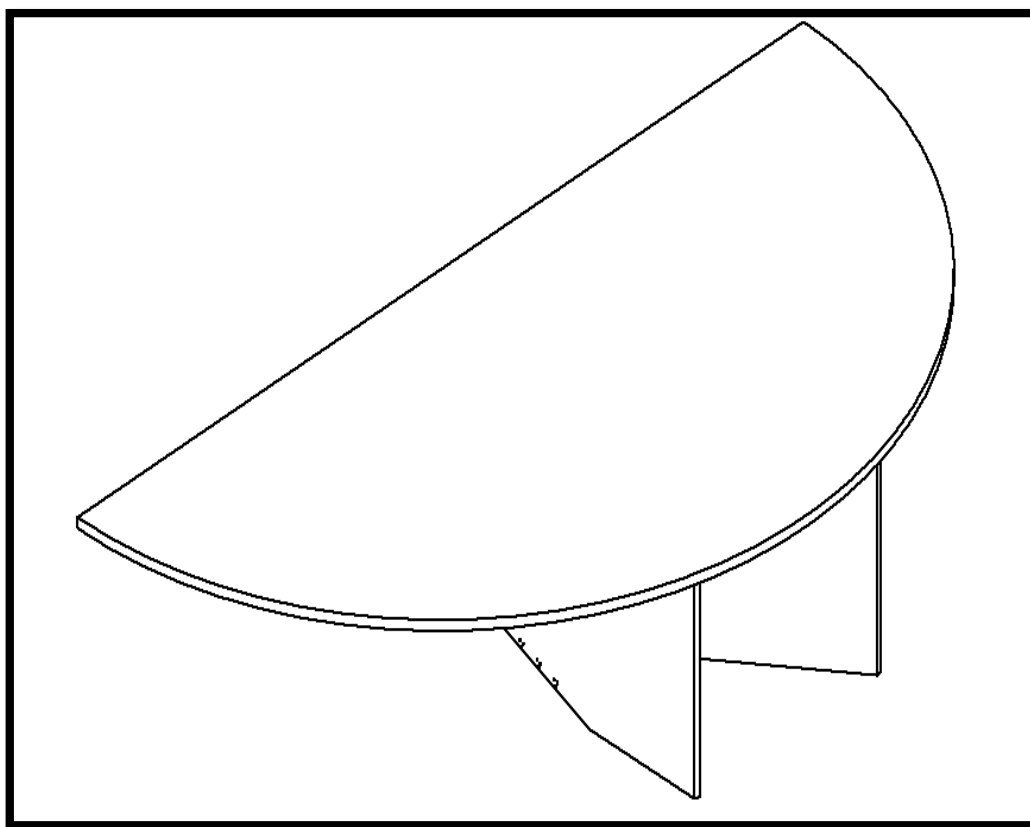


Figura 46 Vista Isométrica del Seccionador de la Ordenadora de Envases, generado en el programa de diseño computacional.

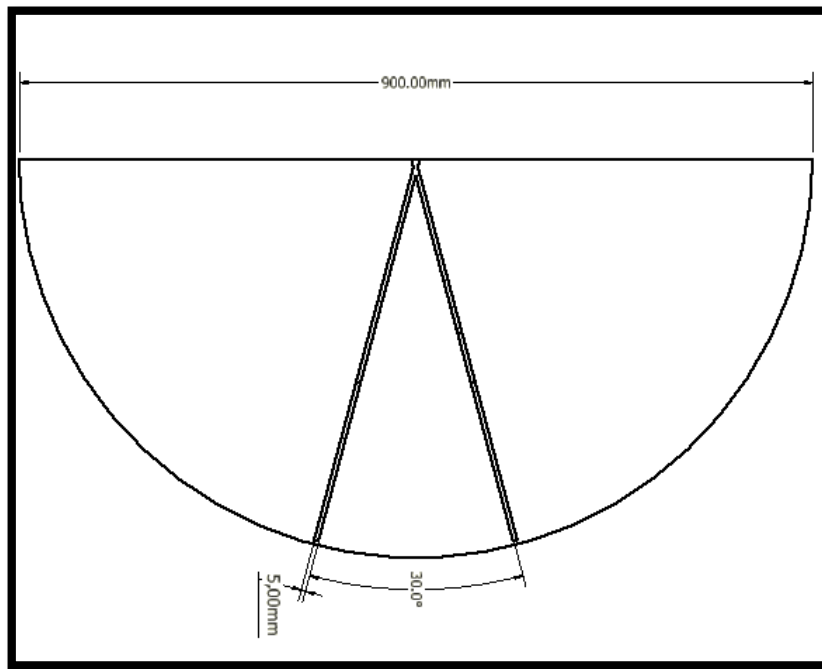


Figura 47 Vista Superior con cotas del Seccionador de la Ordenadora de Envases, generado en el programa de diseño computacional.

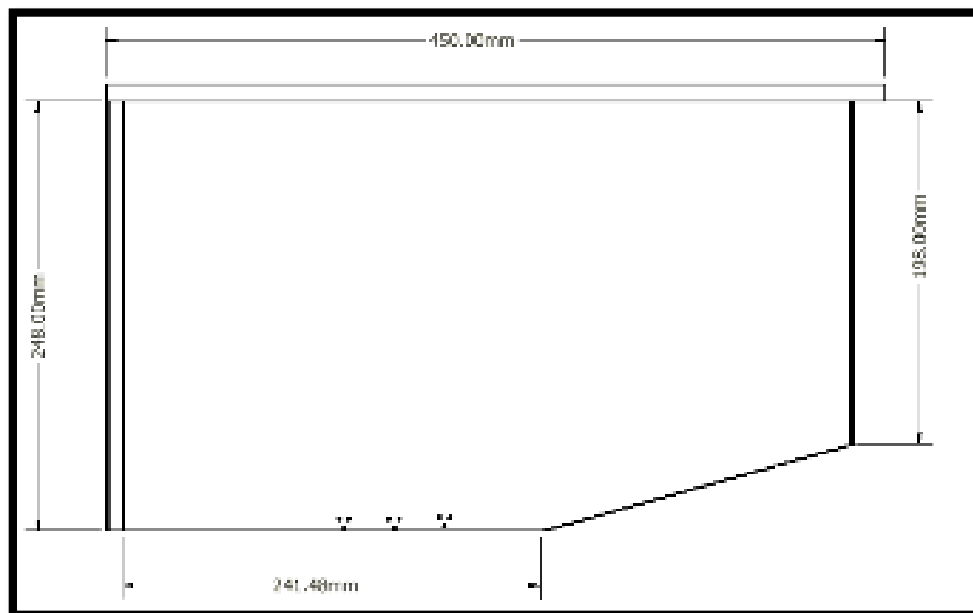


Figura 48 Vista Frontal con cotas del Seccionador de la Ordenadora de Envases, generado en el programa de diseño computacional.

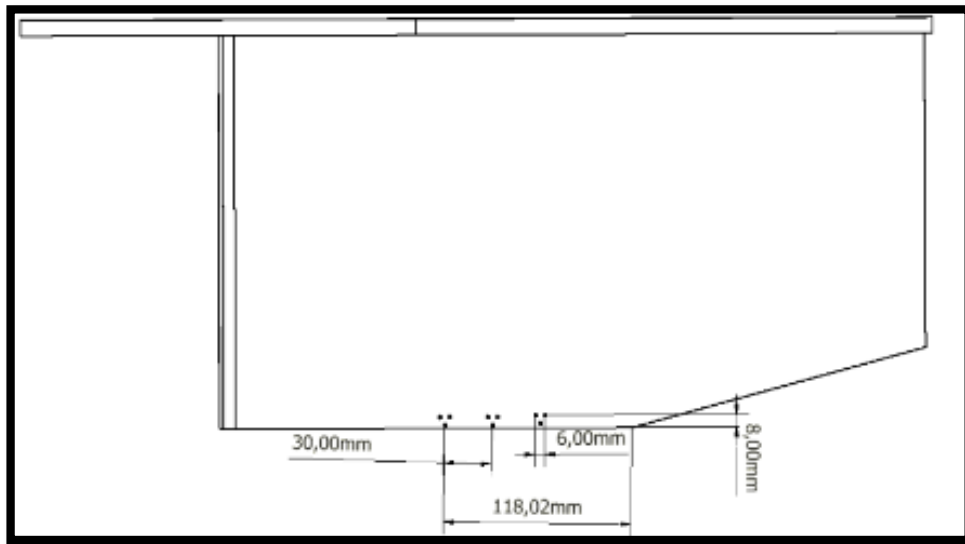


Figura 49 Vista Frontal con cotas del Seccionador de la Ordenadora de Envases, generado en el programa de diseño computacional.

Este complemento de la ordenadora de envases, cuenta con dispositivos mecánicos que evitan la ocurrencia del caso indicado en la Figura N°55, la cual ocasionaría una falla inminente y el paro del área de ordenado de envases.

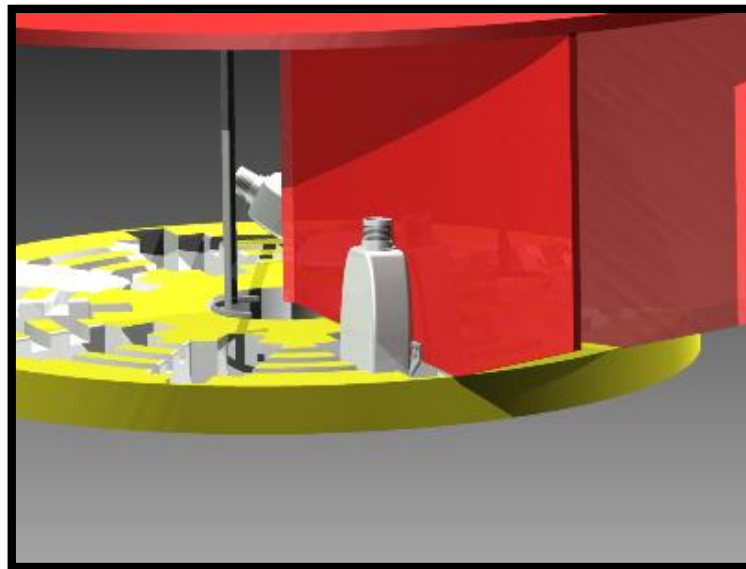


Figura 50 Vista de falla inminente en la Ordenadora de Envases, generada en el programa de diseño computacional.

El preseleccionador N°1 de la Ordenadora de Envases, de dimensiones indicadas en la Figuras N°57, N°58, N°59 y N°60, asegura el desplazamiento de los envases como lo indica la Figura N° 61, siendo este el peor de los casos.

