

**ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
EXTENSIÓN LATACUNGA**

CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN DOSIFICADOR Y
EMPACADOR DE PRODUCTO ALIMENTICIO
MOLIDO Y SECO DE 50 GR.**

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN
ELECTROMECAÁNICA**

ELABORADO POR:

MORALES TOAPANTA EMILIO ENRIQUE

LATACUNGA, JULIO 2010

CERTIFICACIÓN

Se certifica que el presente trabajo fué desarrollado en su totalidad por Emilio Enrique Morales Toapanta, bajo nuestra supervisión.

Ing. Fausto Acuña
DIRECTOR DE PROYECTO

Ing. Mario Jiménez.
CODIRECTOR DE PROYECTO

DECLARACIÓN, AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Quien suscribe, Morales Toapanta Emilio Enrique portador de la cédula de ciudadanía 180388725-4, con libertad y voluntariamente declara que el presente tema de investigación: **DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN DOSIFICADOR Y EMPACADOR DE PRODUCTO ALIMENTICIO MOLIDO Y SECO DE 50 gr.** ha sido desarrollado con base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros, conforme las citas que constan al pie de las páginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía.

Consecuentemente este trabajo es de mi autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico del proyecto de grado en mención.

Atentamente,

Morales Toapanta Emilio E.

AUTORIZACIÓN

Yo, Morales Toapanta Emilio Enrique autorizo a la Escuela Politécnica del Ejército la publicación en la Biblioteca Virtual de la Institución el Proyecto de Tesis titulado **“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN DOSIFICADOR Y EMPACADOR DE PRODUCTO ALIMENTICIO MOLIDO Y SECO DE 50 GR.”**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y auditoria.

Atentamente,

Morales Toapanta Emilio E.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar te agradezco a ti Dios, por ayudarme a terminar este proyecto, gracias por darme fuerzas y coraje para concretar este proyecto, por ponerme en este mundo por estar conmigo en cada momento de mi vida. Por cada regalo que me ha dado y que inmerecidamente he recibido.

A mi familia que me proporciono su apoyo total y fe en mi de que podía terminar A Dios que me ha dado la vida y la oportunidad de acabar mis estudios académicos así como al esfuerzo realizado por mis padres y mi familia en su totalidad así como a mis amigos que me ayudaron con la maquinaria para poder construir.

Ademas agradezco a mi toda mi familia y amigos que de una u otra forma estuvieron pendientes a lo largo de este proceso, brindando su apoyo incondicional

Para mi director Ing. Fausto Acuña que me permitió estar en este proyecto de tesis, así como todo su apoyo incondicional y depositar su confianza en mi. admiro su nobleza y a la vez firmeza.

Para mi codirector Ing Mario Jimenez que tambien participo en que termine el proyecto y mi formacion profesional. Admiro su calidad humana

A todos ustedes y a quienes no he mencionado en forma directa de todo corazón, que dios los bendiga, porque han sido una bendición en mi vida

Emilio Morales. (Milo)

DEDICATORIA

A Dios. por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor por no abandonarme gracias por ayudarme a levantarme en mis fracasos, aprender de ellos y principalmente por permitirme realizar uno de los sueños mas importantes de mi vida

A mis padres por todo su tiempo, esfuerzo y sacrificio con el fin de verme realizado profesionalmente les debo mucho y ahora es mi turno de corresponder.

A mi esposa que con su valiosa paciencia su ayudarme a salir cuando me derrumbaba por las noches que te sacrificabas por esperar este momento

A toda mi familia que con su forma de decir las cosas realsaban el impetut de retomar las cosas

Emilio Morales.(Milo)

PRÓLOGO

Nuestro país está en constante crecimiento por lo que ahora las medianas y pequeñas empresas tratan de llegar a competir con empresas grandes pero el costo de la maquinaria para hacer esto les detiene y llegan a quedarse solo compitiendo entre estas, el principal objetivo de esta tesis es el diseño y construcción de una máquina que saque el producto empacado de una misma cantidad igual que las empresas ya reconocidas y de gran calidad en el mercado pero en un valor accesible para estos pequeños productores.

Para la elaboración de esta máquina se necesitó de conocimiento previo de algunos parámetros y diseños existentes en el mercado para luego dar paso a la selección del diseño, tipo de materiales a utilizar y definir cada uno de los métodos a utilizar en la creación de esta maquina.

La construcción de la máquina se realizó previo la definición de las siguientes etapas; Almacenamiento, Dosificado, Formado de funda, Sellado y corte de la funda.

Para el almacenamiento se necesita utilizar material en acero inoxidable ya que la maquina esta diseñada para producto alimenticio, fue conveniente formar la tolva de tipo cono truncado debido a que permite una mejor evacuación del producto.

Para el sistema de dosificado se ha visto conveniente la dosificación volumétrica que se a separado en dos sistemas como es el de volumen y de transporte ya que se ha unido estos procesos para poder cumplir con las necesidades de regulación y transporte del producto.

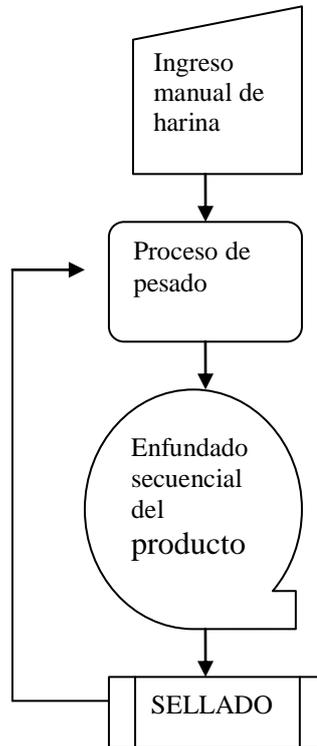
El formado de la funda para envasado se realiza a partir de un rollo de lámina plástica la cual al pasar por un formador da lugar a la formación de un tubo continuo que posteriormente será sellado llenado y cortado. El formador se lo creo en acero inoxidable.

Tanto el sellado vertical como el sellado y corte horizontal tienen como elemento principal una prensa que es accionada por un cilindro para cada subproceso. En este sellado tiene un vértice que es formado por la manga plástica. En este proceso se utiliza otro elemento que es una resistencia eléctrica que produce calor para el sellado del plástico.

Las características principales de la maquina son; estructura con tubo cuadrado y cubierto con una lámina de acero inoxidable, gabinete eléctrico, elementos eléctricos de alta confiabilidad, sistema dosificador accionado por electroválvula, arrastre por pistones controlado por la electroválvula, control de fin de rollo y apagado de la empacadora, Voltaje 220 y 110 V, presión de aire 90 a 120 psi, control por logo 230rc siemens, control de producto, excelentes acabados.

El funcionamiento de la maquina se da de la siguiente forma:

Diagrama de procesos



OBJETIVO GENERAL

Diseñar y construir un dosificador y empacador de producto alimenticio molido y seco de 50 gr. Automático.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Diseñar el sistema de almacenamiento y pesaje
- Diseñar el sistema de enfundado sellado y corte
- Diseñar o Seleccionar los actuadores, dispositivos de control y de protección
- Construir y montar las diferentes partes de la máquina
- Realizar las diferentes pruebas y ajustes para el funcionamiento óptimo de la máquina

JUSTIFICACIÓN

Mediante la creación de este proyecto implementaremos servicios como el empaquetado de productos alimenticios como pueden ser achote, comino, azúcar, harinas, granos, etc. Para que los pequeños productores de estos tengan la posibilidad de competir con el mercado gracias a este sistema se logre un mayor prestigio y calidad en sus productos, puesto que tendremos medidas estándar y automatización en el diseño para una excelente presentación y rapidez del embalado, brindando así facilidad y optimización en el trabajo.

Esta empaquetadora esta programada para la manipulación de cualquier tipo de personal ya que esta persona el único trabajo que tendrá es poner la materia prima que se va a procesar y recoger el producto no obstante ya no será como lo hacen en la actualidad pesar, llenar, y sellar manualmente. Como este tipo de método es sumamente manual no tenemos el producto con un cuidado de asepsia por el mismo hecho de estar en contacto con el trabajador por lo cual no llenan las expectativas que los súper mercados y mercados exigen por la calidad que los mismos presentan

CAPITULO I

MÁQUINAS DOSIFICADORAS Y EMPACADORAS

1.1. Introducción

Ecuador es un país en crecimiento por lo cual en la actualidad aparecen las pequeñas y medianas empresas (PYMES) debido a ello se incrementa cada vez más la automatización de los procesos para optimizar recursos, reducir esfuerzo de mano de obra y mejorar la calidad del producto, abriendo así puertas para llegar a los mercados nacionales y poder alcanzar un nivel internacional en avances tecnológicos.

Hoy podemos ver que los métodos utilizados por los microempresarios para el proceso dosificación y embalaje del producto son muy lentos, por apresurar el proceso existen en muchas ocasiones diferencia y distorsión entre éstos, siendo de similares características además que su sellado y presentación de enfundado no cumplen con normas de calidad¹ como son mantener la higiene de forma que el enfundado que se lo hace por lo general manualmente existe mucha manipulación de producto que se enfunda lo cual no permite competir con las grandes industrias.

En el país existen empresas que se dedican a distribuir productos alimenticios como son semillas, granos, granos secos y molidos en general, productos que en si se distribuyen al consumidor final en fundas sueltas, por lo mismo existe la manipulación y no tienen características presentables que demuestren asepsia, buena presentación, e información sobre utilidades etc. Aunque podemos encontrar estos productos de diversas marcas en el mercado debemos tener presente que son muy costosos debido ya que pertenecen a marcas

¹ normas inen 2532 art 7 año 2010

muy reconocidas de grandes empresas nacionales e internacionales por lo cual el sector microempresario tiene la necesidad de seguir implementándose para crecer y así competir, en base a la obtención de maquinaria mas económica pero que cumplan y satisfagan las necesidades del mercado.

Se presenta el diseño de esta máquina empacadora y selladora para que el producto no sufra mucha manipulación ya que solo se lo trasladará al cono de la máquina manualmente pero no tiene contacto directo con las manos por que sale ya empacado de esta manera garantizamos asepsia, también se mejora la presentación ya que se puede utilizar polietileno impreso con la información necesaria sobre las utilidades y beneficios del producto al momento de empacarlo.

Esta máquina debe cumplir el proceso mostrado en la figura (1.1)

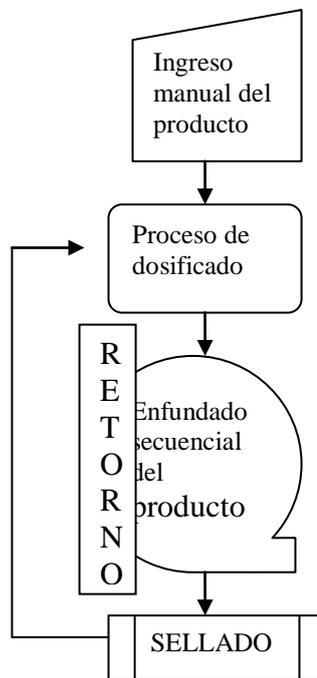


Figura. 1.1 Proceso de máquina

Dosificadores

Dosificador de sólidos son sistemas electromecánicos que entregan una proporción dada de un material mediante el pesaje del mismo, con la finalidad de mezclar con otros componentes constituyentes de una mezcla en particular o solo la de separar en cantidades exactas como se muestra en la figura 1.2 tipos de dosificadores

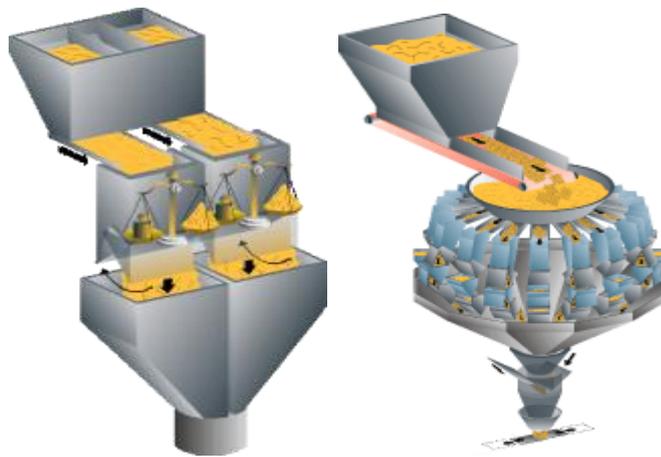


Figura. 1.2 Dosificadores

Un sistema automático de dosificación es un conjunto de procesos y operaciones el cual tiene la función de entregar la cantidad correcta de producto, con la participación mínima y a veces casi nula del personal humano. La producción se obtiene en porciones, cuando se completa la porción el equipo debe volver a llenar producto y procesar la siguiente porción.

El sistema automático para la dosificación de sólidos está conformado por partes mecánicas, eléctricas y una neumática, la misma está integrada por una copa que recoge la cantidad exacta la que está compuesta por un material apto para producto alimenticio en este caso acero inoxidable por estar en contacto directo con la materia prima y que van a ser sujetas a una dosificación automática.

Los dosificadores funcionan con sólidos a granel con mezclas sólido-liquido o sólido-gas, que pueden ser de flujo fácil, pegajosos, resinosos, corrosivos, erosivos, calientes, plásticos

o pastosos, en nuestro caso se ha centrado básicamente en la dosificación de productos sólidos y molidos.

1.2. Tipos de dosificadores

1.2.1. Por vibración

Este sistema es práctico para dosificar productos secos de estructura rígida con una precisión no muy alta. Está compuesto por un elemento que produce la vibración y un soporte elástico

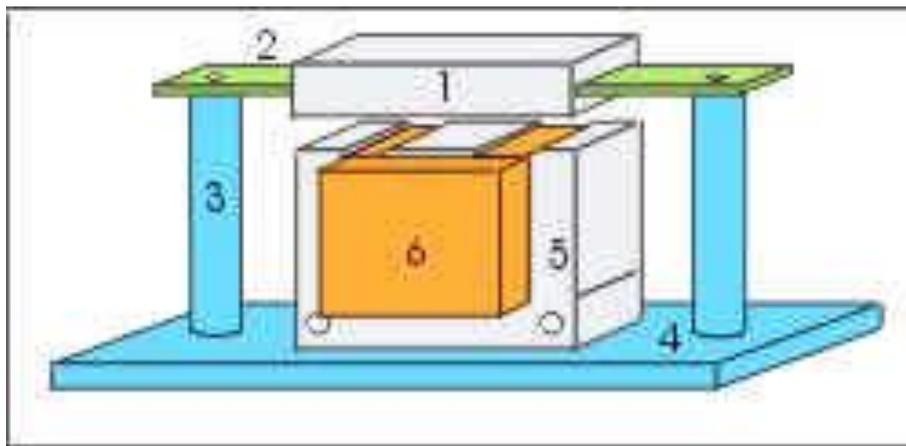


Figura. 1.3 Vibrador electromagnético

Un ejemplo de vibrador electromagnético es el mostrado en la figura 1.3 con sus partes:

- 1.- Laminación
- 2.-Flejes
- 3.-Columnas de los flejes
- 4.-Base
- 5.-Núcleo
- 6.-Bobina

El núcleo (5) es rodeado por la bobina (6) que produce el campo magnético alterno. la laminación (1) es atraída por el campo magnético y no choca con el núcleo por estar suspendido con los flejes (2) a una distancia de 3-4 mm. El campo magnético es una onda que varía 60 veces por segundo, en su momento de mayor poder la pieza 1 está más cerca del núcleo, en el momento cero está en su posición de reposo. Esto se produce 60 veces

por segundo en nuestra red eléctrica si sobre la pieza (1) colocamos una bandeja con forma de U e inclinamos el conjunto, el material sobre la bandeja se deslizará hacia abajo como muestra la figura 1.4

En el ejemplo el material cae sobre la bandeja y se desliza hacia abajo por la vibración. Regulando la intensidad de la vibración se regula la cantidad de material dosificado

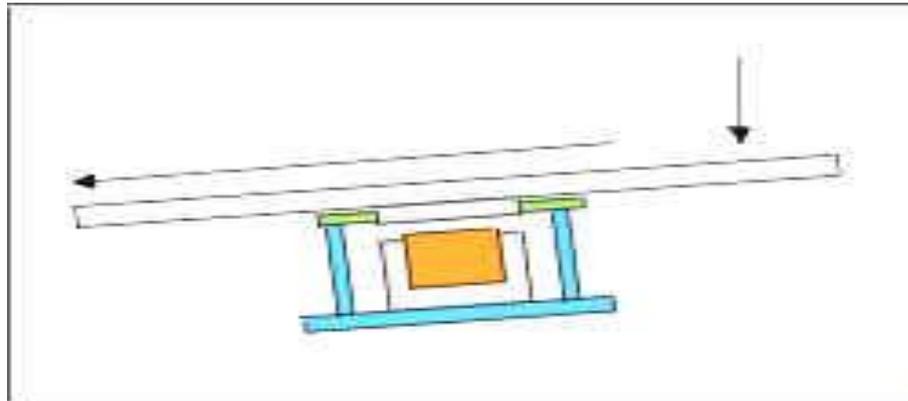


Figura. 1.4 Vibrador electromagnético con ángulo de inclinación

En este modelo la bandeja vibratoria está horizontal, el vibrador en su extremo y los soportes tienen una zona flexible (amarillo) de poliuretano. La vibración se transmite a la bandeja y el material es desplazado hacia delante como se observa en la figura 1.5

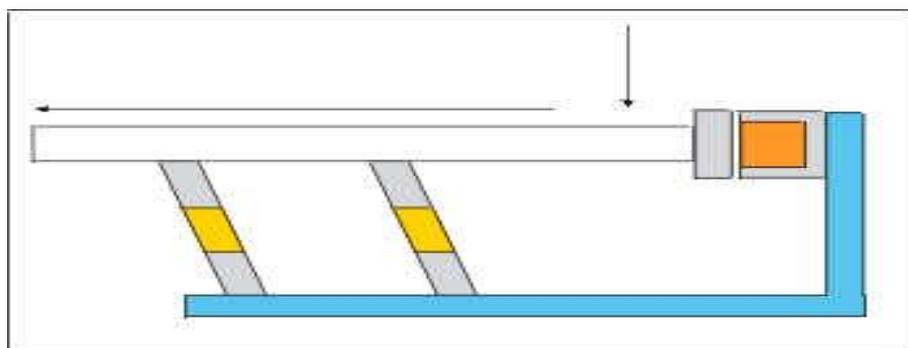


Figura. 1.5 Vibrador electromagnético horizontal

1.2.1.1. Aplicación.-

Los alimentadores electromagnéticos tienen una amplia gama de aplicaciones en la mayoría de los procesos industriales donde se requiera la dosificación de materiales granulados o pulverulentos con ajuste manual. Pueden funcionar dosificando materiales en forma manual sobre líneas continuas (esparcir sal, azúcar, maní molido o confituras sobre

líneas de biscochos, snack, helados, etc.), o en forma automática alimentando molinos (controlados por la variación de corriente), balanzas, máquinas de empaque o reactores químicos funcionando de acuerdo a una señal eléctrica emitida por un sensor como se muestra en la figura 1.6 un ejemplo de dosificador por vibración con inclinación

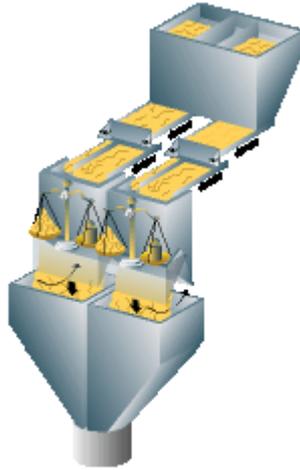


Figura. 1.6 Dosificador por vibración

1.2.2. Por Tornillo

El elemento de dosificación en este tipo es una rosca de paso n el cual se calcula según el producto y la cantidad ya que al girar desenroscando traslada el material desde la tolva a la salida el cual puede ser utilizada en el empaque o a su vez en mezcla de productos con cantidades que se necesita según la utilización que se le dé a este dosificador

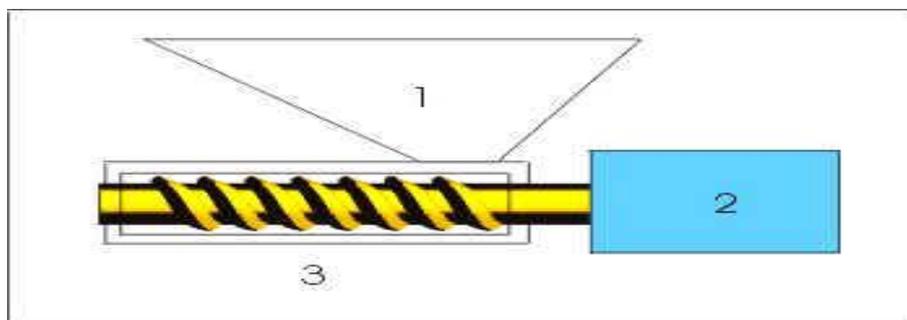


Figura. 1.7 Dosificador con tornillo sin fin

Partes de un dosificador con tornillo

- 1.-Tolva
- 2.-Motor
- 3.-Tornillo

En la figura 1.7 tenemos un ejemplo de funcionamiento de un dosificador con tornillo sin fin en el que (1) tenemos la tolva con materia prima a dosificar (2) es el motor de velocidad variable y (3) el tornillo dentro de su camisa, este sistema es de precisión ya que si se gira el motor mueve el tornillo y es a su vez moverá el producto según la cantidad de vueltas.

1.2.2.1. Aplicaciones

Los dosificadores de tornillo simple para manejar materiales fluidos como pastillas y polvo. Se utiliza los dosificadores de tornillo doble para manejar materiales más difíciles como pigmentos, polvos pegajosos, inconsistentes o que se desbordan, fibras y fibra de vidrio.

La utilización de tornillo es la más común en la industria por su precisión en la dosificación y por los materiales que se puede dosificar

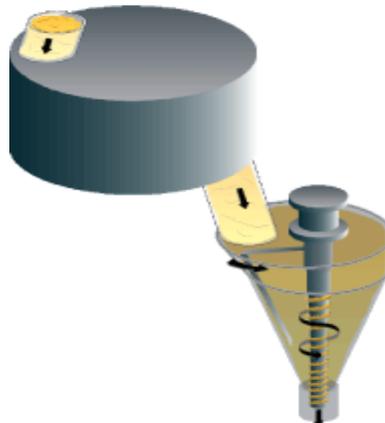


Figura. 1.8 Dosificado con tornillo sin fin

1.2.3. Dosificación volumétrica

La dosificación de líquidos se realiza en una variedad de formas, todas deben de alguna manera determinar la cantidad de centímetros cúbicos, litros o gramos entregados. El sistema por volumen se basa en llenar un recipiente de volumen fijo y descargarlo la cantidad de veces necesarias para completar la cantidad a dosificar el peso específico en relación al volumen desplazado permite conocer los cm³ medidos. Un simple pistón con dos válvulas sirve como método de dosificación así se observa en la fig. 1.9.

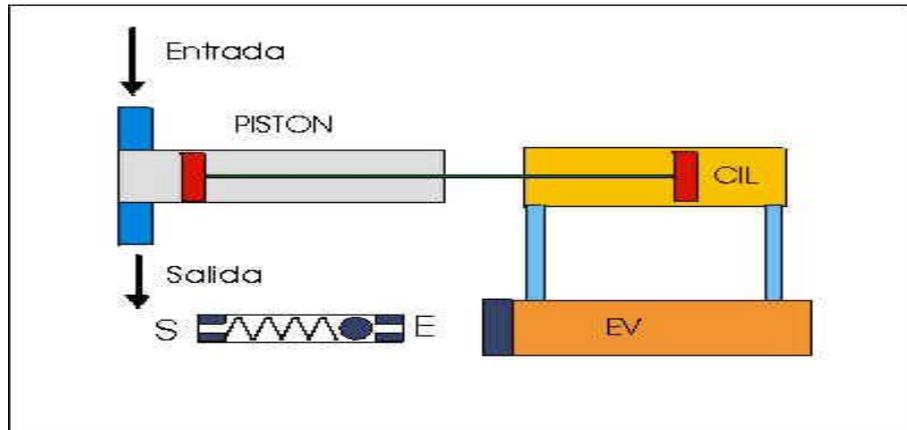


Figura. 1.9 Dosificador volumétrico con pistón

EV= Electroválvula

CIL= Cilindro neumático

S= Salida

E= Entrada

En este caso un cilindro neumático empuja el pistón dentro del pistón dosificador, la electroválvula EV inicia y detiene el avance del cilindro de empuje, las válvulas del dosificador constan de una bolilla empujada por un resorte, cuando hay presión del líquido dentro del pistón dosificador la misma se abre y deja pasar una cantidad de líquido dosificado, avanzando o retrocediendo el cilindro neumático en relación con el pistón dosificador se cambia la cantidad de líquido controlado.

1.2.3.1. Aplicaciones

Este tipo de dosificadores son utilizados en su mayoría para productos alimenticios como son las mermeladas, leches incluso el agua purificada. La utilización de este se visualiza en la industria alimenticia donde necesitan de precisión

1.2.4. Dosificado volumétrico de engranajes

El dosificador volumétrico de engranes con un buen ajuste es un método con presión el funcionamiento de este método se verá con una bomba que al girar succiona líquido de la parte superior E y lo descarga por S, estando ajustado los engranajes en el cuerpo de la bomba y entre si el avance de un diente producirá una descarga uniforme, este sistema es

autónomo y no necesita válvula pues el engranaje actúa de bomba y válvula como muestra la fig. 1.10

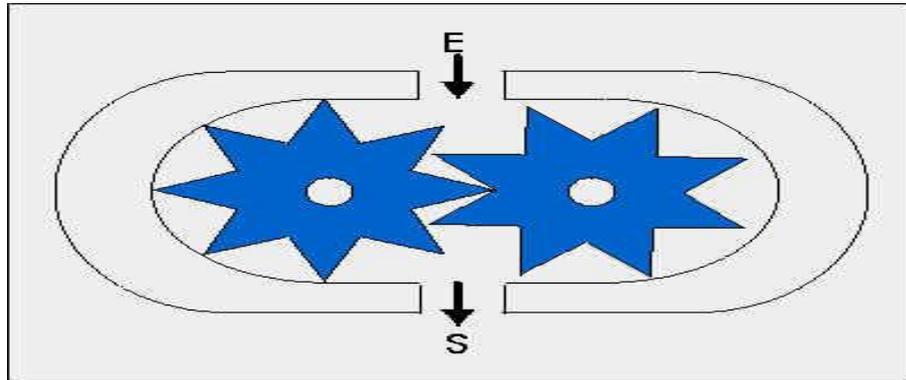


Fig. 1.10 Dosificador volumétrico de engranajes

1.2.4.1. Aplicaciones

El dosificador volumétrico de engranes es utilizado para purificación de agua como es la agua para piscinas

1.2.5. Dosificador volumétrico de bomba peristáltica

En este método el eje que gira arrastra una cruz en cuyos extremos están instalados 4 rodillos que aprisionan un tubo elástico, el espacio entre dos rodillos es el volumen que expulsa la bomba por cada 1/4 de giro.

Supongamos que se fraccionan 10 cm³ entre rodillos y se hace girar 10 vueltas se dosifican 400 cm³. En estos equipos se regula la velocidad del giro y la cantidad de vueltas o fracción, además el canal de alojamiento del tubo flexible tiene lugar para poner más de uno con lo que se pueden dosificar líquidos hacia varios destinos

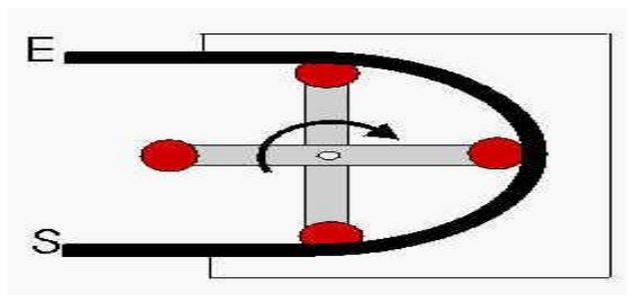


Figura. 1.11 Dosificador volumétrico de bomba peristáltica

1.2.5.1. Aplicaciones

- Máquinas de bombas para bypass de corazón abierto
- Fabricación de alimentos
- Dispensas de bebidas
- Producción farmacéutica
- Lodo de aguas residuales
- Fuentes y cascadas decorativas de mesa

1.2.6. Dosificador volumétrico de sólidos

El dosificador volumétrico de sólidos está provisto de un vaso telescópico que permiten ajustar un peso, de un determinado producto según su volumen. El dosificador adquiere el producto de una tolva de alimentación que está instalada encima del vaso telescópico, mediante el movimiento lineal o circular del vaso, el producto cae en su interior y posteriormente es dispensado mediante la abertura de una tapa, al correspondiente dispositivo de envasado.