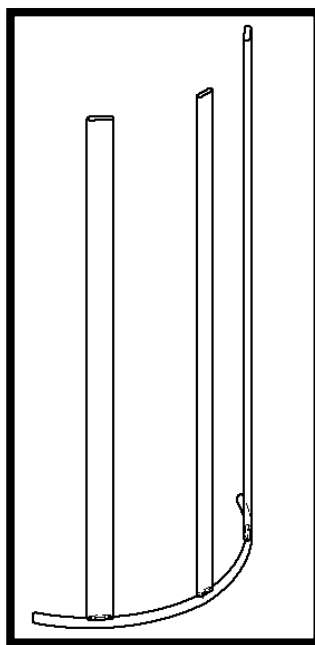


Figura 51 Vista Isométrica del Preseleccionador N°1 de la Ordenadora de Envases, generado en el programa de diseño computacional.

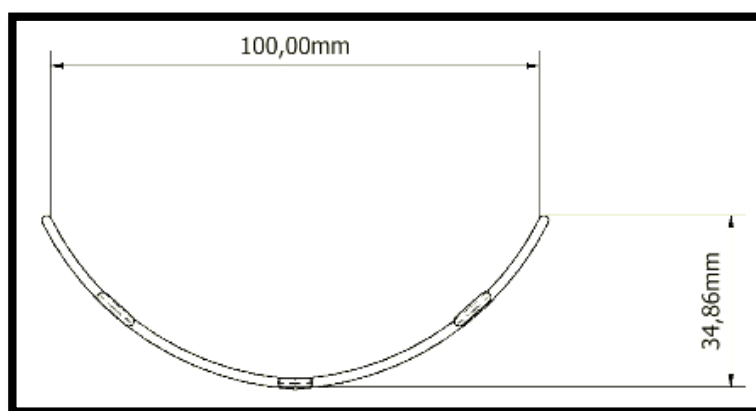


Figura 52 Vista Superior del Preseleccionador N°1 de la Ordenadora de Envases, generado en el programa de diseño computacional.

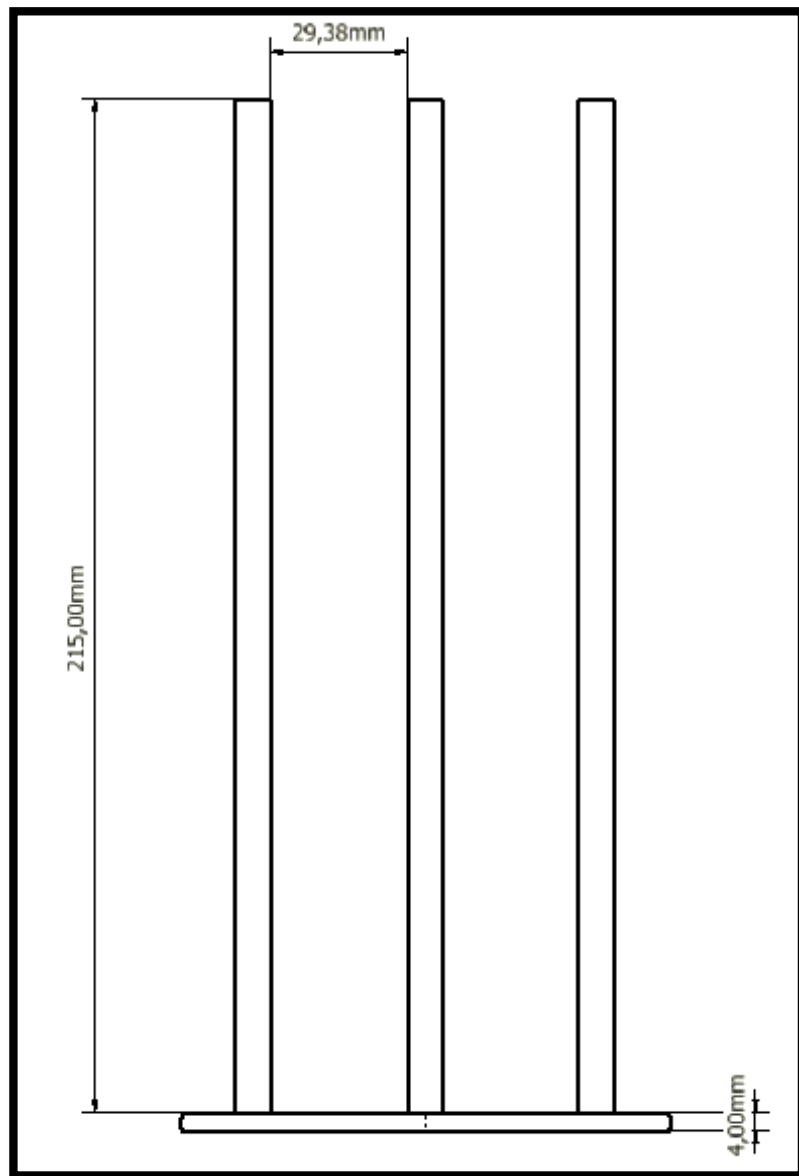


Figura 53 Vista Frontal del Preseleccionador N°1 de la Ordenadora de Envases, generado en el programa de diseño computacional.

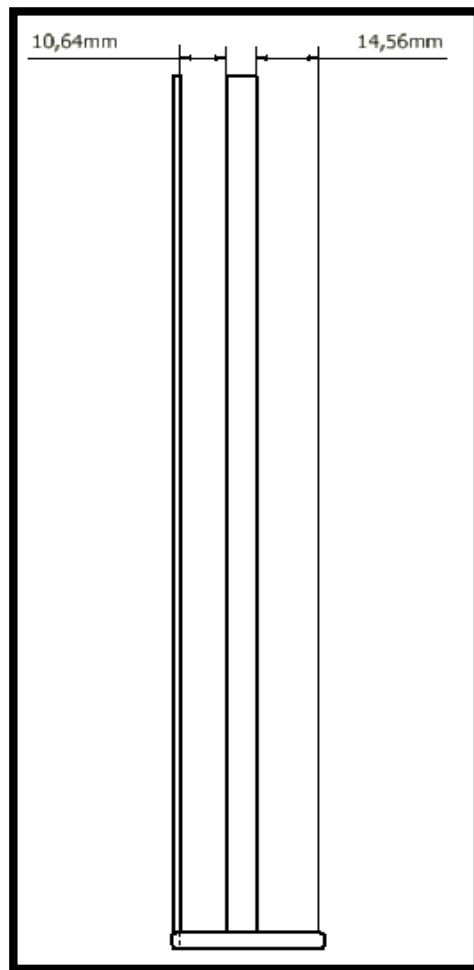


Figura 60 Vista Lateral del Preseleccionador N°1 de la Ordenadora de Envases, generado en el programa de diseño computacional.

De continuar el desplazamiento del envase en la posición señalada por la Figura N°60, entrarían en acción las bisagras de resorte denominadas preseleccionador 2, de geometría señalada por la Figura N° 61, y que certifican el ingreso única y exclusivamente de aquellos envases que cumplan con la posición previamente señalada, debido a que la fuerza ejercida por las caras internas de las muescas del rotor en contacto con el envase, le transmiten la fuerza necesaria para superar el coeficiente elástico del resorte y con él su estado estático; permitiendo así el ingreso de los envases.

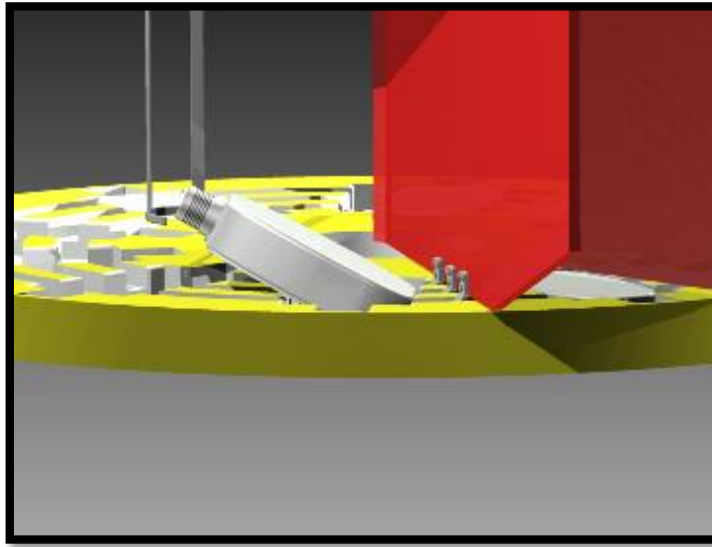


Figura 54 Vista del Envase posterior a su paso por el Preseleccionador N°1 de la Ordenadora de Envases, generado en el programa de diseño computacional.



Figura 55 Bisagra resorte.

Fuente: <http://spanish.alibaba.com/product-gs/iron-spring-hinge-for-door-hg17420--446114510.html>

Al no cumplir los envases con las exigencias de posición, la fuerza ejercida a los envases por el rotor será insuficiente, y en consecuencia, los resortes no ceden formando así, una rampa que incrementará la altura en dirección “Z”, tal y como lo indica la Figura N°62.

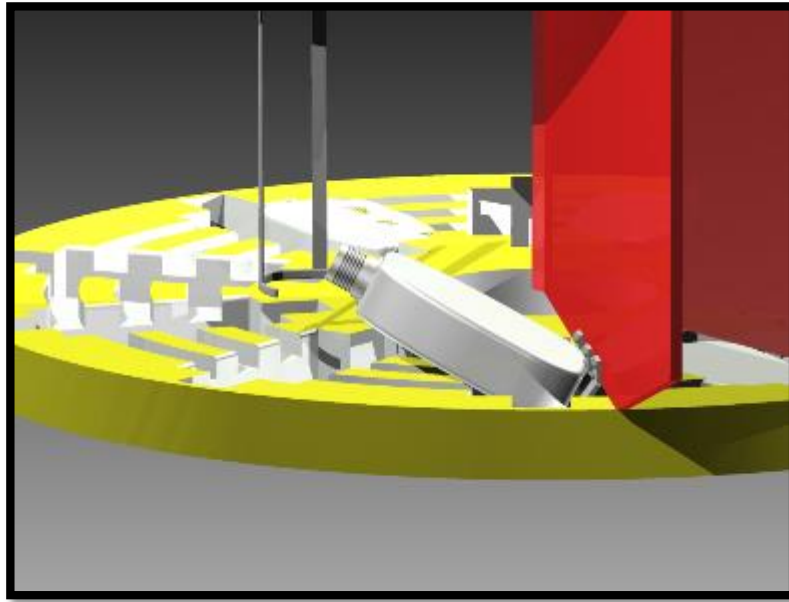


Figura 56 Vista del aumento de cota en el eje Z del Envase, al entrar en contacto con el Preseleccionador N°2 de la Ordenadora de Envases, generado en el programa de diseño computacional.

4.6.4. Preordenador de Envases

Tiene la finalidad de realizar un ajuste de posición de los envases previo a su entrada al estator, así, de este modo, evitar el ingreso de envases en posiciones no deseadas como las antes mencionadas.

Los envases serán depositados por la parte superior del preordenador y el movimiento de los mismos será asistido por la expulsión periódica de aire comprimido, que podrá ser regulada por el operador del equipo dependiendo del volumen de envases que necesite en relación a la velocidad de la llenadora.

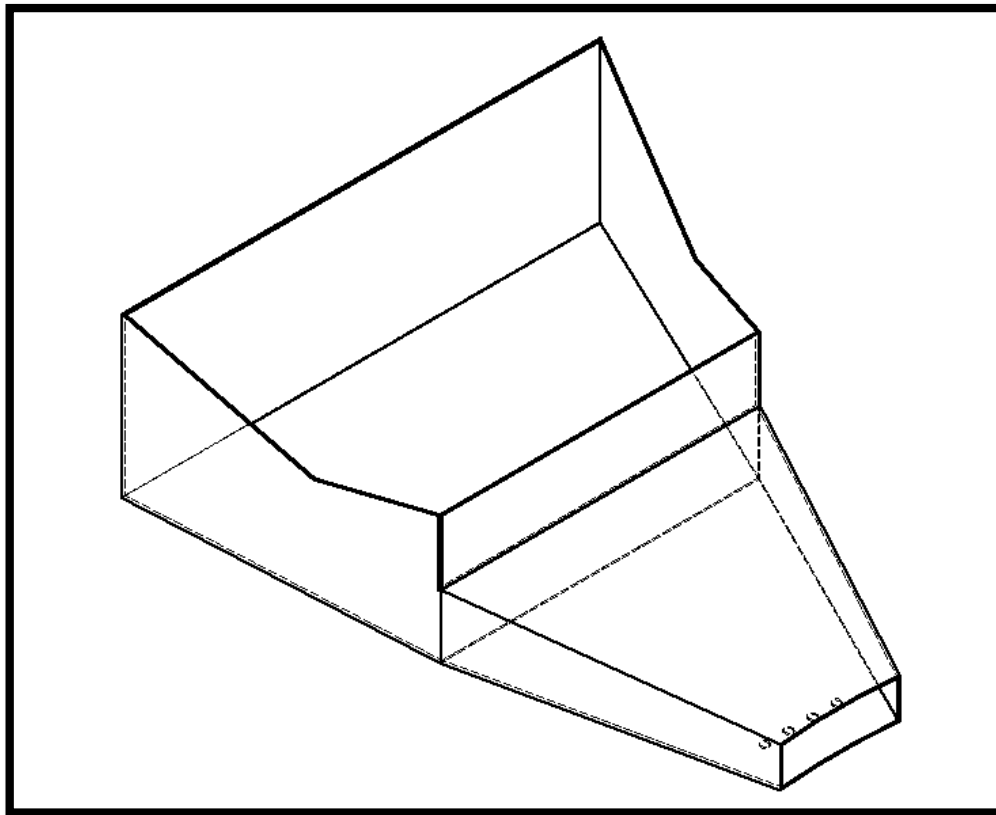


Figura 57 Vista Isométrica del Preordenador de Envases de la Ordenadora de Envases, generado en el programa de diseño computacional.

La instalación del complemento expulsor de aire, será instalado en la parte inferior del preordenador de envases. Podría realizarse a través de 4 mangueras neumáticas individuales de 8 mm de diámetro, o un dispositivo adaptado que posea una sola alimentación de 8 mm y ramifique su expulsión en 6 salidas de 6 mm cada una con “Conectores Rápidos” en sus extremos.

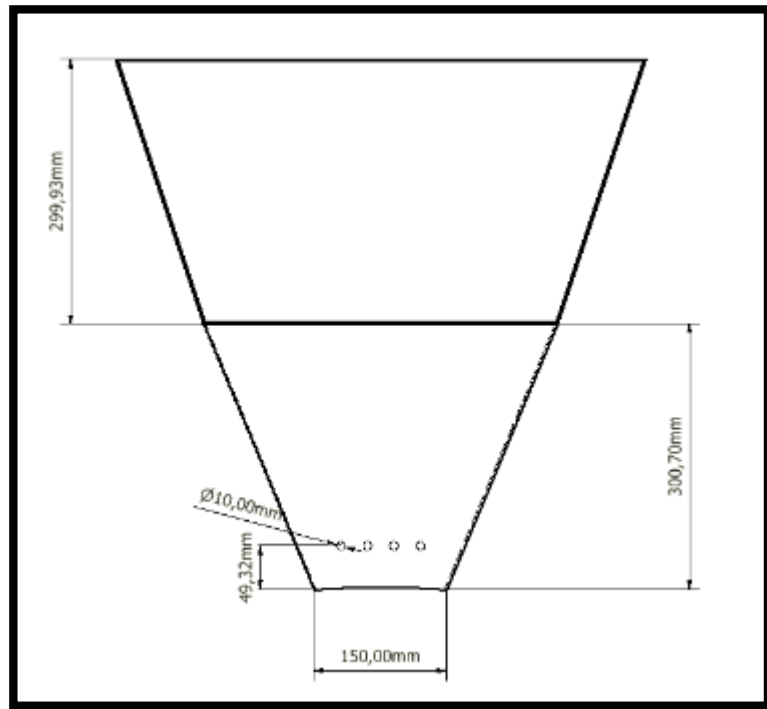


Figura 58 Vista Superior con cotas del Preordenador de Envases de la Ordenadora de Envases, generado en el programa de diseño computacional.

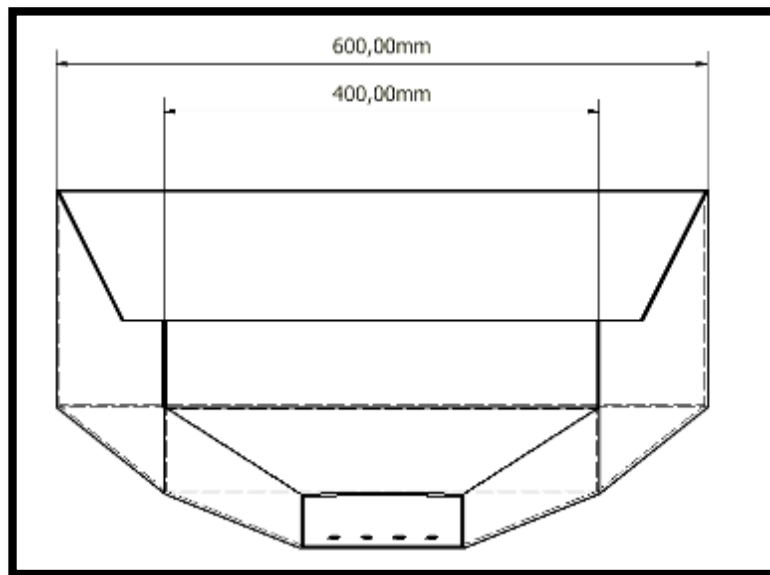


Figura 59 Vista Frontal con cotas del Preordenador de Envases de la Ordenadora de Envases, generado en el programa de diseño computacional.

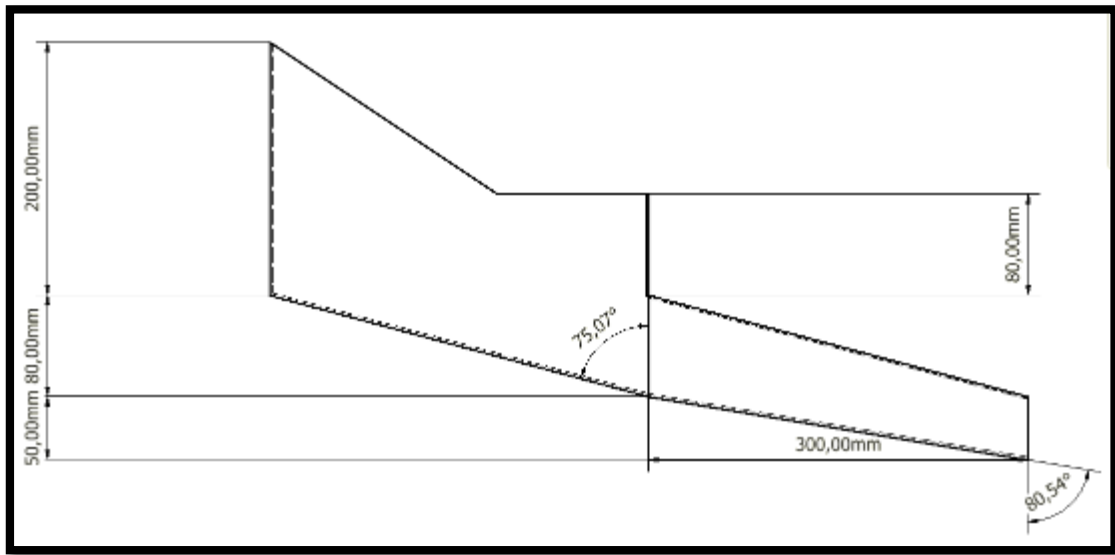


Figura 60 Vista Lateral con cotas del Preordenador de Envases de la Ordenadora de Envases, generado en el programa de diseño computacional.

4.7. Enroscadora de tapas

Teniendo siempre en mente las limitaciones de espacio para la instalación de dispositivos, se hizo una búsqueda importante en técnicas de enroscado de tapas, pudiendo encontrar, que se utilizan sistemas automáticos o semiautomáticos de enroscado a través de pistolas neumáticas de giro controlado o giro constante, que al entrar en contacto con la tapa del envase, induce a través de la fuerza de fricción el giro de la tapa y, con él, su enroscado.

Al no contar con el área necesaria para la instalación de dicho método, además del factor costos que es otra de nuestras limitantes; se optó por una solución mecánica fundamentada en el principio del coeficiente de roce de los materiales y el coeficiente elástico de los resortes. Cabe destacar que es una solución sin precedentes teóricos.

La enroscadora de tapas, de geometría destacada en las figuras N°68 y N°69, aprovecha el giro por defecto del plato de la Kalix Dupuy, movimiento necesario para el llenado de los envases y donde posterior a esa área de llenado, se instalaría la Enroscadora. La misma está constituida por los siguientes elementos:

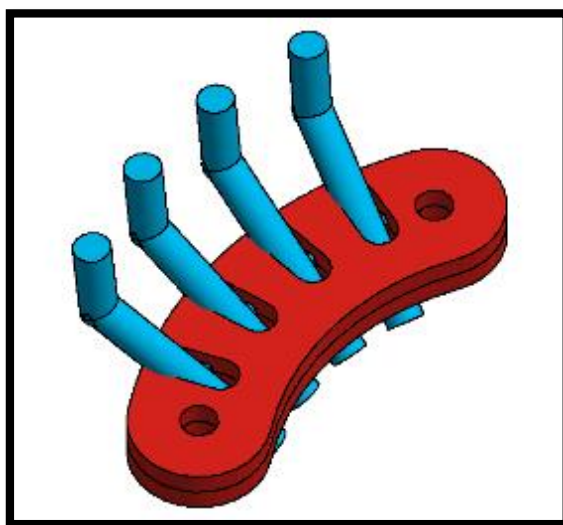


Figura 61 Vista Isométrica de la Enroscadora de Tapas, generado en el programa de diseño computacional.