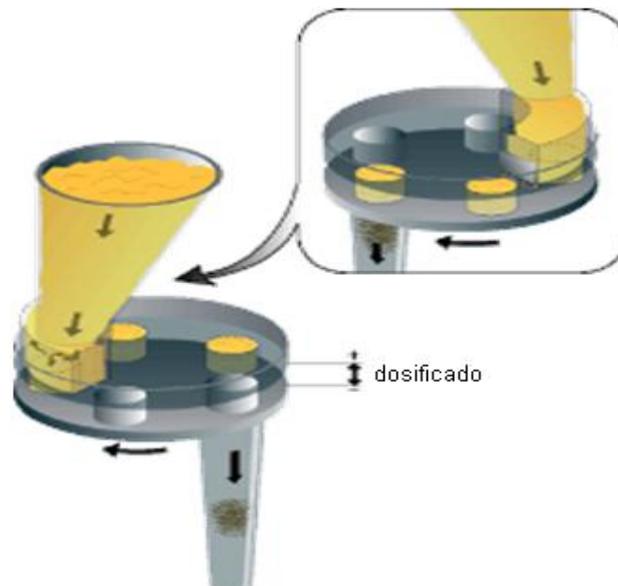


Figura. 1.12 Dosificado volumétrico con vasos

1.2.6.1. Aplicaciones

El dosificador de sólidos es una de los más utilizados en la industria para todo tipo de granos así como también azúcar, ya que es un método muy preciso en la dosificación continua

1.3. Máquinas selladoras

1.3.1. Tipos de selladoras industriales

Existen diversos tipos de selladoras con varias aplicaciones, entre los que se encuentran:

- Selladoras de pedal
- Selladoras de mordaza
- Selladoras continuas
- Selladoras con codificación o fechadoras prácticas y económicas.

Pero como podemos conocer el principio es el mismo se basa en calentar una resistencia y pegar los dos extremos en el medio las fundas a utilizar por lo que veremos las características de los diferentes tipos

1.3.2. Selladoras de Pedal

La selladora de pedal tiene un control de tiempo de sellado para proteger el material y asegurar un correcto sellado. Cuentan con un pedestal para un mejor manejo del producto, así como un sistema de cierre de las resistencias de sellado a través de un pedal.

Las selladoras manuales de pedal, tienen un ancho de sellado grueso y más rudo, y el tiempo de sellado es muy rápido, 2 segundos aproximadamente. Estos equipos son selladores de mayor capacidad por su motor, pueden trabajar continuamente, también poseen sus protectores de teflón para un terminado ideal. Cuentan con resistencias de sellado a través de un pedal. (Calor Directo Convencional)²

² <http://www.solostocks.com.mx/venta-productos/logistica-empaquetado-envasado/máquinaria-empaquetar/selladoras-de-pedal-191158>



Figura. 1.13 Selladoras de pedal

1.3.2.1.Aplicaciones

Las selladoras de pedal de calor directo, con mayor capacidad por su motor, pueden trabajar continuamente. Tienen la característica de tener la resistencia directa sin teflón para lograr sellados de polietileno y materiales aluminizados.

1.3.3. Selladora de pedal con Mordaza

Este tipo de selladoras cuenta con un largo de sello hasta 50 cm en mordaza. Control de temperatura variable de 0 a 200°. Estructura metálica con mesa y pedal para accionar el brazo de sellado. Trabajan con corriente de 125 voltios 60 ciclos/seg., consumo de 250 W/h aproximadamente esto dependerá de la marca y quien lo suministre



Figura. 1.14 Selladoras de Mordaza

1.3.3.1.Aplicaciones

Selladora de mordaza para sellar celofán o polipropileno y polipropileno metalizado

1.3.4. Selladoras Continuas

Este tipo de selladoras tienen la función de banda infinita de cargado y sellado, transporta, sella e imprime (en tinta dependiendo del modelo) en una sola operación. La impresión es de lote, y fecha, con sello en calor; o en el caso de la selladora con impresor, en tinta. Estas máquinas están diseñadas con controles de temperatura y de velocidad de transportación para asegurar una producción y calidad constante, ya sea por un sellado horizontal, vertical (para líquidos, etc.), y/o con stand. Es de gran utilidad para productos largos, y producciones grandes aquí encontramos dos tipos de selladoras continuas

- 1 Selladoras Continuas Verticales
- 2 Selladoras Continuas Horizontales

1.3.4.1.Selladoras Continuas Verticales

Esta es una selladora continua semiautomática vertical, trabaja de manera vertical para un mejor manejo de materiales sólidos y líquidos. El colocado de la bolsa es lateral a una banda de sellado en continuo movimiento, tiene controles de temperatura, de presión (por la fijación del sello y el peso de arrastre de la bolsa a través de la banda transportadora) y de velocidad de la banda transportadora. La máquina también cuenta con un impresor de 12 dígitos alfanuméricos para imprimir un código sobre el sello. La altura máxima de la bolsa es de 60 cm.



Figura. 1.15 Selladora continua vertical

a) Aplicaciones

Banda transportadora para las bolsas

Sellado continuo de bolsas de PE, PP³ y otros laminados

1.3.4.2. Selladoras Continuas Horizontales

Esta es una selladora continua semiautomática, el colocado de la bolsa es lateral a una banda de sellado en continuo movimiento, tiene controles de temperatura, de presión (por la fijación del sello y el peso de arrastre de la bolsa a través de la banda transportadora) y de velocidad de la banda transportadora. La máquina también cuenta con un impresor de dígitos alfanuméricos para imprimir un código sobre el sello. Velocidad 0 - 12 m/s; Ancho de sellado 2 – 1.5 mm; Largo de sellado sin límite Temperatura 0 - 300°C Voltaje 110/220 V Potencia 0,6 KW;⁴



Figura. 1.16 Selladora horizontal

a) Aplicaciones

Banda transportadora para apoyar bolsas

Sellado continuo de bolsas de PE, PP y otros laminados

Panel de control análogo

Opcional

Fechador de Hot Roll (tinta caliente)

1.3.5. Selladoras de escuadra

Estos equipos son en especial para materiales en rollos o bobinas de película doblada en un lado y abierta del otro. A diferencia de las anteriores, estas selladoras cuentan con

³ PE=Polietileno PP=Polipropileno

⁴ <http://www.her-maq.com.mx>

resistencias de alambre redondo colocadas en ángulo a 90°. El alambre por ser más delgado en su punto de presión, facilita con el calor trozar el material, dejando finamente unidas las paredes del material en ambos lados, es decir, para la manufactura de la bolsa que precederá un lado ya ha quedado cerrado, el segundo lado ya está de la misma forma por tratarse de un material doblado y con un sólo sellado a realizar en forma de escuadra (en dos lados), dejará la bolsa impermeable en sus cuatro lados y a su vez dejará cerrado en esta operación un lado de la bolsa siguiente (que le precede). Por lo antes dicho, bastará una sola operación de sellado por bolsa.



Figura. 1.17 Selladora de escuadra

1.3.5.1. Aplicaciones

Este sellado es muy usual en películas termo encogibles o en el sellado de bolsas donde no se requiere una fuerte unión de material y se deja una huella de unión poco perceptible.

1.4. Sistema de almacenamiento

En esta sección describiremos los diferentes sistemas de almacenamiento que sirven para la dosificación de varias materias alimenticias en la cual indicaremos los significados y los tipos existentes en el mercado

Tolva.- Se denomina tolva a un dispositivo destinado al depósito y canalización de materiales granulares o pulverizados permitiendo que su contenido pase poco a poco a otro lugar o recipiente de boca más estrecha; suele tener forma de pirámide o cono invertido, ancho por la parte superior y estrecho y abierto por la inferior:

1.4.1. Tanques y tolvas más utilizadas

a) Cilindro

$$V = \frac{\pi}{4} D^2 H$$

Ecuación 1.1

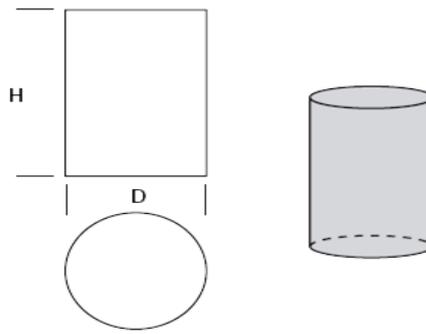


Figura 1.18. Cilindro

b) Cono truncado

$$V = \frac{\pi}{3} h [D^2 + dD + d^2]$$

Ecuación 1.2.

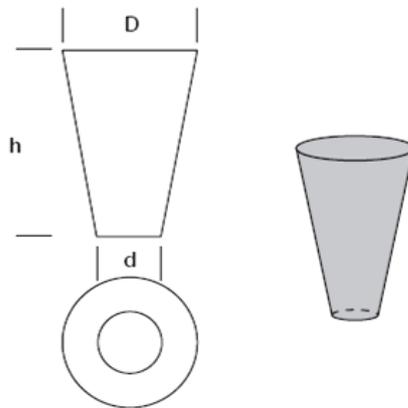


Figura 1.19 Cono truncado

c) Cilindro parcial

$$V = \frac{\pi}{8} h D^2$$

Ecuación 1.3.

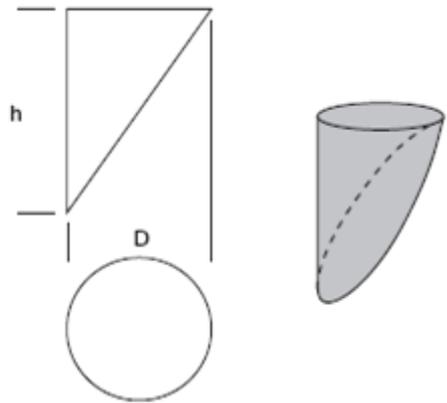


Figura 1.20 Cilindro parcial

d) Cilindro horizontal truncado

$$V = \frac{\pi}{4} D^2 L - \frac{\pi}{720} D^2 L \cos^{-1} \frac{h-D}{D} + \left(h - \frac{D}{2} \right) L \sqrt{hD - h^2}$$

Ecuación 1.4.

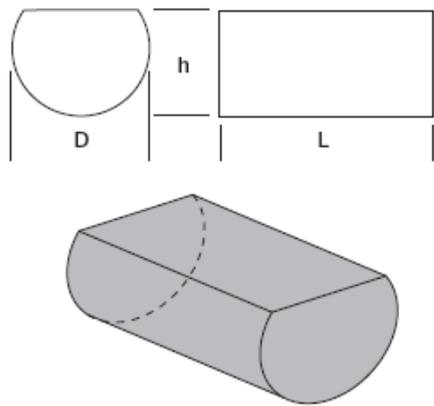


Figura 1.21. Cilindro horizontal truncado

e) Prisma rectangular

$$V = ABH \quad \text{Ecuación 1.5.}$$

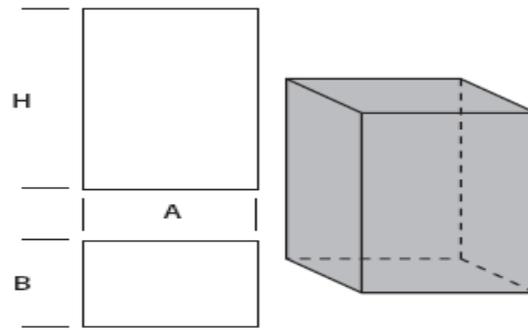


Figura 1.22. Prisma rectangular

f) Prisma trapezoidal

$$V = \left(\frac{a + A}{2} \right) Bh$$

Ecuación 1.6.

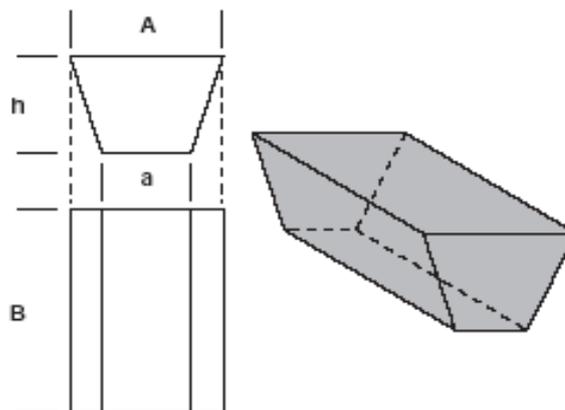


Figura 1.23. Prisma trapezoidal

g) Pirámide truncada

$$V = \frac{h}{6} (AB + Ab + aB + 2ab)$$

Ecuación 1.7.

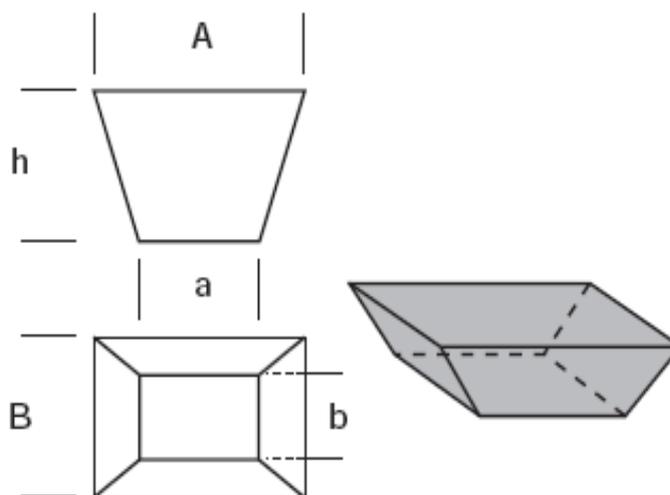


Figura 1.24. Pirámide truncada

1.4.2. Material para el envase.

El envasado preserva la calidad del producto y los protege de los daños que pudieran producirse durante el almacenamiento, el transporte y la distribución. La protección ejercida puede ser de tres tipos:

Química. El envasado puede impedir el paso del vapor de agua, del oxígeno y de otros gases, o actuar de forma selectiva, permitiendo sólo el pasó de algunos de los gases.

Física. El envasado puede proteger del polvo y la suciedad, de las pérdidas de peso y de los daños mecánicos.

Biológica. El envasado puede impedir el acceso al alimento de microorganismos e insectos, afectar el modo o velocidad de la alteración, o la supervivencia y crecimiento de los gérmenes patógenos que pudiera haber en el producto.

Los envases pueden ser rígidos (latas, papel, cartón, vidrio, plástico) o flexibles (plásticos, yute⁵, hoja de aluminio), los plásticos son cada vez más utilizados. Mediante diversas combinaciones de materiales y técnicas de procesado, es posible producir envases con cualquiera de las propiedades funcionales que se consideren deseables.