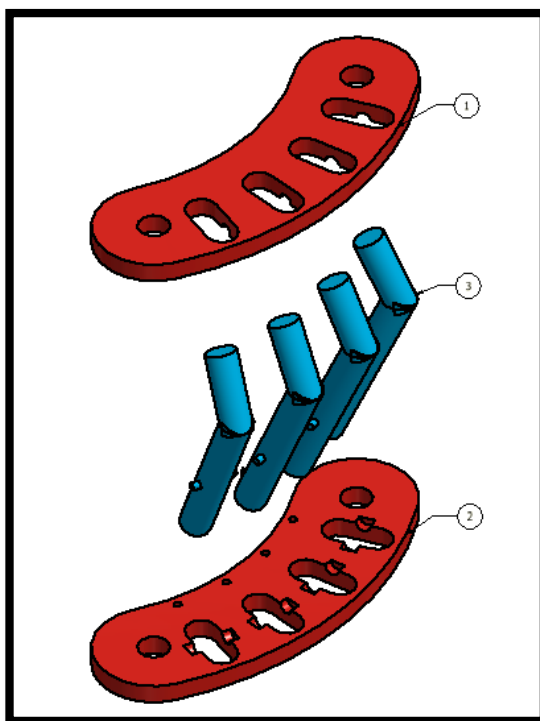


Figura 62 Despiece de la Enroscadora de Tapas, generado en el programa de diseño computacional.

LISTA DE PIEZAS		
ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA
1	1	BS balanza enroscadora
2	1	BI balanza enroscadora
3	4	Eje enroscador

Tabla N°6 Lista de piezas de la Enroscadora de Tapas.

Para cumplir con el enroscado completo de la tapa en el envase, es necesario poseer una longitud adecuada de cinta, la cual vendrá regida por la distancia existente desde el primer hasta el último péndulo.

Haciendo pruebas en cinco envases distintos con cinco tapas distintas, se demostró que es necesario que la tapa gire cinco cuartos de vuelta, para quedar cerrada a plenitud.

Sabiendo que la tapa posee un diámetro interno de 19 mm y un diámetro externo de 21 mm, hacemos los siguientes cálculos:

$$P = 2 * \pi * R$$

Como se debe determinar el desplazamiento, utilizaremos el diámetro externo de la tapa:

$$P = 2 * \pi * R_{ext}$$

$$P = 2 * \pi * 10,5 \text{ mm} \quad \text{E.c. (2)}$$

$$P = 65,97 \text{ mm} \approx 66 \text{ mm}$$

El perímetro nos indica la longitud desplazada en una vuelta de la tapa, necesitamos determinar la longitud para cinco cuartos de vuelta, por lo tanto:

$$L = 66 \text{ mm} * 1,25 = 82,5 \text{ mm}$$

El ángulo β es base para determinar la longitud entre los péndulos sin olvidar que el movimiento del envase, consecuencia del plato de la llenadora, es rotacional.

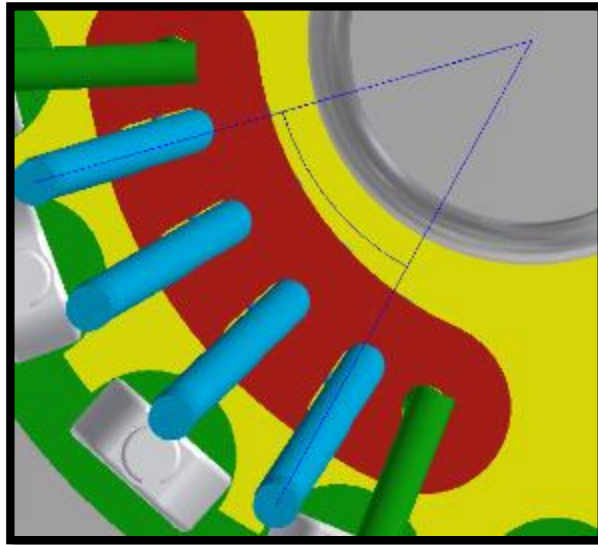


Figura 70 Ángulo entre el primer y cuarto péndulo, generado en el programa de diseño computacional.

$$\beta = 44,93^{\circ} \approx 45^{\circ}$$

Teniendo el ángulo, sólo hace falta la distancia del eje al centro del plato.

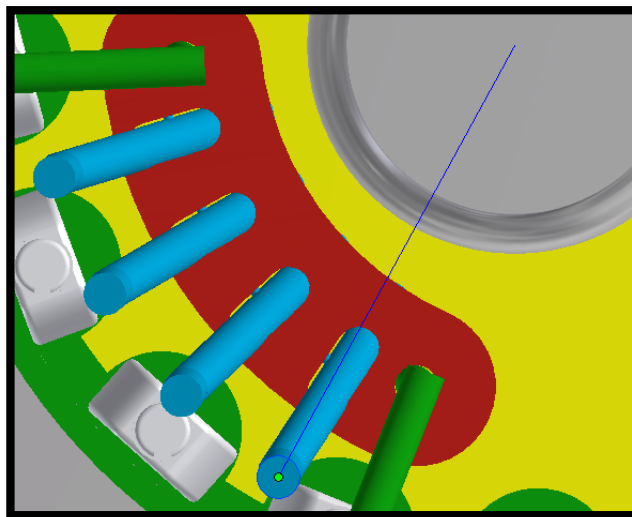


Figura 63 Distancia entre el péndulo y el centro del plato, generado en el programa de diseño computacional.

$$D = 186mm$$

Donde D es la distancia desde el centro del eje superior del péndulo con el eje de rotación del plato. Para tener el resultado correcto, es necesario calcular D_{comp} al sumar a la distancia D con R_{eje} que es el radio del eje superior del péndulo, ya que éste mantendrá el contacto con la tapa.

$$D_{comp} = D + R_{eje} \quad \text{E.c. (3)}$$

$$D_{comp} = 186mm + 8mm = 194mm$$

Teniendo la distancia, a través del ángulo β se puede determinar la distancia circunferencial necesaria.

$$P = 2 * \pi * R$$

$$P = 2 * \pi * D_{comp}$$

$$P = 2 * \pi * 194mm$$

$$P = 1218,93mm \approx 1219mm$$

Donde P es el perímetro de una circunferencia de radio D_{comp} , éste perímetro es calculado para los 360° que posee una circunferencia, se desea calcularlo para C_α , quedando de la siguiente forma:

$$P_\alpha = 360^\circ$$

$$C_\alpha = 45^\circ$$

Si $P = 1219mm$, aplicando regla de tres:

$$C = 152mm$$

Donde C es la distancia circunferencial de contacto, desde el primer hasta el cuarto péndulo; con la tapa del envase.

Comparando la distancia L con la distancia C nos damos que tenemos un porcentaje de seguridad de enroscado de:

$$L = 82,5mm$$

$$C = 152mm$$

$$\theta_{seg} = 84,7\%$$

Donde θ_{seg} es el factor de seguridad del enroscado.

4.7.1. Base inferior

La base inferior tiene la función de ser el soporte inferior de los ejes pendulares y ser el ancla de los resortes, a través de los orificios de cuatro (4) mm de diámetro que se pueden observar en la Figura N°72.

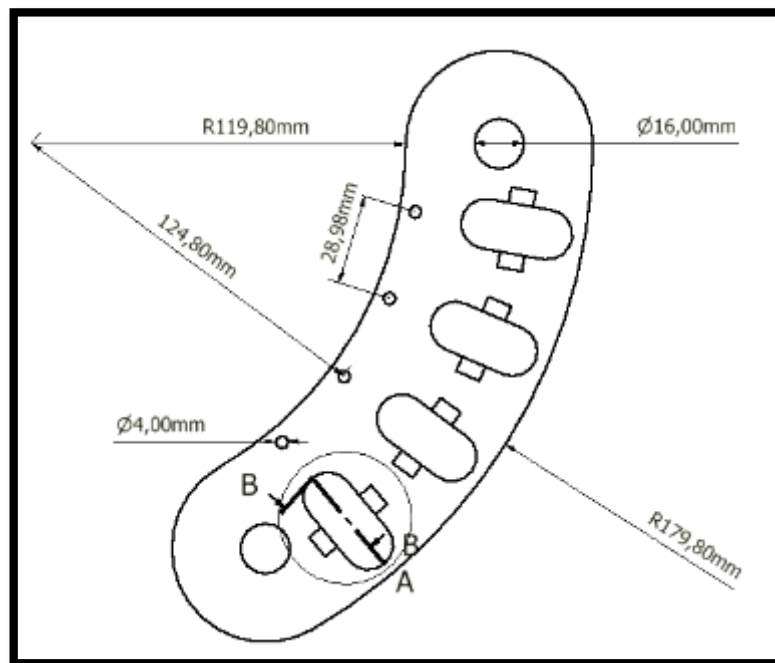


Figura 64 Vista Superior con cotas de la Base Inferior de la Enroscadora de Tapas, generado en el programa de diseño computacional.

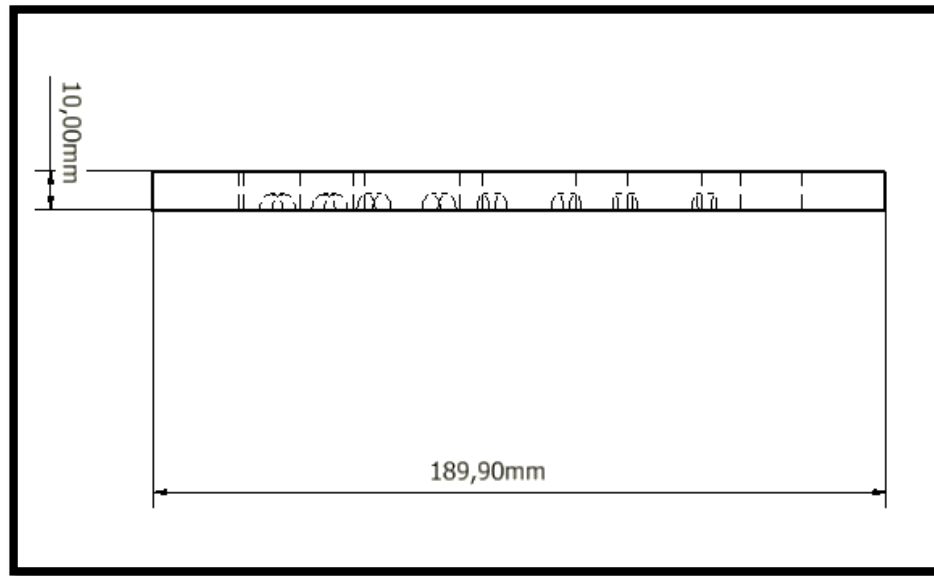


Figura 65 Vista Frontal con cotas de la Base Inferior de la Enroscadora de Tapas, generado en el programa de diseño computacional.

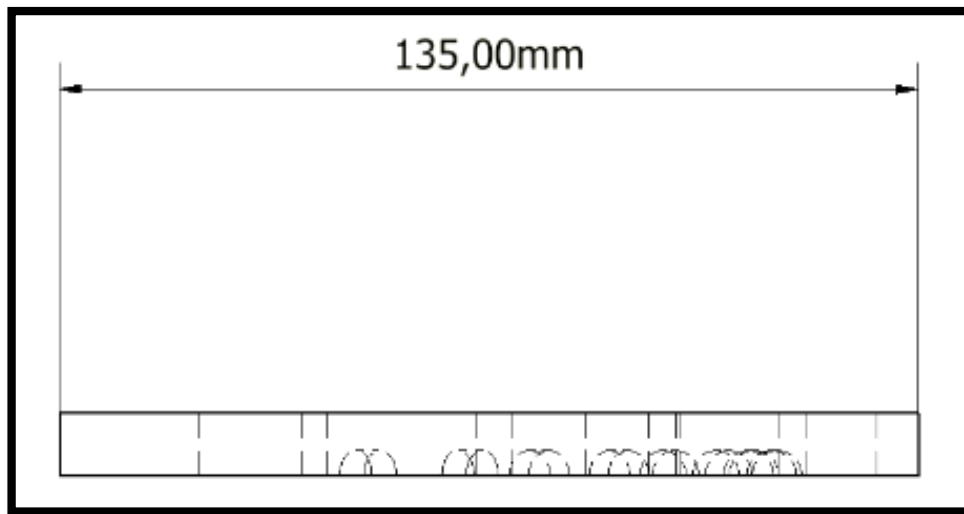


Figura 66 Vista Lateral con cotas de la Base Inferior de la Enroscadora de Tapas, generado en el programa de diseño computacional.

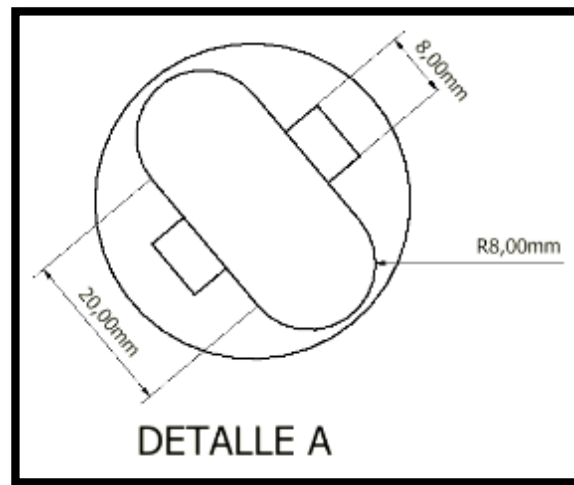


Figura 67 Vista al Detalle A con cotas de la Base Inferior de la Enroscadora de Tapas, generado en el programa de diseño computacional.

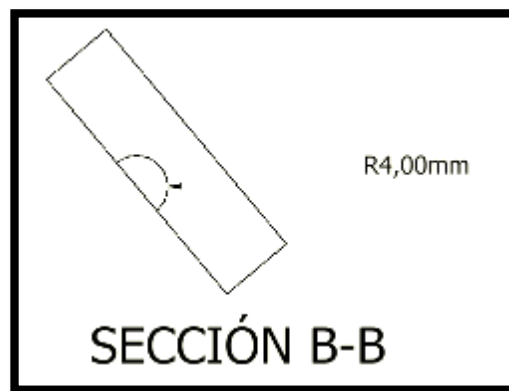


Figura 68 Vista a la Sección B-B con cotas de la Base Inferior de la Enroscadora de Tapas, generado en el programa de diseño computacional.

5.7.2. Base superior

La base superior tiene la función de ser el soporte de los ejes pendulares, y permite el apretado de la base de los resortes a través del contacto de las caras inferior y superior, de la base superior e inferior respectivamente.

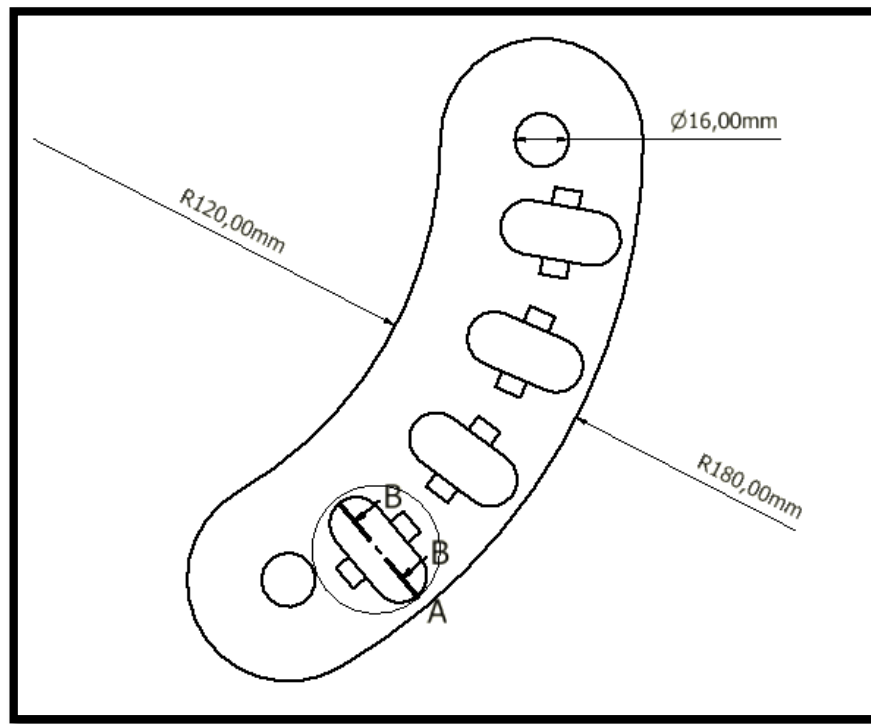


Figura 69 Vista Superior con cotas de la Base Inferior de la Enroscadora de Tapas, generado en el programa de diseño computacional

4.7.3. Eje Pendular

El sistema de enroscado de tapas, inmiscuye cuatro (4) ejes pendulares y pivotantes en la base inferior y superior. Estos ejes tienen la función y capacidad de enroscar la tapa mediante la fricción ejercida por la cinta continua colocada en el extremo F del péndulo, de dimensiones acordes a dicha sección.

El movimiento pivotante es favorecido por la instalación de resortes en la sección G, que genera la presión necesaria para asegurar el contacto de la cinta continua con las tapas.

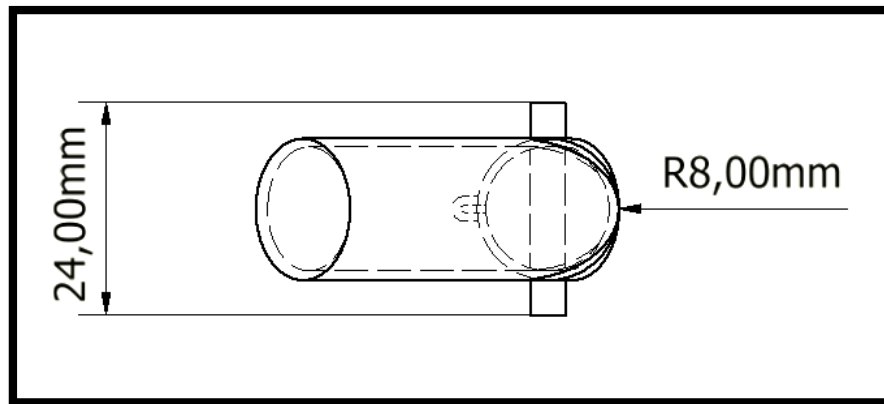


Figura 70 Vista Superior con cotas del Eje Pendular de la Enroscadora de Tapas, generado en el programa de diseño computacional

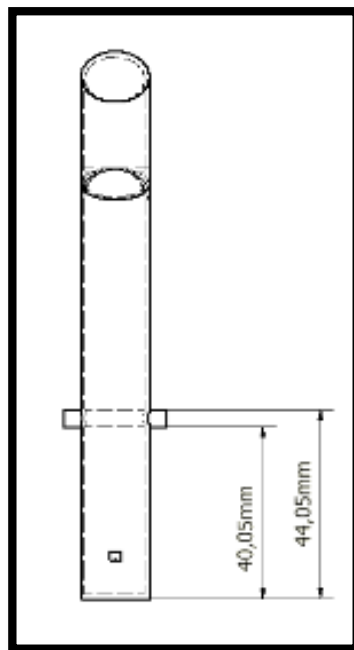


Figura 71 Vista Frontal con cotas del Eje Pendular de la Enroscadora de Tapas, generado en el programa de diseño computacional

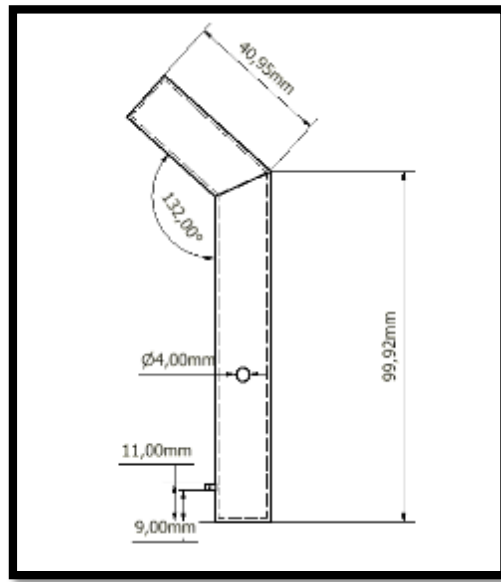


Figura 80 Vista Lateral con cotas del Eje Pendular de la Enroscadora de Tapas, generado en el programa de diseño computacional.

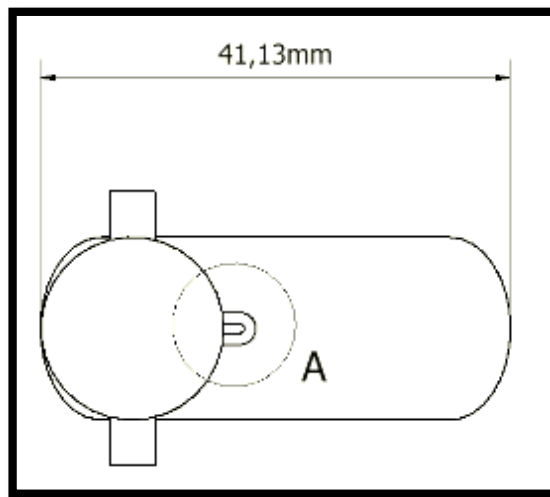


Figura 72 Vista Inferior con cotas del Eje Pendular de la Enroscadora de Tapas, generado en el programa de diseño computacional.