Como se observo anteriormente el envase se confecciona en moldes o a partir de películas plásticas. Estas películas plásticas se las adquiere en el mercado generalmente con el nombre de films. Los más utilizados para el envasado de productos son los de polietileno y polipropileno. Sus características principales son:

POLIETILENO

Antiguamente llamado "Polimetileno"(PE), el Polietileno pertenece al grupo de los polímeros de las Poliolefinas, que provienen de alquenos (hidrocarburos con dobles enlaces). Son polímeros de alto peso molecular y poco reactivo debido a que están formados por hidrocarburos saturados. Sus macromoléculas no están unidas entre sí químicamente, excepto en los productos reticulados.⁶

El polietileno es un termoplástico, traslúcido en lámina, flexible, permeable a los hidrocarburos, alcoholes y gases, resistente a los rayos X y los agentes químicos. Los polietilenos se clasifican principalmente en base a su densidad (de acuerdo al código ASTM) como:

- Polietileno de Baja Densidad (PEBD o LDPE).
- Polietileno Lineal de Baja Densidad (PELBD o LLDPE).
- Polietileno de Alta Densidad (PEAD o HDPE).
- Polietileno de Alta Densidad Alto Peso Molecular (HMW-HDPE).
- Polietileno de Ultra Alto Peso Molecular (UHMWPE).

Si la densidad del polietileno aumenta, aumentan también propiedades como la rigidez, dureza resistencia a la tensión, resistencia a la abrasión, resistencia química, punto de reblandecimiento e impacto a bajas temperaturas. Sin embargo, este aumento significa una disminución en otras propiedades como el brillo, resistencia al rasgado y la elongación.

PEBD.- Es un material traslúcido, inodoro, con un punto de fusión promedio de 110°C.

⁵ Fibra tosca de color marrón obtenido del tallo de una planta.

⁶ Envoltorio reticulado caracterizado porque contiene un compuesto biológicamente activo con viscosidad específica o relativa a la masa molecular, asociado a una solución líquida capaz de reducir la infiltración del compuesto mencionado a partir de dicho envoltorio.

Tiene conductividad térmica baja. Sus principales aplicaciones son dentro del sector del envase y empaque (bolsas, botellas, películas, sacos, tapas para botellas, etc.) y como aislante (baja y alta tensión).

PELBD.- Presenta una buena resistencia a la tracción, al rasgado y a la perforación o punción, buena resistencia al impacto a temperaturas muy bajas (hasta -95°C) y en películas posee excelente elongación. Sus principales aplicaciones son como película encojible, película estirable, bolsas grandes para uso pesado, acolchado agrícola, etc.

PEAD.- Presenta mejores propiedades mecánicas (rigidez, dureza y resistencia a la tensión) que el PEBD y el PELBD, debido a su mayor densidad. Presenta fácil procesamiento y buena resistencia al impacto y a la abrasión. No resiste a fuertes agentes oxidantes como ácido nítrico, ácido sulfúrico fumante, peróxidos de hidrógeno o halógenos. Sus principales aplicaciones son en el sector de envase y empaque (bolsas para mercancía, bolsas para basura, botellas para leche y yogurt, cajas para transporte de botellas, etc.), en la industria eléctrica (aislante para cable), en el sector automotriz (recipientes para aceite y gasolina, tubos y mangueras), artículos de cordelería, bandejas, botes para basura, cubetas, platos, redes para pesca, regaderas, tapicerías juguetes, etc.

HMW-HDPE.- Presenta propiedades como buena resistencia al rasgado, amplio rango de temperaturas de trabajo (de -40 a 120°C), impermeabilidad al agua y no guarda olores. Sus principales aplicaciones son en película, bolsas, empaque para alimentos, tubería a presión, etc.

UHMWPE.- Es un material altamente cristalino con una excelente resistencia al impacto, aún en temperaturas bajas de -200°C , tiene muy bajo coeficiente de fricción, no absorbe agua, reduce los niveles de ruido ocasionados por impactos, presenta resistencia a la fatiga y es muy resistente a la abrasión (aproximadamente 10 veces mayor que la del acero al carbón). Tiene muy buena resistencia a medios agresivos, incluyendo a fuertes agentes oxidantes, a hidrocarburos aromáticos y halogenados, que disuelven a otros polietilenos de menor peso molecular. Sus principales aplicaciones son en partes y refacciones para maquinaria.

POLIPROPILENO

El polipropileno (PP) es el polímero termoplástico de baja densidad, rigidez elevada, resistente a los rayos X, muy poco permeable al agua, resistente a las temperaturas elevadas (<135 °C) y a los golpes, parcialmente cristalino. Se obtiene de la polimerización del propileno (o propeno). Pertenece al grupo de las poliolefinas y es utilizado en una amplia variedad de aplicaciones que incluyen empaques para alimentos, tejidos, equipo de laboratorio, componentes automotrices y películas transparentes. Tiene gran resistencia contra diversos solventes químicos, así como contra álcalis y ácidos.

Tipos:

▪ PP homopolímero

Se denomina homopolímero al PP obtenido de la polimerización de propileno puro. Según su tacticidad, se distinguen tres tipos:

- PP atáctico. Material completamente amorfo, tiene pocas aplicaciones.
- PP isotáctico. La distribución regular de los grupos metilo le otorga una alta cristalinidad, entre 70 y 80%. Es el tipo más utilizado hoy día.
- PP sindiotáctico. Muy poco cristalino, lo cual le hace ser más elástico que el PP isotáctico pero también menos resistente.

▪ PP copolímero

Al añadir entre un 5 y un 30% de etileno en la polimerización se obtiene un copolímero que posee mayor resistencia al impacto que el PP homopolímero. Existen, a su vez, dos tipos:

- Copolímero estadístico. El etileno y el propileno se introducen a la vez en un mismo reactor, resultando cadenas de polímero en las que ambos monómeros se alternan de manera aleatoria.
- Copolímero en bloques. En este caso primero se lleva a cabo la polimerización del propileno en un reactor y luego, en otro reactor, se añade etileno que polimeriza sobre el PP ya formado, obteniéndose así cadenas con bloques homogéneos de PP y PE. La resistencia al impacto de estos copolímeros es muy alta, por lo que se les conoce como PP impacto o PP choque.

▪ El PP es transformado mediante muchos procesos diferentes. Los más utilizados son:

- Moldeo por inyección de una gran diversidad de piezas, desde juguetes hasta parachoques de automóviles

- Moldeo por soplado de recipientes huecos como por ejemplo botellas o depósitos de combustible
- Termoformado de, por ejemplo, contenedores de alimentos. En particular se utiliza PP para aplicaciones que requieren resistencia a alta temperatura (microondas) o baja temperatura (congelados).
- Producción de fibras, tanto tejidas como no tejidas.
- Extrusión de perfiles, láminas y tubos.
- Producción de película, en particular:
 - Película de polipropileno biorientado (BOPP), la más extendida.
 - Película moldeada ("cast film").
 - Película soplada ("blown film"), un mercado pequeño actualmente pero en rápido crecimiento.

1.4.3. Técnicas de soldado de los plásticos

La soldadura es un método de unión solo utilizado entre dos termo plásticos teniendo presente que su punto de fusión no sea cercano al punto de desintegración.

1.4.3.1. Soldadura por fusión

Por calentamiento se funde las superficies a unir y se oprime con una presión mínima una contra otra, con lo que el material fundido se suelda Para efectuar el calentamiento se utilizan elementos calefactores convenientes adaptados al sentido de la soldadura. Los elementos de calefacción se calientan por medio de energía eléctrica, con una llama de gas o mediante un radiador eléctrico incorporado, transmitiendo el calor por contacto directo sobre los puntos a soldar

La energía eléctrica se transforma en energía térmica según la fórmula:

$$P=I^2R$$

Donde:

P=potencia (Wattios)

I=corriente (A)

R=resistencia (Ω)

Según la cual la potencia absorbida es proporcional a la resistencia que ofrece al paso de la corriente el cuerpo a calentar. El calor para la fusión puede producirse también por frotamiento, procedimiento que resulta a veces útil con piezas redondas que se hacen girar unas contra otras sobre un torno. En esta técnica se efectúa el calentamiento con chorro de aire caliente a las partes a soldar. Para soldar piezas delgadas y planas, como laminas, se debe controlar con exactitud la cantidad de calor y el tiempo de actuación para que no se quemem.

1.4.3.2.Soldadura con material de aportación

El procedimiento consta de un hilo o varilla para soldar, semejante al trabajo realizado en soldadura de metales. El dispositivo para soldar se encuentra en el interior de un serpentín, en el que se calienta aire comprimido por medio de una llama de gas o dispositivo eléctrico. El chorro de aire comprimido por medio de una llama de gas o dispositivo eléctrico. El chorro de aire caliente se dirige sobre costura preparada y el hilo para soldar, cuyo objetivo es fundir el material base con el hilo. La corriente de aire es producida en este caso por un ventilador incorporado al aparato. Una de las aplicaciones más comunes es la reparación de partes plásticas automotrices

1.4.3.3.Soldadura por alta frecuencia

Para soldar dos o más hojas de plástico, es necesario calentar la zona de unión de todas ellas, hasta la temperatura de fusión presionando al mismo tiempo.

Conviene mantener la presión hasta que la unión soldada se enfríe. Un plástico de tipo polar (PU, PVC, PET, EVA, ABS, TPO.....) se calienta al ser sometido a un campo de alta frecuencia. Cuando se suelda por alta frecuencia, el material plástico comprendido entre el electrodo (molde) y la mesa, experimenta un calentamiento uniforme debido a las pérdidas dieléctricas que se desarrolla el paso de la corriente de alta frecuencia. Si se tiene en cuenta que el electrodo y la mesa están generalmente fríos y que por tanto refrigeran las superficies exteriores de material plástico en contacto con ellas, la mayor temperatura se alcanza en el seno de la unión a realizar; justo donde es más necesario. Por tanto los plásticos se funden en el interior pero permanecen fríos en el exterior.

Esto permite aplicar una densidad de potencia elevada, consiguiéndose tiempos muy cortos de soldadura, de entre 1 y 5 segundos. Los moldes (electrodos) son sencillos, económicos, apenas requieren mantenimiento y pueden ser realizados por el propio usuario. No se desajustan con el tiempo y son fácilmente intercambiables. Una soldadora está compuesta por un generador, la prensa, el electrodo y un sistema de control de temperatura, los cuales se detallan a continuación:

Componentes de la soldadora de frecuencia

a) Generador de alta frecuencia de la soldadora⁷

La potencia nominal del generador limita la superficie máxima de huella de soldadura que la instalación es capaz de soldar

Para las aplicaciones mas frecuentes con dos hojas de plástico de espesores comprendidos entre 0,3 y 0,5 (mm.), la potencia necesaria es de $0,5 \text{ W/mm}^2$, es decir $2000 \text{ mm}^2/\text{Kw}$. Para las aplicaciones de gran calidad (hinchable) con mesas refrigeradas sin aislamiento, se recomienda dimensionar para $0,75 \text{ W/mm}^2$, es decir $1333 \text{ mm}^2/\text{Kw}$.

Como norma general es recomendable $0,5 \text{ W/mm}^2$. Por lo tanto, para calcular la potencia necesaria se debe primero calcular la superficie máxima de soldadura de la aplicación expresada en mm^2 , multiplicando la longitud aproximada de huella de soldadura (mm.) por su anchura (mm.).

b) Prensa

La prensa es utilizada para producir presión sobre los plásticos a unir, esta debe ser robusta y lo más rígida e indeformable posible. Las características principales que deben cumplir son

• Fuerza de cierre suficiente:

Para aplicaciones normales se calcula con $0,05 \text{ kg./mm}^2 (5 \text{ kg/cm}^2)$.

⁷<http://www.interempresas.net/Plastico/Articulos/2917-Soldadura-de-plasticos-por-alta-frecuencia.html>

• **Distancia entre porta electrodos y mesa:**

En algunas aplicaciones con electrodo y contraelectrodo, como en soldadura de blísteres⁸, se precisan distancias importantes del orden de 350 a 400 (mm.) En la mayoría de aplicaciones es suficiente con 100 (mm.)

El porta electrodos donde se fijan los electrodos (moldes) dispone de cuatro tornillos de nivelación con pivote central

▪ **Accionamiento de la prensa**

Este puede ser hidráulico o neumático. El accionamiento neumático es más universal y es preferido para fuerzas inferiores a 1.000 Kg. El accionamiento hidráulico permite mayores fuerzas de cierre, y es el más adecuado para fuerzas a partir de 2000 kg.

c) **Electrodos para el soldado**

El electrodo es el molde que determina la forma de la soldadura sobre los plásticos. Los electrodos más sencillos consisten en un perfil normalizado de latón, con o sin dibujo (diseño de funda), sujeto con escuadras sobre una chapa de aluminio. La soldadura reproducirá el relieve del extremo del perfil.

A un lado del perfil de latón se puede añadir una cuchilla de corte, calibrada en función del espesor de los plásticos a cortar. Esto permite separar sin esfuerzo (“pelar”) la pieza soldada de la lamina original. El electrodo puede tener un tope de material aislante (teflón) de forma que la penetración del perfil de latón en el plástico quede limitada por este tope mecánico

d) **Control de temperatura**

En la máquina utilizada para soldar por alta frecuencia el electrodo y la mesa no resulta calentados por la acción de las corrientes de alta frecuencia, mientras que sucede lo contrario con el plástico que al circular una corriente de alta frecuencia calienta el plástico

⁸ **Blíster** es un envase de plástico transparente y con una cavidad en forma de ampolla donde se aloja el producto, permitiendo al mismo tiempo presentarlo y protegerlo de golpes durante las operaciones de manipulación y transporte

hasta su punto de fusión produciendo así una transferencia de energía entre los materiales que están prensando al plástico

La transferencia de energía del plástico hacia la mesa y el electrodo produce que este último se caliente por estar construido con material de mesa y peso diferente al de la mesa. Este calentamiento se incrementa cuando la potencia de la máquina y el ritmo de trabajo aumenta cuando la potencia de la máquina y el ritmo de trabajo sube

Para conseguir una calidad uniforme es necesario que la temperatura del electrodo sea estable y para ello se dispone de sistemas de refrigeración/estabilización con circuito cerrado de recirculación de fluido.

En estos equipos se selecciona una temperatura de trabajo, el equipo calentará automáticamente el electrodo al principio de la jornada, y lo enfriará al cabo de unas cuantas operaciones. El fluido refrigerante circula directamente por un tubo metálico soldado al electrodo, o bien por una placa fijada en el porta electrodos sobre la que está fijado el electrodo.

En aplicaciones con plásticos rígidos o para máquinas de grandes producciones, en vez de una placa refrigerante se fija sobre el porta electrodos una placa calefactora cuya temperatura es regulable. Los electrodos a ella fijados adquirirán esta temperatura.

En la fig. 1.25 se muestra una máquina para soldadura por alta frecuencia



Figura 1.25. Máquina Para Soldadura Por Alta Frecuencia

1.4.4. Técnicas de corte de los plásticos

A continuación se presentan algunas técnicas de corte:

1.4.4.1. Corte con láser

En plásticos, se puede utilizar este tipo de corte para realizar agujeros y diseños complicados con entrantes y salientes. La energía del láser se puede controlar para grabar la superficie de plásticos, vaporizarla o fundirla. Los orificios y corte hechos con esta técnica son limpios y perfectamente acabados.