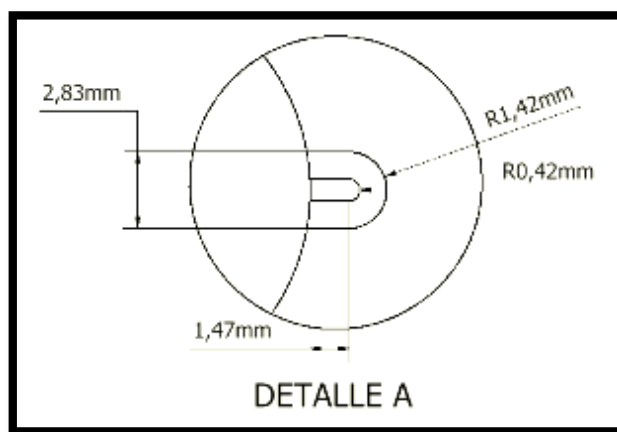


Figura 73 Vista al Detalle A con cotas del Eje Pendular de la Enroscadora de Tapas, generado en el programa de diseño computacional.

4.8. Colocadora de tapas

En principio, se planteó realizar el diseño de la Colocadora de Tapas para la Envasadora Kalix Dupuy, sin embargo, tras reuniones con el personal de producción de la compañía farmacéutica, se sugirió no realizar este diseño, debido a que ya poseen este sistema en otras líneas de producción de líquidos (jarabes y gotas). Estos sistemas de colocación de tapas son variables en dimensiones, y así, satisfacen las exigencias geométricas de las distintas presentaciones de productos, como se pueden observar en las Figuras N°60, N°61, N°62 y N°63.

Este dispositivo de colocación de tapas está incluido de fábrica por la compañía proveedora de estos equipos, no obstante, por su pragmatismo, ha sido adaptada en muchas otras líneas que no se encontraban operativas en el momento de tomar las fotos.

El funcionamiento se basa en la presión sobre la tapa generada por un resorte, que evita su salida del riel hasta el momento que el envase, que se encuentra en movimiento, haga contacto con la tapa y venza la fuerza ejercida por el resorte. Este procedimiento es repetitivo y sumamente confiable.



Figura 74 Vista de Colocadora de Tapas instalada en la Línea de Jarabes en Laboratorios Vargas



Figura 75 Vista del riel de la Colocadora de Tapas instalada en la Línea de Jarabes en Laboratorios Vargas.

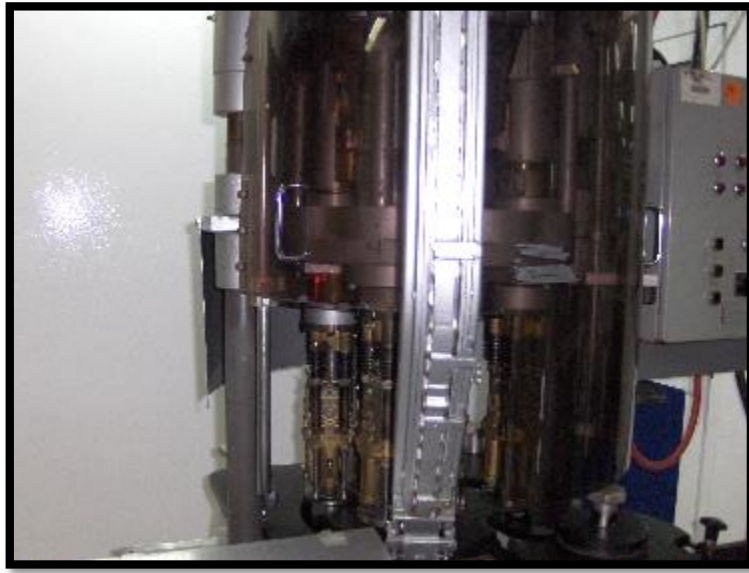


Figura 76 Vista del riel de la Colocadora de Tapas instalada en la Línea de Jarabes en Laboratorios Vargas.

4.9. Colocadora de Envases

Al igual que la Colocadora de Tapas, el diseño del colocado de los envases en los platos de llenado es dominio común en el área de producción, por lo tanto, por sugerencia del personal técnico e ingenieril del Departamento de Mejora Continua, no se realizó el diseño.

4.10. Plato de Kalix Dupuy

A priori no se planteó el rediseño de algún componente de la envasadora, sin embargo, fue necesario el diseño de adaptaciones de fácil mantenimiento y cambio de formato. Es por esto que, en última instancia, se delinearon los ajustes de diseño necesarios para culminar la proyección, específicamente en el plato de giro de la envasadora. El plato perteneciente a la envasadora de fábrica, cuya geometría se señala en la Figura N°86, necesita la presencia de operadores para la colocación de los envases. Esto se debe principalmente a dos razones; en primer lugar no existe un

dispositivo que ordene los envases y los coloque en dicho plato, y en segundo; a causa de la geometría de las bases de los envases del plato, no basta con sólo colocar los envases, también es necesario aplicar presión para el correcto ajuste del envase. Dicha presión es realizada por el operador.

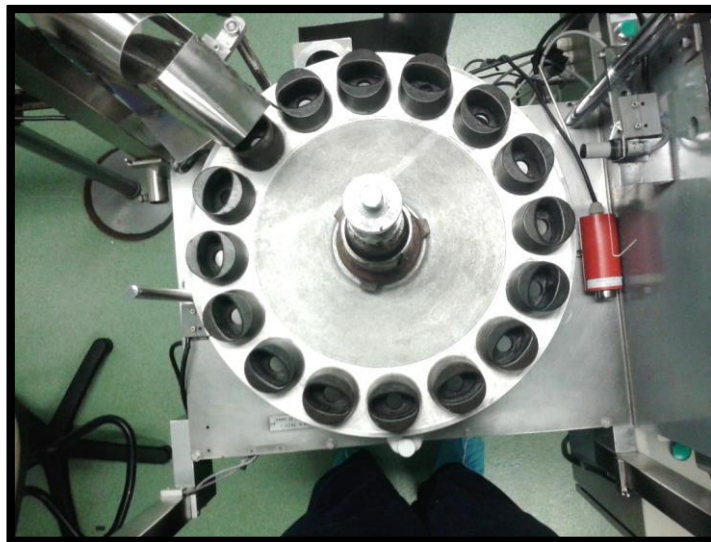


Figura 77 Vista del Plato de la envasadora Kalix Dupuy instalada en la Línea de Semisólidos en Laboratorios Vargas.

Teniendo en cuenta que la colocación de los envases se realizará de forma automática y periódica, fundamentada en la rotación del plato; se sugiere la adaptación del mismo, tal y como lo indica la figura N°87. Así se facilita la colocación y expulsión de los envases, sin necesitar la presencia de un operador para dicho fin.

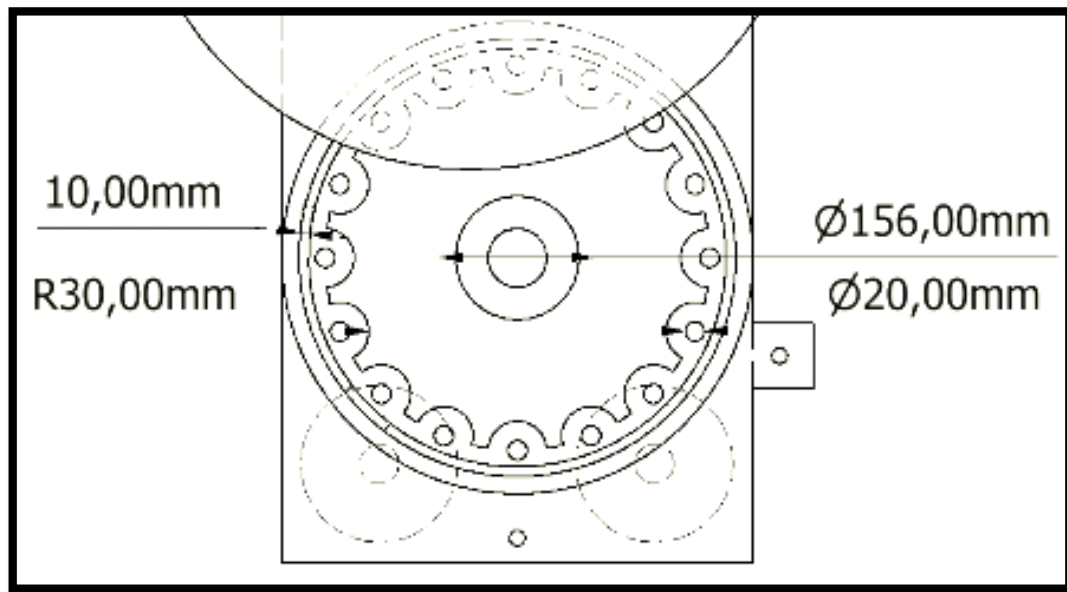


Figura 78 Vista Superior del Plato de la Envasadora con adaptaciones y cotas, generado en el programa de diseño computacional.

Para solventar las dos (2) causas señaladas anteriormente, que generan la presencia de un operador en dicho proceso, basamos la mejora en la creación de un plato conformado por un segmento estático y otro dinámico, a diferencia del plato fabricado por defecto para crema, que cuenta sólo con la parte dinámica.

El segmento dinámico está integrado por la parte superior del plato y las bases de los envases; cumplen con la función, entre otras cosas, de recoger el envase a utilizar en cada tiempo de la máquina. Las bases de los envases serán adaptadas a través de un corte longitudinal y asegurado al plato a través de prisioneros, tal y como lo indica la Figura N°88.



Figura 79 Vista Superior del portaenvases de champú en la Línea de Semisólidos en Laboratorios Vargas.



Figura 80 Vista Isométrica del Portaenvases modificado del Plato, generado en el programa de diseño computacional.

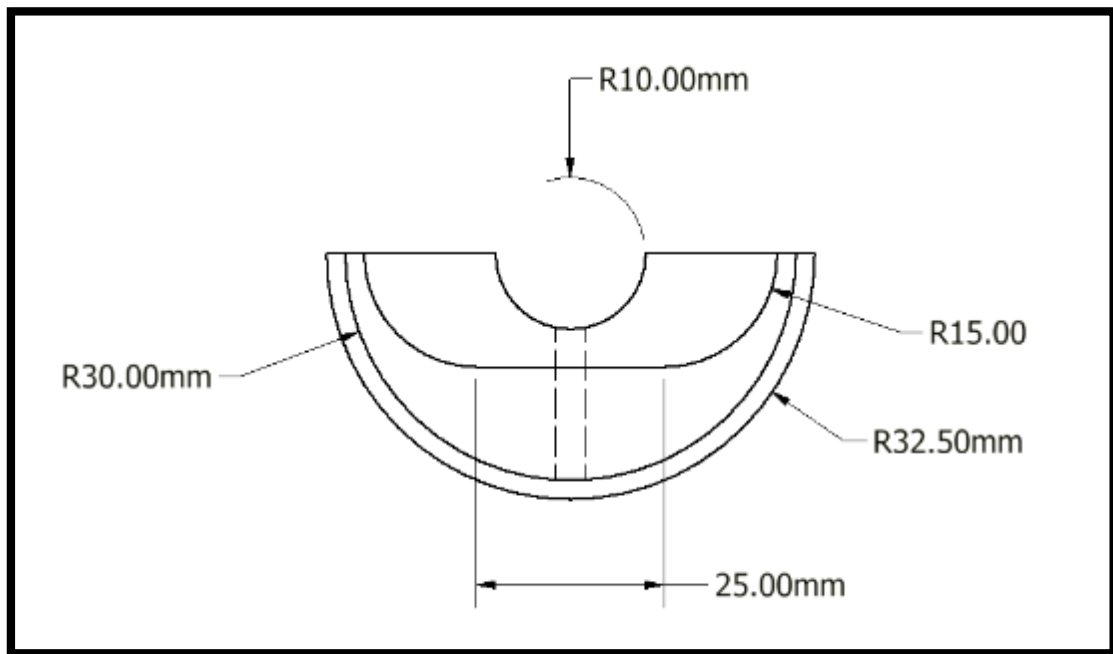


Figura 90 Vista Superior del Portaenvases modificado del plato con cotas, generado en el programa de diseño computacional.