Los cortes son más precisos y los márgenes de tolerancia son más estrechos que en el caso de las operaciones con maquinaria convencional. No existe un contacto físico entre el plástico y el equipo gracias a lo cual no se produce virutas.

Este tipo de corte produce un residuo de polvo fino que se elimina perfectamente con sistemas de vacío. La mayoría de los polímeros y materiales compuestos se pueden trabajar con láser.

1.4.4.2. Corte con fractura inducida

Se puede emplear una herramienta o cuchilla cortante para marcar o rayar la superficie del plástico queda fracturado y fácil de cortar.

1.4.4.3. Corte térmico

Para cortar los plásticos sólidos, expandidos o espumas (espuma flex), se emplean alambres o tira recalentada se usa comúnmente en el corte de plásticos laminados.

Esta técnica se caracteriza por aristas suaves y ausencia de viruta o polvo

1.5. Elementos de trabajo neumáticos

Existen variedad de tipos pero se revisara solo los necesarios para esta máquina dosificadora los cuales son:

1.5.1. Cilindro de simple efecto

Estos cilindros se componen de: Tubo cilíndrico, tapa de fondo y tapa frontal con cojinete, émbolo con retén, vástago, muelle de recuperación, casquillo de cojinete y junta de rascador.

Al aplicar el aire comprimido a la parte posterior del émbolo avanza el vástago. Al efectuarse la purga del aire el muelle recupera el émbolo a su posición inicial. Debido a la longitud del muelle se utilizan cilindros de simple efecto hasta carreras de 100 mm aproximadamente.

Aplicación: Estos cilindros sólo pueden efectuar trabajo en una dirección, por lo tanto es apropiado para tensar, expulsar, introducir, sujetar, etc. En la figura 1.26; cilindros de émbolo de diversas ejecuciones de estanqueidad.

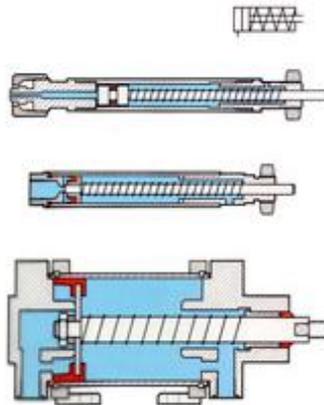


Figura 1.26. Cilindro de Simple Efecto

1.5.2. Cilindro de doble efecto

Estos cilindros se componen de: Tubo, tapa posterior, frontal con casquillo de cojinete, junta de labio, junta de rascador, vástago y émbolo con retén (de doble labio). Al recibir aire comprimido por la parte posterior y purgándose el lado anterior, sale el vástago. Cuando el aire se introduce frontalmente el vástago retrocede. A igualdad de presión, la fuerza del émbolo es mayor en el avance que en el retroceso debido a la mayor sección posterior sobre la anterior.

Aplicación: En los casos en que el trabajo sea en las dos direcciones además las carreras que pueden obtenerse son mayores a la de los cilindros de simple efecto.

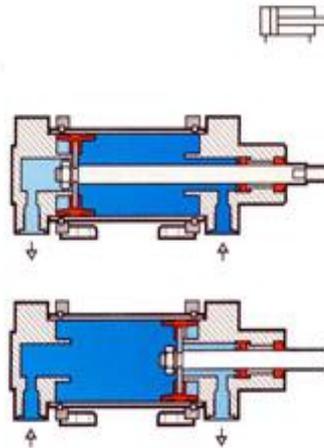


Figura 1.27. Cilindro De Doble Efecto

1.5.3. Cilindro de doble efecto, con amortiguación interna doble

Cuando se mueven grandes masas con cilindros de doble efecto es preciso utilizar estos tipos. El cilindro se compone, adicionalmente, de tapa de cilindro con válvulas de retención (anti-retorno), estrangulación regulable, y émbolo de amortiguación. Antes de alcanzar la posición final, el émbolo de amortiguación interrumpe la salida directa del aire hacia el exterior. Se constituye una almohada- neumática, debido a la sobre-presión, en el espacio remanente del cilindro: la energía cinética se convierte en presión, debido a que el aire solo puede salir a través de una pequeña sección.

En la inversión del aire penetra libremente a través de la válvula de retención y el émbolo sale de nuevo con toda fuerza y velocidad.

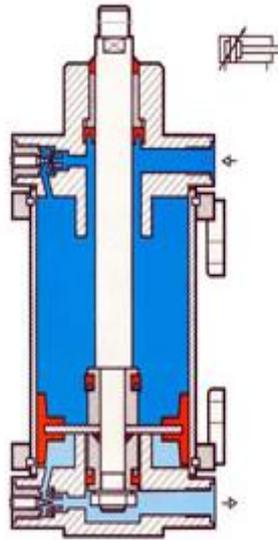


Figura 1.28. Cilindro de doble efecto, con amortiguación interna doble

1.5.4. Cilindro de doble efecto.

El tubo del cilindro y la tapa de fondo constituidas por la misma pieza. El embolo es guiado en el tubo por anillos de plástico. La ventaja de este cilindro son las reducidas dimensiones con respecto a los cilindros convencionales.

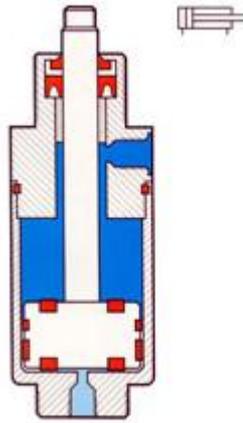


Figura 1.29. Cilindro de doble efecto

1.5.5. Cilindro de doble efecto, con doble vástago

Este tipo constructivo puede soportar mayores fuerzas transversales y momentos de flexión que el cilindro de doble efecto normal, debido a que el vástago esta doblemente apoyado. Ambas superficies del embolo son iguales y con ella las fuerzas resultantes. Cuando el espacio es reducido pueden fijarse las levas de accionamiento para los órganos de mando y señal en el extremo del vástago libre.

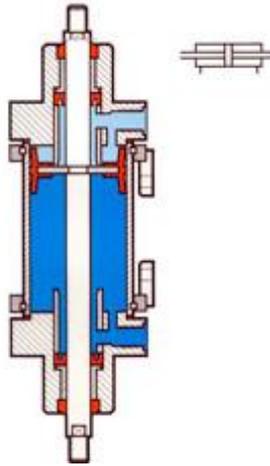


Figura 1.30 Cilindro de doble efecto, con doble vástago

1.5.6. Válvulas

Símbolos para válvulas según ISO 1219. Las válvulas se clasifican en:

- Válvulas distribuidoras (de vías).
- Válvulas de bloqueo.
- Válvulas de presión.
- Válvulas de estrangulación.
- Válvulas de cierre

Los símbolos gráficos según ISO 1219 representan el funcionamiento, no la construcción de la válvula. En las válvulas distribuidoras cada posición de mando está representada por un cuadrado. Las flechas indican la dirección de paso, las rayas transversales los cierres. Las conducciones se conectan al cuadrado que representa la posición de reposo de la válvula.

A) 3/2 vías, cerrada en reposo.

B) 3/2 vías, abierta en reposo.

C) 2/2 vías, 3/2 vías, 3/3 vías con posición central cerrada, 4/2 vías, 4/3 vías con, posición central cerrada, 4/3 vías, con posición central salidas a escape y 5/2 vías.

D) Válvula anti-retorno sin resorte, válvula anti-retorno con resorte, válvula de escape rápido.

E) Válvula limitadora de presión, válvula de secuencia, válvula reguladora de presión, sin/con escape.

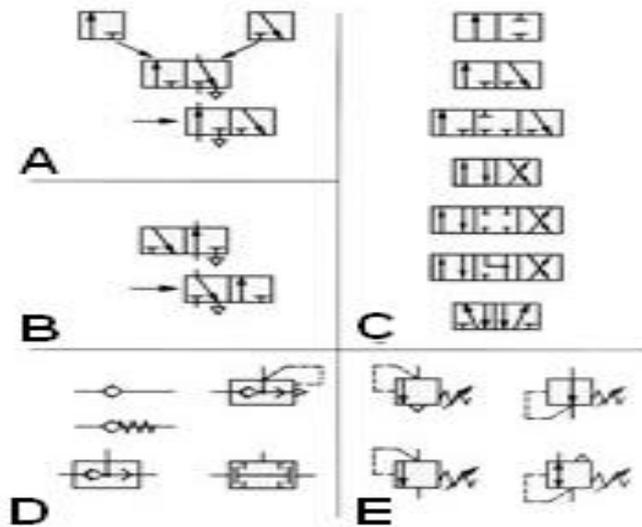


Figura 1.31 Válvulas

1.5.6.1. Válvula 3/2, de mando electromagnético.

Los electroimanes se emplean para el accionamiento de válvulas cuando la señal de mando proviene de un elemento eléctrico, tales como finales de carrera, pulsadores, temporizadores, presostatos o programadores eléctricos. Sobre todo cuando las distancias de mando sean grandes.

Sin excitación en la bobina magnética, el núcleo se cierra, por efecto del muelle, la conexión P, y A está purgado por R.

El solenoide atrae la armadura hacia su interior, cerrando R y comunica P con A. La válvula no está libre de interferencias.

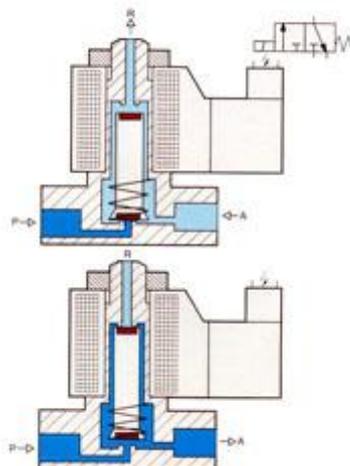


Figura 1.32 Válvula con mando electromagnético

1.5.6.2. Válvula de distribución 5/2

La fig. 31 muestra una válvula distribuidora 5/2 que trabaja según el principio de las válvulas de disco flotante. Se invierte alternativamente por aire comprimido y permanece en la posición correspondiente hasta que recibe un impulso inverso. Al recibir presión, el émbolo de mando como en una corredera longitudinal se desplaza. En el centro de dicho émbolo se encuentra un disco con una junta anular, que une los conductos de trabajo A o B con empalme de presión P o los separa de este. El escape se realiza a través de R ó S.

Una placa de montaje universal, sobre la cual se fijan las válvulas, garantiza una intercambiabilidad rápida de las diversas válvulas. En las siguientes figuras apreciaremos la simbología utilizada para representar los diferentes tipos de válvulas eléctricas. Veamos el significado de las letras utilizadas en los esquemas,

- P (Presión). Puerto de alimentación de aire
- R, S, etc. Puertos para evacuación del aire
- A, B, C, etc. Puertos de trabajo
- Z, X, Y, etc. Puertos de monitoreo y control:

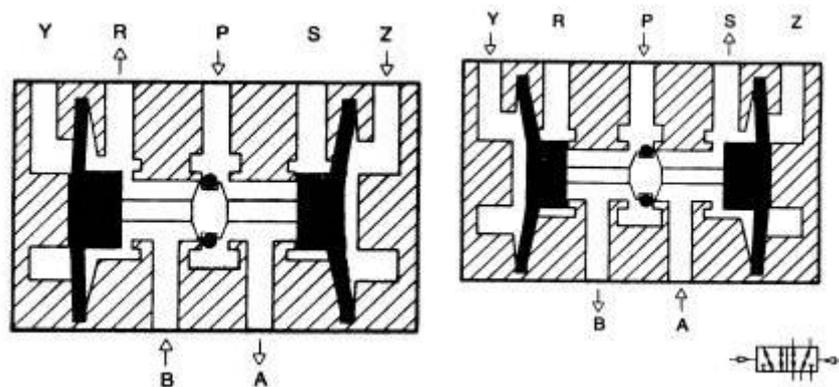


Figura. 1.33: Válvula distribuidora 5/2 (principio de disco flotante)

1.5.6.3. Electroválvulas (válvulas electromagnéticas)

Estas válvulas se utilizan cuando la señal proviene de un temporizador eléctrico, un final de carrera eléctrico, presostatos o mandos electrónicos. En general, se elige el accionamiento eléctrico para mandos con distancias extremadamente largas y cortos tiempos de conexión.

Las electroválvulas o válvulas electromagnéticas se dividen en válvulas de mando directo o indirecto. Las de mando directo solamente se utilizan para un diámetro luz pequeña, puesto que para diámetros mayores los electroimanes necesarios resultarían demasiado grandes.

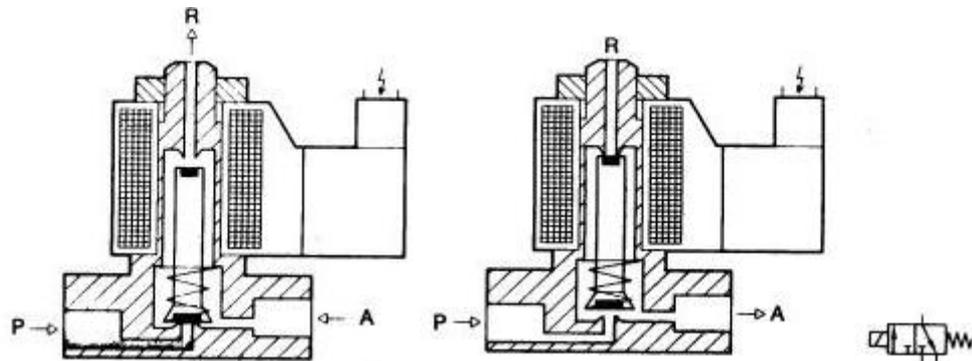


Figura. 1.34. Válvula distribuidora 3/2 (de mando electromagnético)

Las válvulas de control neumático son sistemas que bloquean, liberan o desvían el flujo del aire de un sistema neumático por medio de una señal que generalmente es de tipo eléctrico, razón por la cual también son denominadas electroválvulas, ver fig.32. Las válvulas eléctricas se clasifican según la cantidad de puertos (entradas o salidas de aire) y la cantidad de posiciones de control que poseen. Por ejemplo, una válvula 3/2 tiene 3 orificios o puertos y permite dos posiciones diferentes como se muestra en la siguiente simbología utilizada para representar los diferentes tipos de válvulas eléctricas ver fig. 1.35

- 3 = Número de Puertos
- 2 = Número de Posiciones

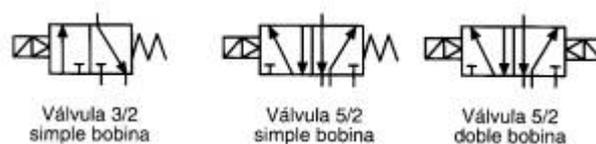


Figura. 1.35 - Símbolos de válvulas eléctricas

En la fig. 1.36 aparece la ruta que sigue el aire a presión con una válvula 5/2 y un cilindro de doble efecto. La mayoría de las electroválvulas tienen un sistema de accionamiento manual con el cual se pueden activar sin necesidad de utilizar señales eléctricas. Esto se hace solamente en labores de mantenimiento, o simplemente para corroborar el buen funcionamiento de la válvula y del cilindro, así como para verificar la existencia del aire a presión.