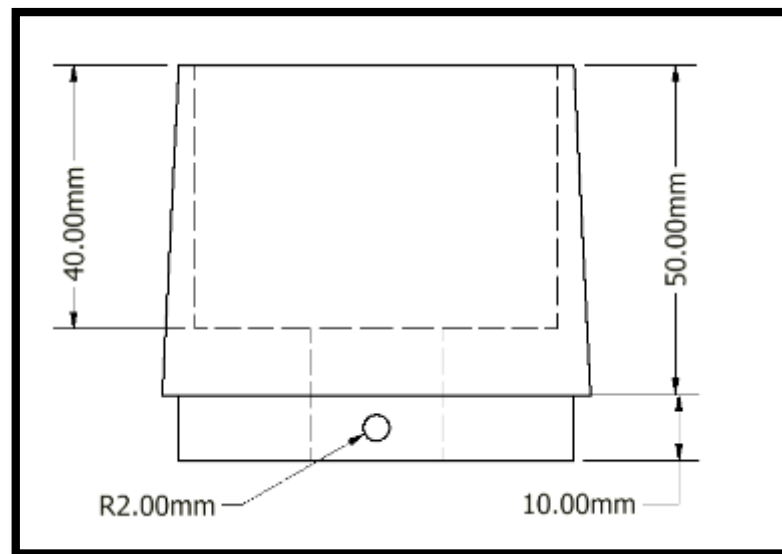


Figura 81 Vista Frontal del Portaenvases modificado del plato con cotas, generado en el programa de diseño computacional.

La parte estática, conformada por el plato inferior y la guía lateral, tiene el objetivo de mantener la posición deseada de los envases, dicha posición es necesaria para el correcto llenado, colocado y enroscado de tapas, y expulsión del plato. La guía lateral posee una brecha de expulsión que facilita la instalación del dispositivo de salida del plato.

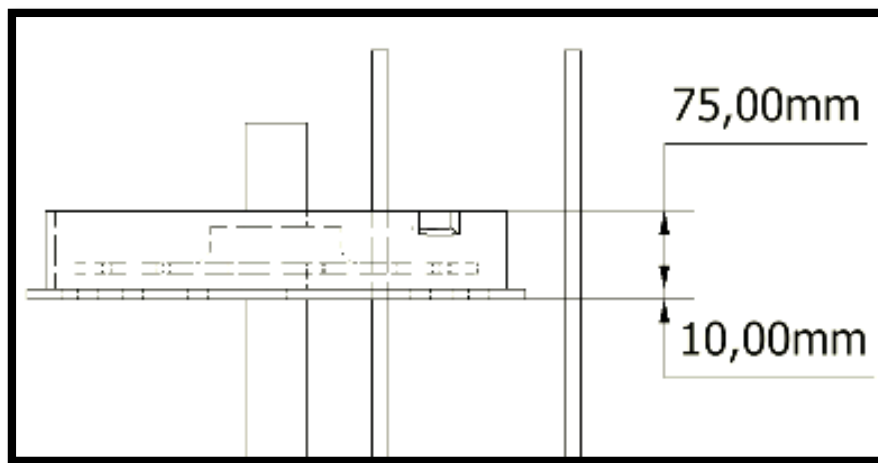


Figura 82 Vista Frontal del Plato de la Envasadora con adaptaciones y cotas, generado en el programa de diseño computacional.

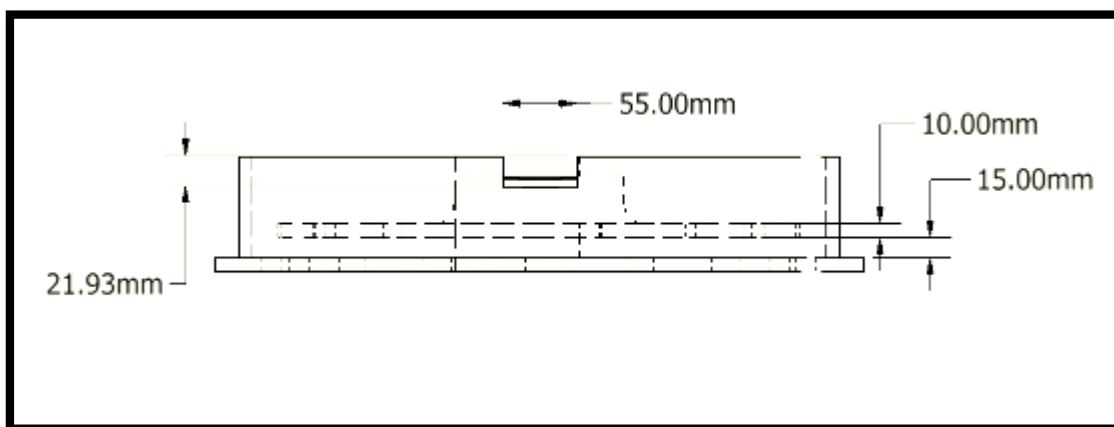


Figura 83 Vista Lateral del Plato de la Envasadora con adaptaciones y cotas, generado en el programa de diseño computacional.

4.11. Ensamblaje General

Por último, se realizó la proyección de la envasadora con los automatismos incorporados a la línea de envasado, tal y como lo demuestra la Figura N°94.

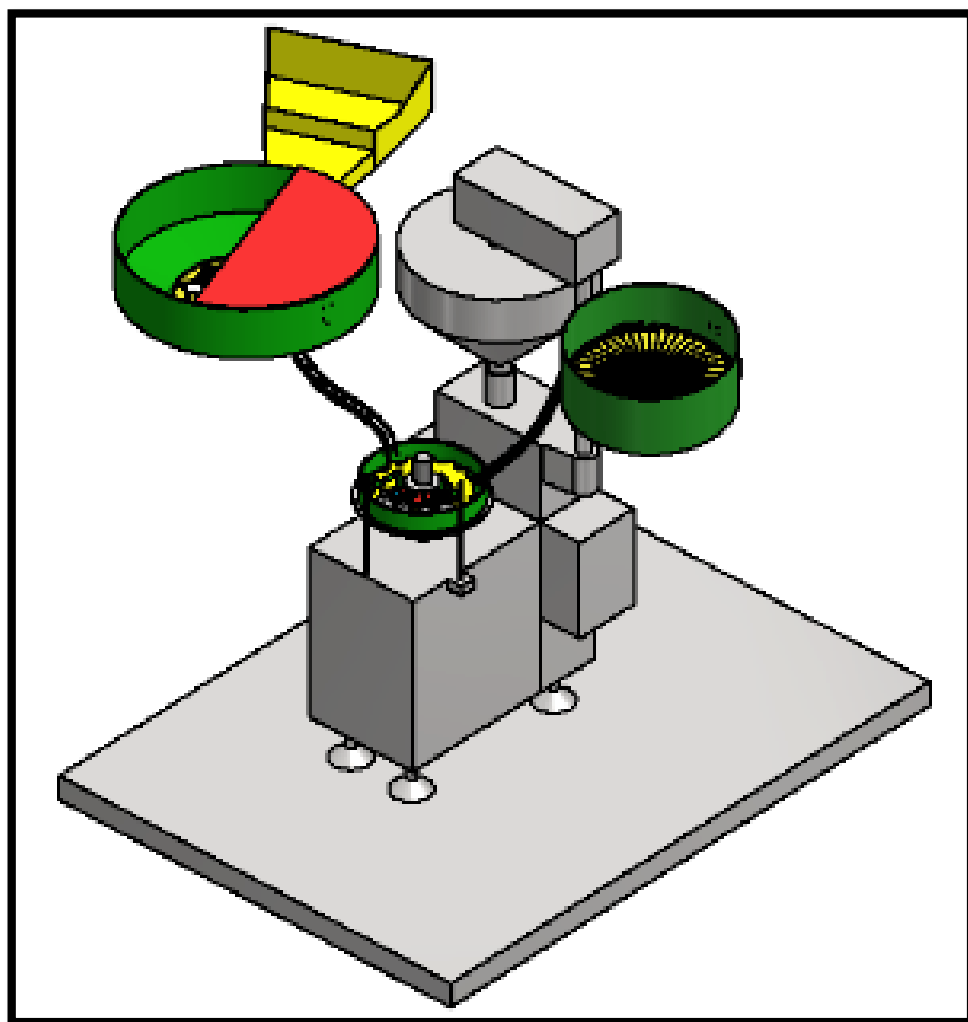


Figura 84 Vista Isométrica del Ensamblaje General, generado en el programa de diseño computacional.

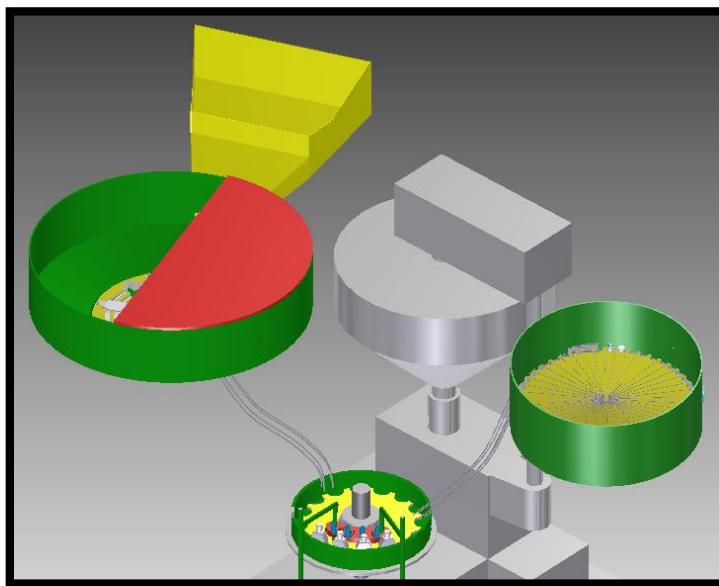


Figura 85 Vista Isométrica del Ensamblaje General, generado en el programa de diseño computacional.

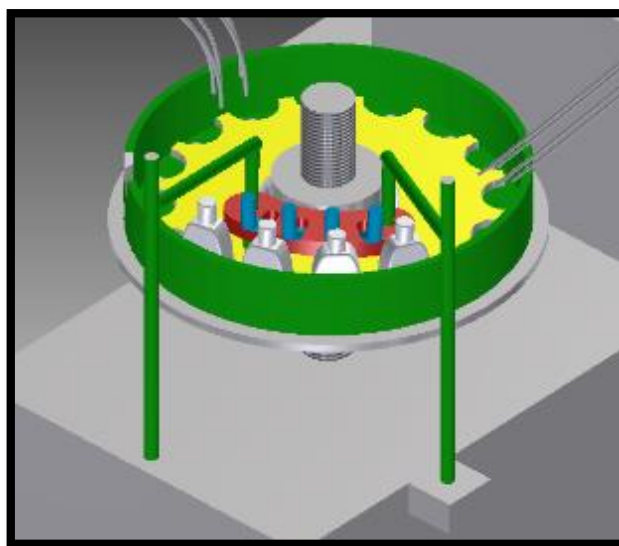


Figura 86 Vista Isométrica Final del Plato, generado en el programa de diseño computacional.

4.12. Complementos

La tabla N°10, con medidas en milímetros, sugiere las dimensiones de los complementos no diseñados a través de Autodesk Inventor 2015, de dominio público en ferreterías y establecimientos afines.

Complemento	Anchura	Largo	Profundidad	Radio	Cantidad	Material	Sección
Resortes	N/A	N/A	10	5	4	Acero	Enroscado
Cinta	35	300	2	N/A	1		Enroscado
Bisagra Resorte	12	20	2	N/A	1	Acero	Envases
ElectroVálvula					2		Env/Tap
Fotocélula					2		Env/Tap
Motor Eléctrico					2		Env/Tap

Tabla N°7 Especificaciones de complementos sugeridos para la complementación de los dispositivos diseñados.

4.13. Ordenador de Envases expulsados

Previamente se comentó la necesidad de solventar el estancamiento y caída de los envases en la línea de producción de champú, al ser expulsados del plato de la envasadora. Sin embargo, observando el proceso de llenado de cremas, que se realiza en la misma llenadora, se pudo observar que la falla es recurrente, lo que indica que es indiferente del tipo de llenado que se esté realizando.

Aunque el diseño de un dispositivo que permita mejorar la eficiencia de expulsión de envases, para su llegada a la cinta continua que traslada el producto al área de confección; no está planteado como un objetivo del proyecto, el personal mecánico del área, junto a la iniciativa del Departamento de Mejora Continua y el

personal del Taller de Precisión, lograron solventar este problema basándose en otros dispositivos y adaptándolo en dimensiones tal y como lo indica la Figuras N°97 y N°98.



Figura 87 Vista en ángulo de dispositivo ordenador de envases tras expulsión del plato.



Figura 88 Vista en ángulo de dispositivo ordenador de envases tras expulsión del plato, con compuerta abierta.

CAPÍTULO V

5. OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

Toda máquina es diseñada y fabricada para trabajar bajo ciertas condiciones consideradas ideales, las cuales velan por la eficiencia del equipo y de la producción. La obtención de dichas condiciones, son consecuencia del buen uso de la máquina y el mantenimiento regular y detallado de las piezas que conforman el equipo, en especial de aquellas que se encuentran en constante movimiento como producto de la transferencia de potencia a través del roce.

5.1. Operación de la Envasadora y Complementos

Para el correcto funcionamiento de la línea de envasado de champú, es necesario realizar ciertos pasos de encendido e inspección visual. Al incluir los dispositivos diseñados en la línea de envasado, es necesario definir los pasos a seguir por los operadores para su debido accionar.

1. Abrir la alimentación de aire comprimido general para la envasadora, ordenadora de envases y de tapas.
2. Alimentar el preordenador de la ordenadora de envases con una bolsa de 300 unidades.
3. Alimentar la torva de la ordenadora de tapas con media bolsa, es decir, 1500 unidades aproximadamente.
4. Encender el rotor de la ordenadora de envases.
5. Encender el rotor de la ordenadora de tapas.
6. Revisar la no presencia de algún ducto suelto cercano al plato.
7. Abrir el paso de aire comprimido de la envasadora.
8. Encender la envasadora.

5.2. Limpieza e inspección visual

La limpieza de los componentes de la línea de envasado y del área general se realizará cada tres (3) lotes del mismo producto o, en su defecto, al realizar el cambio de producto. En dicha limpieza se deben desinstalar y enviar al área de esterilización a todas aquellas partes mecánicas que mantienen contacto continuo o parcial con el producto, en este caso, con el champú. Los demás componentes se deben limpiar de partículas existentes en el aire a través de aire comprimido y toallas llenas de alcohol para el posterior lavado del área.

Al realizar la limpieza, el personal operativo debe inspeccionar los rodamientos, engranajes, ejes, y partes mecánicas propensas al desgaste por roce.

5.3. Mantenimiento

El mantenimiento, realizado por el personal mecánico, se fundamenta en la inspección, lubricación y reemplazo de motores, poleas, ductos, engranajes, y otras piezas mecánicas para que la máquina continúe operativa.

CAPÍTULO VI

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

Se realizó el diseño de los dispositivos necesarios para automatizar la línea de envasado, utilizando la metodología del diseño para obtener las mejores opciones.

Los automatismos diseñados están destinados al área farmacéutica.

Los diseños desarrollados en el presente Trabajo Especial de Grado, cumplen con las exigencias requeridas por las Normas de Buenas Prácticas y Manufactura del Área Farmacéutica y las normas COVENIN.

Se presentan los cálculos necesarios para el diseño de las máquinas.

El diseño fue realizado a través de Inventor Autodesk 2015, que es un programa de diseño computacional asistido.

Se realizaron sugerencias de operación y mantenimiento.

6.2. Recomendaciones

- Ejecutar el proyecto planteado teniendo en mente su aplicación en el ordenamiento de tapas y envases, en distintas presentaciones plásticas del mismo o de diferentes productos.
- Añadir variadores de frecuencias para regular el flujo de alimentación de envases y tapas a la envasadora, y así permitir el ajuste acorde a la velocidad de producción.
- Instalar compuertas de cerrado automático accionadas por la fotocélula situada en los rieles de almacenamiento, para que, de ésta manera, se mantenga el motor encendido durante el tiempo de producción.
- Aplicar los sistemas de colocados de envases y tapas que ya han sido instalados en las líneas de envasado de líquidos.
- Realizar el diseño de las partes mecánicas que permitan la instalación de los dispositivos en el área de trabajo.
- Agregar otra escalera al área de envasado para facilitar el vertimiento de tapas y envases en sus respectivos ordenadores.

BIBLIOGRAFÍA.

- Mott, Robert L. (2006). *Diseño De Elementos De Máquinas*. (4ta ed.). Méjico: Pearson Educación Mott, Robert L (2006) Diseño de Elementos de Máquinas, 4ta Edición.
- Boccardo, Renzo (2006) *Creatividad en la Ingeniería de Diseño*, Editorial Equinoccio USB.
- Rosero M., Pinzón L.y Vargas J. (2010) *Envasadora y Selladora Automática de Productos Lácteos*. Trabajo de Grado. U.C.V., Facultad de Ingeniería.
- Ardila J., Herrera R.y Rodríguez, L. (2010). *Envasadora de Emulsiones y Shampoos para la Empresa Belcore*. Trabajo de Grado. U.C.V., Facultad de Ingeniería.
- Pereira, P. y Ruiz, M. (2010) *Aplicación de Técnicas del Diseño Conceptual para la Creación de un Espacio de Enseñanza Aprendizaje que Reúna Conomientos Teóricos con Experiencias Técnicas*. Trabajo de Grado. U.C.V., Facultad de Ingeniería.
- COVENIN 2272-91 (1991). *Principios Ergonómicos De La Concepción De La Concepción De Los Sistemas De Trabajo*.
- COVENIN (1990). *Manual para la evaluación de sistemas de control de calidad de empresas*. FONDONORMA, Comisión venezolana de normas industriales, Caracas.
- Arrúe, José y Ribera, Elizabeth (2014) *Diseño de una Máquina Semiautomática para el Eviscerado de Pescado*. Trabajo de Grado. U.C.V., Facultad de Ingeniería.
- Zelmik, M y Panero, J. (1983). *Las dimensiones humanas en los espacios Interiores*. Editorial Gustavo Gili S.A., Barcelona.

REFERENCIAS ELECTRÓNICAS

- (2008). *La Automatización de la Industria*. Extraído el día 14 de abril desde http://www.infomadera.net/uploads/articulos/archivo_2116_17668.pdf?PHPS ESSID=e1de0e300fd041adce6894e0f2c5a275
- COVENIN 2273-91 (1991). *Principios Ergonómicos de la Concepción de los Sistemas de Trabajo*. Extraído el día 14 de abril desde http://www.cpzulia.org/ARCHIVOS_SSA/2273_1991_principios_ergonomicos.pdf
- Rangel, Rigel (2008). *Automatización de esterilizadores para productos alimenticios enlatados*. Extraído el día 16 de abril desde <http://saber.ucv.ve/jspui/bitstream/123456789/785/1/T.E.G.%20Rigel%20Rangel%20-%20Automatizaci%C3%B3n%20de%20Esterilizadores.pdf>
- Rodríguez, C y Cortés, A. (2007). *Maquina automática de llenado y sellado de envase tipo pet para condimentos en polvo*. Extraído el día 16 de abril desde <http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/16653/T44.07%20R618m.pdf?sequence=1>
- (2007). *Técnicas de Análisis de Datos*. Extraído el día 25 de abril desde <http://ocw.um.es/transversales/utilizacion-del-podcast-como-recurso-educativo-en/material-de-clase-1/ii-09-tecnicas-de-analisis-de-datos.pdf>
- Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales de España (1988) *NTP 242: Ergonomía: análisis ergonómico de los espacios de trabajo en oficinas*. Extraído el día 25 de abril desde http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/201a300/ntp_242.pdf
- Departamento del Trabajo e Industrias del Estado de Washington (2007). *Ergonomía en la Oficina*. Extraído el día 25 de abril desde https://www.seguroscaracas.com/paginas/biblioteca_digital/PDF/1/Documentos/Ergonomia/ergo_ergonomiaenlaoficina.pdf

- Iglesias, Fernando. (2001). *Ergonomía y Salud en los Entornos de Oficina*. Extraído el día 25 de abril desde <http://www.ingenieroambiental.com/4014/ergonosalud.pdf>
- Universidad Complutense de Madrid (2001). *Recomendaciones ergonómicas y psicosociales. Trabajo en oficinas y despachos*. Extraído el día 25 de abril desde <http://www.ucm.es/data/cont/docs/3-2013-02-18-1-RECOMENDACIONES%20ERGON%C3%93MICAS%20Y%20PSICOSOCIALES.%20TRABAJO%20EN%20OFICINAS%20Y%20DESPACHOS.pdf>