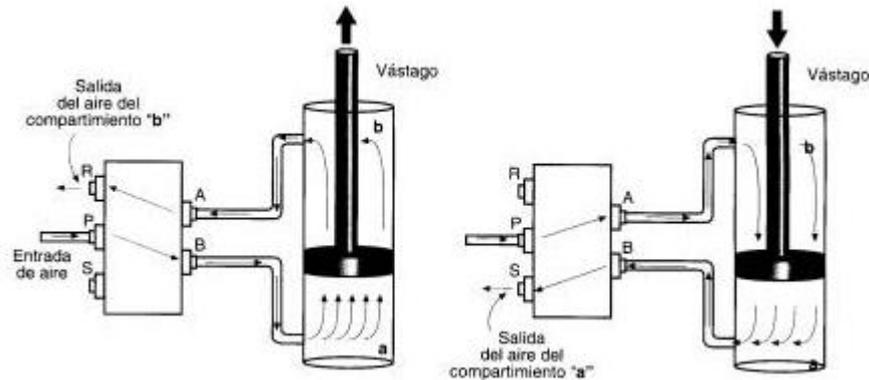


Figura. 1.36 - Rutas del fluido con una válvula de 5/2.

1.5.6.4. Electroválvulas de doble solenoide.

Existen válvulas que poseen dos bobinas y cuyo funcionamiento es similar a los flip-flops electrónicos. Con este sistema, para que la válvula vaya de una posición a la otra basta con aplicar un pequeño pulso eléctrico a la bobina que está en la posición opuesta. Allí permanecerá sin importar que dicha bobina siga energizada y hasta que se aplique un pulso en la bobina contraria. La principal función en estos sistemas es la de "memorizar" una señal sin que el controlador esté obligado a tener permanentemente energizada la bobina.

1.5.7. Filtro de aire comprimido con purga.

Este filtro libera las impurezas, sobre todo agua condensada. El aire es conducido por una guía que la imprime un rápido movimiento circular, con lo cual las partículas más pesadas y las gotas de agua son proyectadas hacia fuera, a la pared de la cubeta del filtro, donde se precipitan.

El condensado se recoge en la parte inferior y debe ser evacuado a través del tornillo de purga, cuando se haya alcanzado la cota del nivel máximo.

Las partículas más finas son retenidas por el cartucho filtrante, por el cual debe circular el aire comprimido en su flujir hacia la utilización. El cartucho de filtro debe limpiarse o sustituirse periódicamente. Ver fig. 1.37

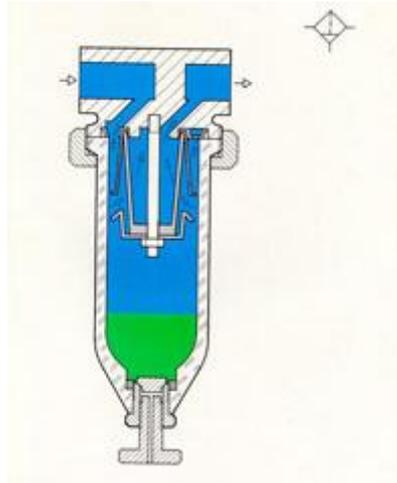


Figura. 1.37 Filtro de aire comprimido con purga

1.6. Controles eléctricos existentes en el medio para la utilización en esta máquina

En la actualidad existen diversas formas de controlar un circuito eléctrico así como el de una maquina, si queremos simplificar nuestro criterio de elección veremos los que se ha estudiado en el paso de los años estudiantiles. Se descarta la utilización de un circuito entre temporizadores, relés, contactores y otros por el tamaño que saldrá en el tablero de control incluyendo además que la utilización de éstos pueden ser reemplazados por estos programadores por menor costo y mejor presentación. Para la elección de estos programadores tendremos algunos aspectos importantes que estarán presentes como son:

Fuente de alimentación, memoria, dispositivos de entrada como son pulsadores, sensores de proximidad, interruptores de luz, interruptores selectores, y salidas como relés solenoides luces pilotos

Para poder elegir el correcto programador enumerare las que tienen estas características sobresalientes de cada uno de ellos para tener una visión del mejor

Programadores como son los Pic, Plc logo, Plc

PIC

El uso de PIC podemos programar cualquier tipo de función

Entradas digitales y analógicas

Memoria de almacenamiento

Memoria RAM

Para el PIC necesitamos el uso de relés adicionales

El uso de logo y Plc

El funcionamiento entre Plc y logo se podría decir que tienen las mismas características con excepciones como las que a continuación se enumeran

LOGO es un módulo lógico, que permite solucionar las aplicaciones cotidianas con un confort decisivamente mayor y menos gastos.

Limitaciones relacionadas con la capacidad de almacenamiento y magnitud del circuito:

Entre una salida y una entrada es posible prever hasta 7 bloques en serie.

Un programa no puede tener más de 30 bloques. Si se utilizan varias funciones especiales el número de bloques se reduce correspondientemente.

Los PLC están adaptados para un amplio rango de tareas para automatización. Estos son típicos en procesos industriales en la manufactura donde el costo de desarrollo y mantenimiento de un sistema de automatización es relativamente alto contra el costo de la automatización, y donde van a existir cambios en el sistema durante toda su vida operacional.

Los PLC contienen todo lo necesario para manejar altas cargas de potencia; se requiere poco diseño eléctrico y el problema de diseño se centra en expresar las operaciones y secuencias en la lógica de escalera (o diagramas de funciones). Las aplicaciones de PLC son normalmente hechas a la medida del sistema.

Los PLC pueden incluir lógica para implementar bucles analógicos, “proporcional, integral y derivadas” o un controlador PID. Un bucle PID podría ser usado para controlar la temperatura de procesos de fabricación,

Para el uso de plc logo tenemos presente que es un procesador rápido

Trabaja con voltaje de 110 o 240 voltios los cuales se va a utilizar en los otros actuadores

Tiene entradas analógicas y digitales así como salidas digitales

La programación es de fácil aspecto

Soporta una corriente de entrada de 10 A cada salida

Tiene interface para módulos de expansión en caso de necesitar más entradas y/o salidas

Interfaz para módulo de programación y cable para PC

CAPÍTULO II

DISEÑO Y SELECCIÓN DE LOS SISTEMAS

2.1.Descripción general del sistema mecánico del enfundado

Para una explicación más detallada de la máquina empacadora y dosificadora de producto solido molido se la ha dividido en etapas denominadas:

Almacenamiento

Dosificado

Formado de funda

Arrastre de material

Sellado y soldado de funda

2.2.Diseño y selección del sistemas de almacenamiento para la dosificación

Para poder diseñar y/o seleccionar el tipo de tolva a utilizarse veremos que parámetros tiene en el almacenamiento como es:

Tipo de materia a almacenar

El material a utilizarse para esta máquina es producto alimenticio molido y seco tales como achiote, ajonjolí, anís estrellado, anís verde, anís español, anís de pan, anís común, mostaza amarilla (semilla), mostaza blanca (semilla), mostaza negra o marrón, pero en esta ocasión nos concentraremos en el achiote.

Cantidad a almacenar

Para esta máquina vamos a almacenar de 40 a 60 libras ya que esta no es muy amplia y de servicio de pequeños y medianos empresarios los cuales su producción no es grande y no necesitamos de una tolva de mayores dimensiones por que la producción puede ser variante y se quedara en la tolva lo cual puede traer humedad al producto

Fundas por parada

Como sabemos que la máquina es semiautomática si dejamos sin seguir almacenando producto tendremos una parada de 450 a 500 fundas dependiendo la cantidad almacenada de producto

Cantidad a dosificar

La necesidad existente en este caso es de 50 gr por funda por estrategias de mercado ya que en la encuesta realizada por los vendedores de este tipo de producto arrojó datos que se prefiere esta cantidad como muestra la fig. 2. 38 en la que se observa que la cantidad de 50 g obtiene el 65% de aceptación así como el 14% los 25 g que son los más relevantes ya que los demás muestran en 6%, 4%, 4% y el 1% ver **anexo 1**



Figura. 2.38 Grafico de análisis de encuesta realizada

2.2.1. Diseño de la tolva

Según los parámetros que encontramos en el almacenamiento se ha visto conveniente usar la tolva de tipo truncado que se describe en el apartado 1.1.4.1 b) como truncado, por las características que posee inclinación el cual permite una mejor evacuación del producto de manera que no tiene puntos muertos (dejar de tener movimiento de transmisión) para que deje el producto acumulado y es una de las más utilizadas y comercializadas en este tipo La tolva deberá ser construida en acero inoxidable ya que este material es apto para el contacto directo con productos alimenticios cualquiera que sea éste.

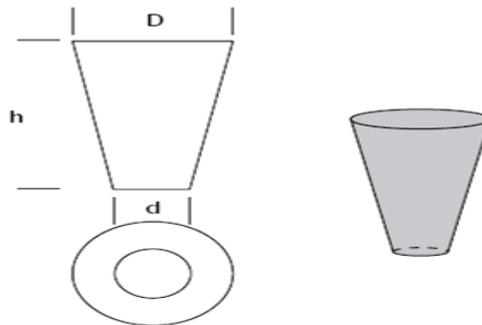
Diseño de la tolva

La tolva se deberá diseñar para acoger todos los parámetros que se necesita en la máquina

Volumen

$$V = \frac{\pi}{12} h (D^2 + dD + d^2)$$

Ecuación 1.2



V=Volumen

h=altura

D=diametro superior

d=diametro inferior

V=? h=51 D =43 d=3,81

$$V = \frac{\pi}{12} h (D^2 + dD + d^2)$$

..... **Ecuación 1.2.**

$$V = \frac{\pi}{12} 60 (40^2 + 3,81 \cdot 40 + 3,81^2)$$

$$V = 27754,7241 \text{ cm}^3$$

Según la tabla del anexo 2

Tenemos que la densidad de la harina es 0.69 g. / cm³ el cual se usara como base para poder construir y en las pruebas observaremos que resultado nos da usar la esta densidad en comparación del achiote.

Como podemos observar el volumen que tenemos es 27754,7241 cm³

Entonces 27754,7241 cm³ ocupa 19150,7596 gr lo que nos da en libras 42,2195731 lbs.

2.3.Diseño y selección del sistemas de dosificación

Como se describió en el apartado 1.2 (TIPOS DE DOSIFICADORES) se dedujo que el mejor sistema para dosificar productos alimenticios molidos y seco de manera más económico es la dosificación volumétrica. El dosificado volumétrico es un sistema que se muestra como el más efectivo para este tipo de productos por que llega a tomar la forma del embase y toma el peso exacto calculado según el producto a embasar .

2.3.1. Diseño del dosificador volumétrico

Para este dosificado volumétrico se ha visto conveniente separar en dos sistemas como es el de volumen y de transporte ya que se ha unido estos procesos para poder cumplir con las necesidades como son:

Regular el producto

Transportar el producto

2.3.1.1.Diseño del sistema volumétrico

El vaso telescópico es un cilindro en el cual se calcula el volumen y según la densidad del producto se da el peso

Cilindro

$$V = \frac{\pi}{4} D^2 H \quad \text{Ecuación 1.1}$$

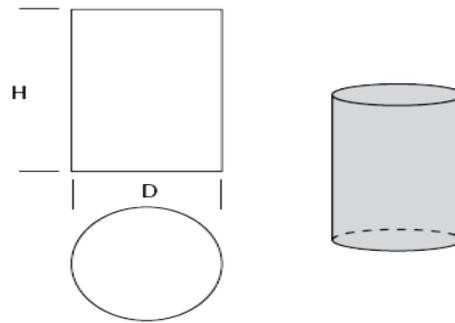


Figura 1.18. Cilindro

Como sabemos las necesidades de esta máquina es dosificar 50 gr en cada sachet

Entonces según la tabla del anexo 2

Tenemos que la densidad de la harina es 0.69 g. / cm³ comenzaremos con esta densidad ya que no tenemos la del achiote y en pruebas observaremos que resultado nos da con el achiote

En 50 gr necesitamos 72,4637681 cm³

$$V = \frac{\pi}{4} D^2 H \quad \text{Ecuación 1.1}$$

$$V = 72,4637681 \text{ cm}^3$$

$$D = 3,81 \text{ cm}$$

$$H = ?$$

Despejamos de la formula H

$$H = \frac{V 4}{\pi D^2} \quad \text{Ecuación 1.1}$$

$$H = \frac{72,4637681 \text{ cm}^3 * 4}{\pi * 3,81^2 \text{ cm}^2}$$

$$H = 18,3690957 \text{ cm}$$

2.3.1.2. Diseño del sistema de transporte del producto

Una vez ya obtenido la copa telescópica vamos a observar la forma de desplazamiento del producto que es muy importante en esta máquina así que primero tendremos presente que la entrega de éste se debe ser en forma rápida y precisa

Por lo cual se usará un sistema de recorrido lineal como es con un pistón de doble efecto para poder regresar a recoger más producto y así sucesivamente como muestra la fig. 2.39

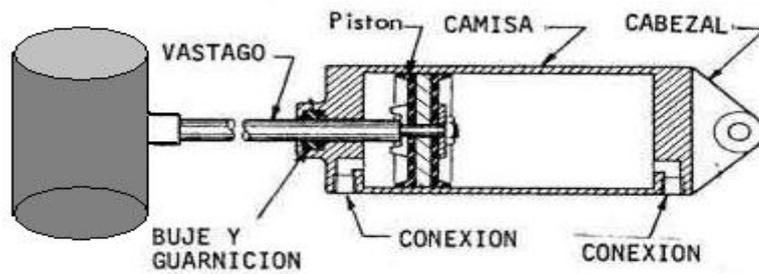


Figura. 2.39 – Cilindro con el dosificador

El vástago del pistón se puede extender a través de cualquiera o de ambos extremos del cilindro. El extremo extendido del vástago es normalmente roscado para el cual se va a sujetar el vaso telescópico que llevará de un lado a otro así cumpliendo el sistema de llenado y vaciado del producto

2.4. Diseño y selección del sistema de enfundado

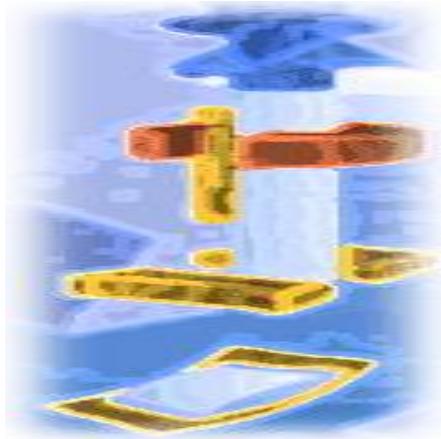


Figura. 2.40 Sistema de enfundado

2.4.1. Sistema de arrastre de la funda

El sistema de arrastre de la funda consta de tres rodillos una mordaza y el desplazamiento de la mordaza. En este sistema existen tres rodillos la función de estos es templar la funda para que no se llegue a deformar en el camino de esta y tenga un buen manejo en la misma. Para el sistema de arrastre de la funda se ha seleccionado un sistema neumático el cual se encarga de arrastrar la funda a la medida que se requiere

El sistema del enfundado está compuesto de una mordaza la cual aprieta el plástico la misma que arrastrara a la medida que los pistones lo lleven.

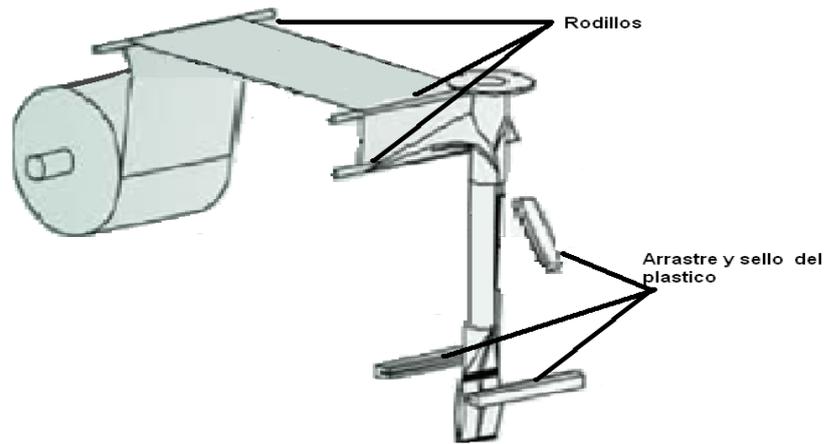


Figura. 2.41 Arrastre de la funda

2.4.2. Sistema de formación de la funda

La confección de la funda para envasado se realiza a partir de un rollo de lámina plástica la cual al pasar por un formador da lugar a la formación de un tubo continuo que posteriormente será sellado llenado y cortado.

El formador consta de las siguientes partes:

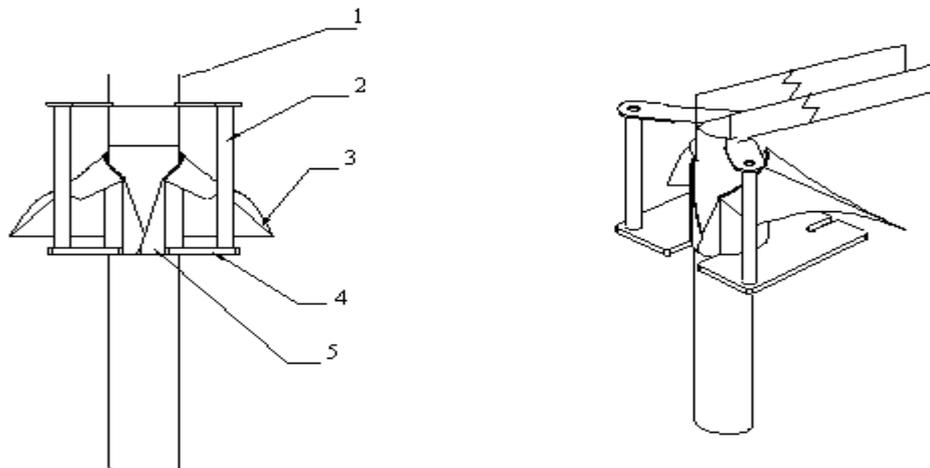


Figura. 2.42 Formador de funda

Partes del formador

- 1 = Base del dosificador
- 2 = Tubos de sujeción de tolva
- 3 = Alas de moldeo
- 4 = Base formador
- 5 = Camisa de moldeo.

Las cargas que actúan sobre el formador son pequeñas en relación al espesor y tamaño del mismo, por ello su diseño no se justifica, en tal virtud se realiza el dimensionamiento para obtener el diámetro de funda requerido.

Partimos desde el tubo de funda, conocemos de la sección que el ancho de funda requerido es de 10 cm; por ende el perímetro de la funda será:

$$Pf = 2 \times 10 \text{ cm} = 20 \text{ cm}$$

Ecuación

2.8.

El diámetro de tubo de funda será:

$$Df = \frac{20 \text{ cm}}{\pi} = 6,36 \text{ cm}$$

Ecuación

2.9.

Tomando como base este diámetro se dimensiona el formador, las principales medidas son:

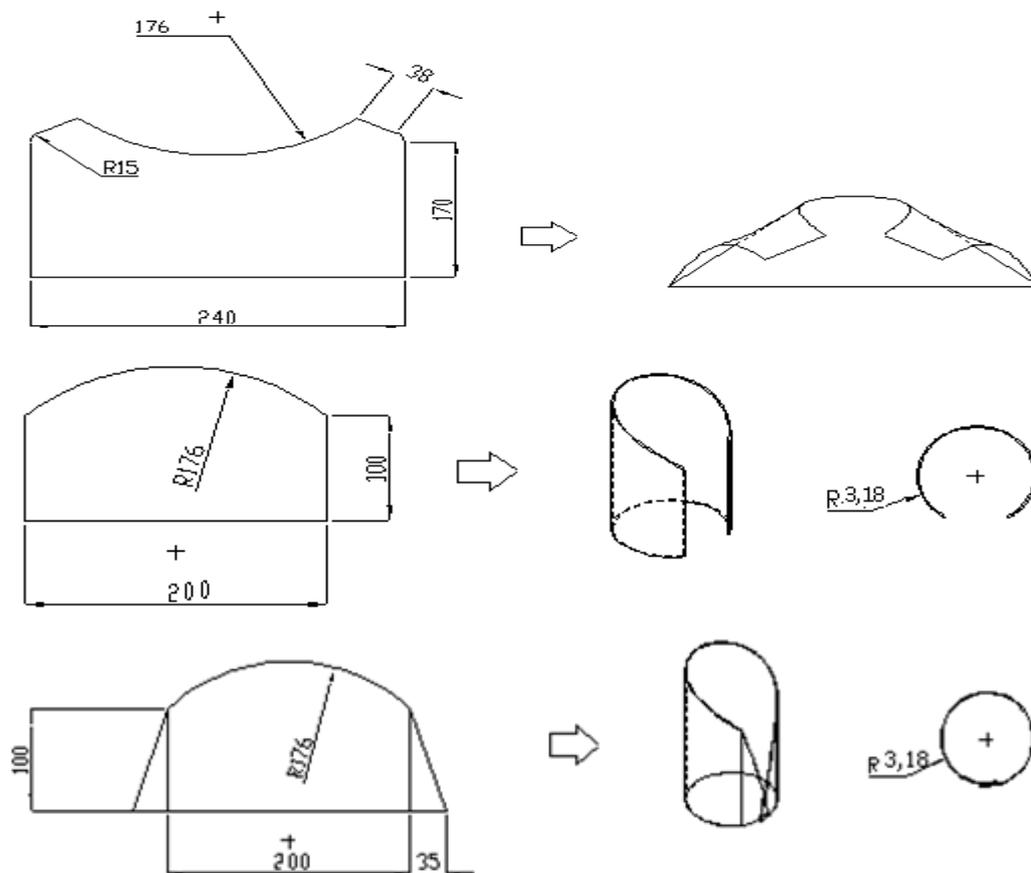


Figura. 2.43 Partes del formador

Para las partes detalladas en las figura 2.43, se utiliza como material de fabricación planchas de acero inoxidable AISI 304 de 1,25 mm de espesor. El formador de funda se realiza con un molde que está construido en acero inoxidable debido a que está en contacto con el material que contiene el producto a envasar. Para formar la manga se pasa la lámina de plástico por el formador como se muestra en la figura 2.44 una solapa en el plástico lo que permite formar la manga de plástico.



Figura. 2.44 Formador de la funda

El diseño del sistema de formado de la funda se lo ha realizado de tal manera que la lámina de plástico se deslice sin problema a través del mismo, evitando el maltrato del material.

2.4.3. Sellado vertical y corte horizontal de la funda

Tanto el sellado vertical como el sellado y corte horizontal tienen como elemento principal una prensa que es accionada por un cilindro de doble efecto para cada subproceso. En este sellado tiene un vértice que es formado por la manga plástica vista anteriormente.

En este proceso se utiliza otro elemento que es una resistencia eléctrica que produce calor para el sellado del plástico.

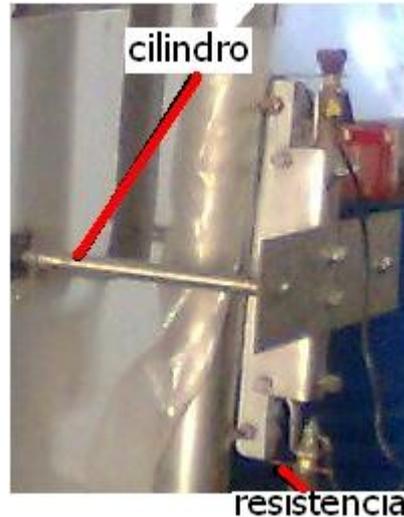


Figura. 2.45 Sellado Vertical

El mecanismo empleado para el sellado vertical está compuesto por una prensa con ducto interno y una resistencia eléctrica como muestra la fig. 2.45, la prensa es la encargada de proveer la presión necesaria sobre el plástico para que este sea sellado, para ello está conectada a un cilindro de doble efecto, al energizar la resistencia eléctrica y estar el vástago del cilindro contraído presionando el plástico se produce el sellado de la manga. Por la manguera refrigerante ingresará agua hacia el ducto interno de la prensa para estabilizar la temperatura en el proceso de sellado o soldado de la lámina de plástico El sellado se produce por el calentamiento de una resistencia, el calor se da por la corriente que pasa por esta.

Como se conoce el efecto joule que al aplicar una determinada corriente a un conductor esta tiende a calentarse lo cual aprovecharemos su calor para sellar el plástico en forma horizontal, pero como la resistencia de esta no es grande vamos aplicar solo un pequeño tiempo para que no se funda y llegue a romperse. Se aplica la siguiente ecuación para determinar el calor

$$Q = I^2 \cdot R \cdot t$$

Ecuación 2.10.⁹

⁹ <http://es.wikipedia.org/wiki/Cortocircuito>

Como se conoce por el apartado 1.4.2(materiales para el envase polietileno de baja densidad PEBD) el punto de función promedio es de 110 °C pero como queremos solo calentar y producir un calentamiento llegaremos a 80 °C y tenemos una resistencia promedio de 8 a 10 Ω (dato dado por vendedor) y un tiempo recomendado por el mismo (10-80) centésimas de segundo que será comprobado en las pruebas

Despejamos la intensidad que calcularemos

$$I = \sqrt{\frac{Q}{R * t}} \quad \text{Ecuación 2.10.}$$

Como Q es en joule y tenemos en centígrados cambiaremos 80°C a joule Para elevar la temperatura del agua en 1 °C se necesitan 4,2 J por cada gramo entonces

$$Q = 1 \text{ g.}(80 \text{ °c}).4,2 \text{ J/kg °C} = 3,36 * 10^5 \text{ J} \quad \text{Ecuación 2.11.}$$

Calculamos la corriente que será necesaria para calentar el polietileno al punto que se unan y no sufra deformaciones

$$I = \sqrt{\frac{3,36 * 10^5 \text{ J}}{8 \Omega * 0,20 \text{ seg}}}$$

$$I=458,25 \text{ A}$$

2.4.4. Sellado y corte horizontal

Igual que el sistema vertical el mecanismo es el mismo, con la diferencia que en este necesitamos más calor que en el vertical por lo cual se necesita mayor calor para sellarlo y cortarlo por lo que se debe llegar al punto de fusión del polietileno por lo que calcularemos la intensidad necesaria para poder realizar el objetivo

El punto de función promedio es de 110°C y tenemos una resistencia promedio de 8 a 10Ω y un tiempo recomendado (10-80)1/100seg que será comprobado en las pruebas

Despejamos la intensidad que calcularemos

$$I = \sqrt{\frac{Q}{R * t}} \quad \text{Ecuación 2.10.}$$

Como Q es en joule y tenemos en centígrados cambiaremos 110°C a joule Para elevar la temperatura del agua en 1 °C se necesitan 4,2 J por cada gramo entonces

$$Q = 1 \text{ g.}(110 \text{ } ^\circ\text{C}).4,2 \text{ J/kg } ^\circ\text{C} = 4,62*10^5 \text{ J}$$

Ecuación 2.11.

Calculamos la corriente que será necesaria para calentar el polietileno al punto que se unan y corte

$$I = \sqrt{\frac{4,62 * 10^5 \text{ J}}{8\Omega * 0,20 \text{ seg}}}$$

$$I=537,35 \text{ A}$$

Una vez conocida las corrientes que circularan en cada calentamiento se opto por usar un transformador de 1 kva que muestra en la figura 2.46 para el calentamiento de la niquelina de manera que sea seguro sin sufrir recalentamientos por el uso continuo de este teniendo presente que al poner en cortocircuito el transformador continuamente este resistiría un trabajo permanente , además se usa un voltaje bajo como es de 12-18-24-36 Voltios por el sistema empleado a la máquina, debido a que está expuesto al contacto directo de las personas, y se requiere de corrientes elevadas circulando por niquelina según el calculo realizado.



Figura. 2.46 Transformador de 1Kva

Al conocer estas características se selecciono estos transformadores con las siguientes características:

Vin:220V

Vout:18V-36V

P: 1Kva

2.5. Selección de los actuadores eléctricos

Para la selección de los actuadores se considero algunos aspectos importantes como son las funciones que realizan el tiempo de respuesta y su precio. Pero los más importantes son que respondan a las funciones y movimientos necesarios por lo cual se verá en partes diferentes

2.5.1. Actuadores para los movimientos de pistones

Como se describió los pistones son de doble efecto para lo cual necesitamos una válvula que tenga características para mover los pistones. Para controlar un pistón de doble efecto hay que cambiar simultáneamente las vías de presión y escape. Cuando el pulsador es accionado la vía 1 se conecta a la 4 y la salida 2 a escape por la vía 3 haciendo que el cilindro salga. Cuando dejamos de pulsar la vía 1 se conecta a la vía 2 y la 4 a la 5 haciendo que el cilindro entre como se muestra en la figura 2.47

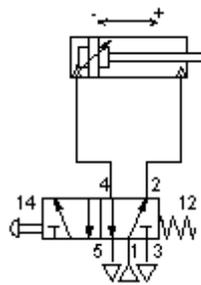


Figura. 2.47 Diagrama de control de un cilindro de doble efecto con una electroválvula

Como ya se describió las características de las electroválvulas en la sección 1.5 se determino que la válvula distribuidora 5/2 con una solenoide de 110 V de corriente alterna es la más adecuada para este trabajo la que tenemos en la figura 2.48.



Figura. 2.48 Electroválvula 5/2

2.5.2. Selección de actuadores para control eléctrico

Para poder hacer actuar las electroválvulas y las resistencias que sellaran la funda se necesita controlar con una secuencia y con parámetros que deben cumplir como son:

El arrastre del plástico por medio de las electroválvulas que controlan los cilindros así como controlar el calentamiento de una resistencia que está conectada al transformador de 1 Kva, el cilindro que nos permitirá dosificar y hacer los sellados pertinentes. Como muestra en la figura 2.49

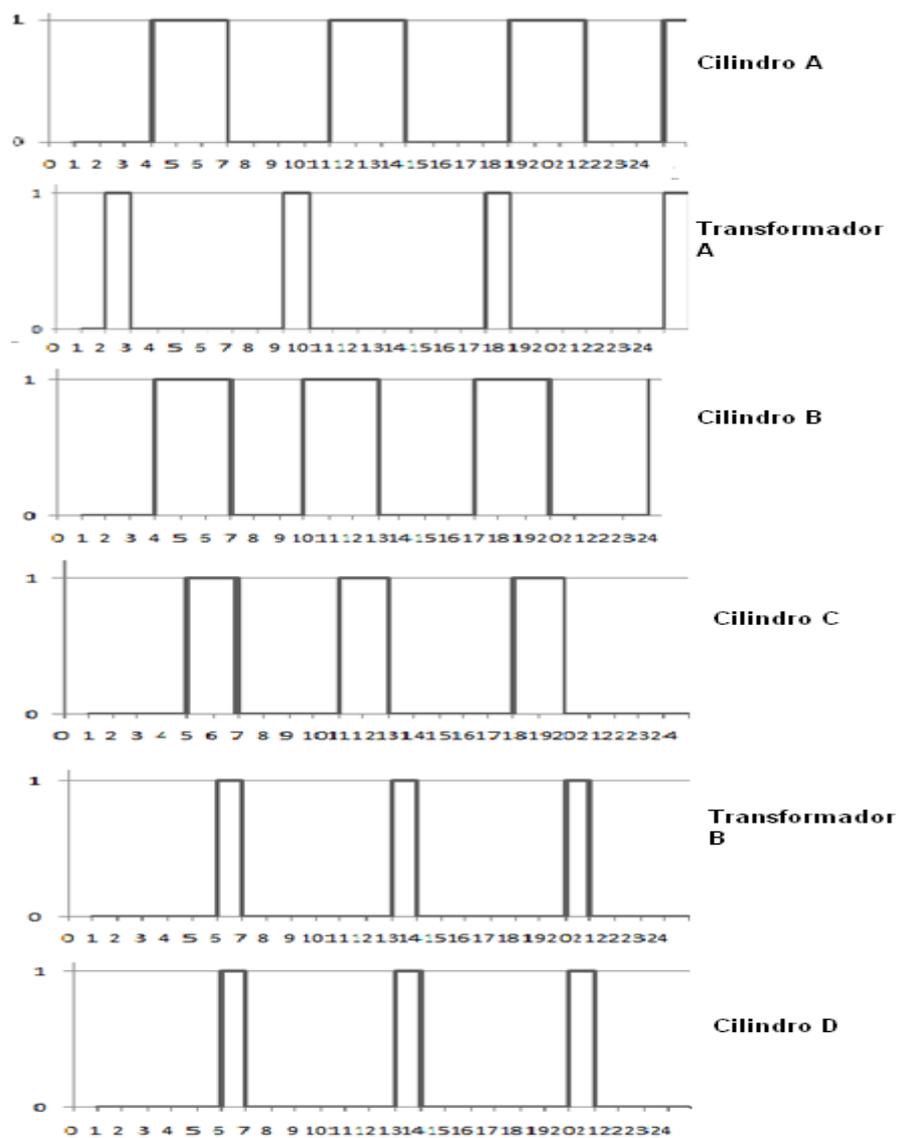


Figura. 2.49 Secuencia de gráficos

Según las características que muestra la figura 2.49 tenemos tres tipos de programadores que pueden llenar las necesidades de la máquina para lo cual se describió en el apartado 1.6 se escoge la utilización de un plc tipo logo que tiene un modulo de expansión que nos alcanza para cumplir las secuencias descritas en la figura 2.49

El uso de un Plc tipo logo es suficiente ya que tiene funciones que solventan el desarrollo correcto de esta máquina, como observamos además teniendo presente que este no tiene un costo elevado por lo cual es accesible y conveniente para el cálculo del costo total de la máquina en general.

La opción más eficiente que existe en el mercado es el logo siemens 230Rc por tener 8 entradas 4 salidas en su sistema original además de que se puede contar con un modulo de expansión que tiene de igual forma 4 salidas y 4 entradas lo que para este sistema es más que suficiente según el grafico de secuencias

2.5.3. Selección de actuadores para sistema eléctrico de la máquina

En el mercado existe diversidad de marcas y modelos de contactores por lo que se ha visto conveniente analizarlos dos de la marca ls (industrial system META MEC) dado que estos han entrado al mercado y se puede encontrar su repuesto en forma rápida.

Según el anexo 3 se observa las características de por qué se selecciona este contactor para el transformador

CAPITULO III

CONSTRUCCIÓN Y ANÁLISIS FINANCIERO

3.1. Construcción del sistema de almacenamiento

3.1.1. Construcción de la tolva de almacenamiento

Tolva

Como se describió en la sección 2.2.1 la tolva de almacenamiento, para la construcción se toma en cuenta los siguientes aspectos

Material

Proceso

El material que se ha utilizado es acero inoxidable con espesor de 1 mm la altura de la tolva es de 51 cm, el diámetro superior de 43 cm el inferior de 3,81 cm; para lo cual se calcula el área que se necesita cortar de la plancha y luego darle forma como se muestra a continuación en el siguiente diagrama de procesos

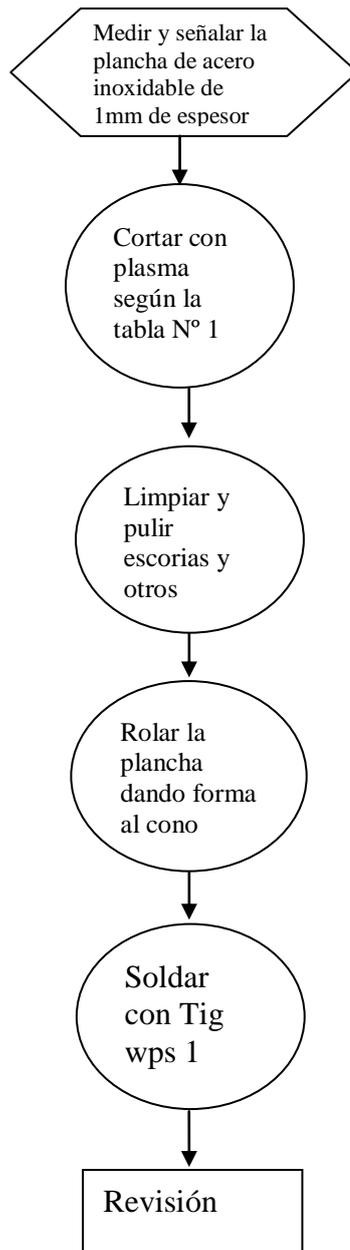


Figura. 3.50 Proceso de construcción de la tolva de almacenamiento

Según se especifica los métodos de corte de acero inoxidable de la tabla N°1 la tolva se cortara con arco de plasma por mayor factibilidad de corte en su forma lo cual puede dar un corte más exacto por lo que así como muestra la figura 3.51, para luego darle la forma y armarle. Se recorto un rectángulo de lamina de acero de aproximadamente 50 cm por 120 cm para posteriormente utilizar una máquina llamada roladora que sirve para darle una forma de cono uniendo dos extremos.

Tabla N° 1

Métodos de corte de Acero Inoxidable

Método	Espesor	Comentario
Guillotina	Láminas, cintas, placas finas	Preparar el borde expuesto al ambiente para eliminar rendijas
Corte por sierra y abrasivo	Amplio rango de espesores	Eliminar lubricantes o líquidos de corte antes la soldadura o tratamiento térmico
Maquinado	Amplio rango de formas	Eliminar lubricantes o líquidos de corte antes de la soldadura o tratamiento térmico
Corte con arco de plasma	Amplio rango de espesores	Amolar las superficies cortadas para limpiar el metal
Corte con polvo metálico	Amplio rango de espesores	Corte menos preciso que con plasma, se deben eliminar todas las escorias
Corte por arco de grafito	Usado para acanalar la parte de atrás de soldaduras y cortar formas irregulares	Amolar las superficies cortadas para limpiar el metal

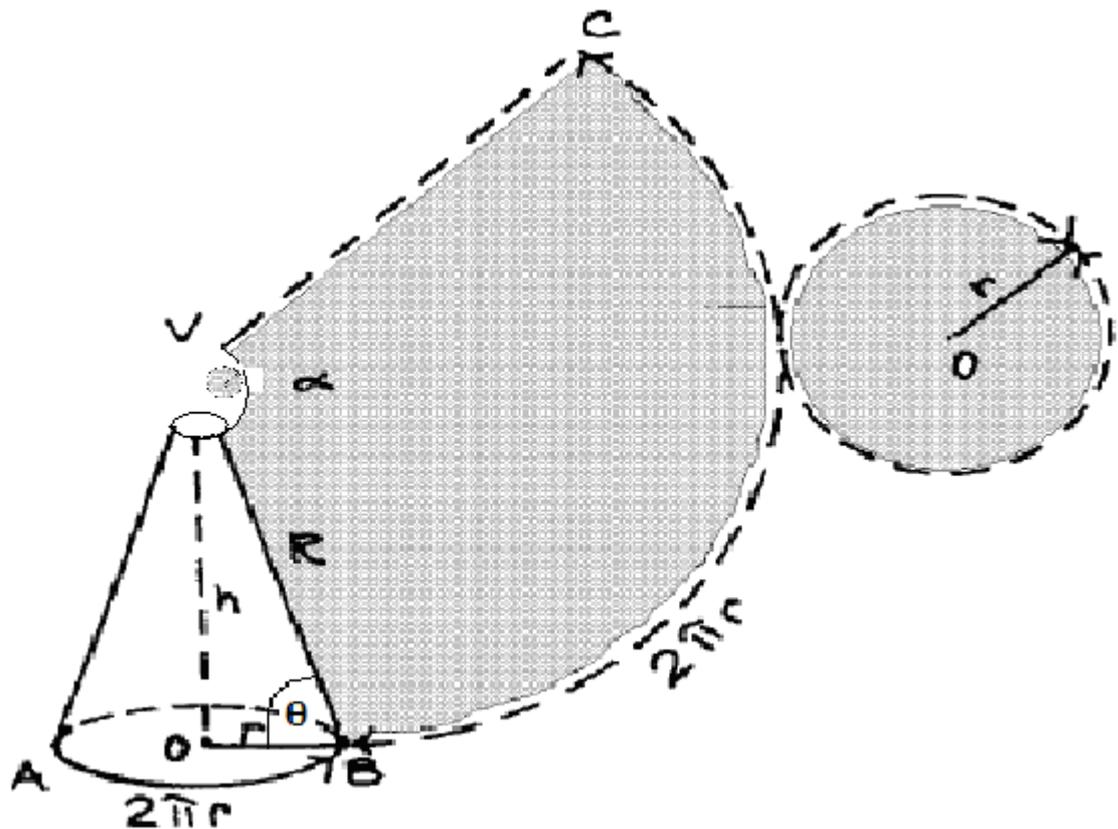


Figura. 3.51 Forma para cortar un cono truncado

Se va cerrando poco a poco como muestra la fig. 3.52



Figura. 3.52 Tolva Doblada

Finalmente los extremos de la tolva se unen con puntos de soldadura lo cual asegura la unión de las partes. Resultado que tenemos en la figura 3.53.



Figura. 3.53 Tolva apuntada para ser soldada

Lo que deberá quedar, después será soldado por una junta a tope por soldadura tig por todas sus ventajas como son buen acabado, mayor facilidad de soldado en este tipo de material.

Para soldar se utilizo los materiales y equipos adecuados con el fin de prevenir cualquier tipo de accidente.



Figura. 3.54 Soldado de tolva

Como la máquina está diseñada para productores de pequeñas y medianas empresas se ha calculado que la dimensión es suficiente para poder cumplir con el requerimiento de estas empresas así como se justifica en la sección 2.2.1

3.1.2. Construcción del sistema de dosificación

El sistema de dosificación de esta máquina es un sistema volumétrico, este se basa en el control de un volumen fijo que está controlado por un movimiento lineal de un pistón, este control se efectúa mediante el sistema de automatización. El sistema está diseñado para adaptarse a los diferentes procesos (continuos y discontinuos)

Para la construcción del sistema se usó las medidas anteriormente diseñadas en la sección 2.2.3 en el cual se llevó a cabo la construcción de la misma manera que se realizó en la tolva por ser del mismo material, además se añadió un pistón que va a llevar del almacenamiento hasta el punto de descarga el cual queda de la siguiente manera como muestra la figura 3.55



Figura. 3.55 Dosificador volumétrico

Este pistón está hecho en acero inoxidable de 1 mm ya que las cargas que actuarán sobre este son pequeñas en relación al espesor y el tamaño del mismo, por ello no se justifica el grosor, como el material tiene contacto directo con el producto se lo hace en acero inoxidable que se caracteriza por ser un material apto para el contacto con producto alimenticio

3.1.3. Construcción del sistema de enfundado

3.1.3.1. Construcción de la estructura de la máquina

La estructura de la máquina es la columna vertebral por lo cual deberemos tener presente todos los detalles que esta presenta como la distancia exacta entre el sistema de sellado horizontal ya que si no tiene el suficiente ajuste para el arrastre de la funda, este puede salir del sistema dejando las funciones en una rutina incorrecta y causar diferentes incoherencias

en el desempeño de la máquina, de tal manera se muestra el siguiente diagrama de procesos en la figura 3,56:

De la misma forma que en la tolva de almacenamiento se sigue los pasos que nos indica la figura 3.56, donde detalla el procedimiento que se debe seguir en la construcción, la estructura debe ser de material resistente y con firmeza absoluta ya que es la base fundamental de la máquina

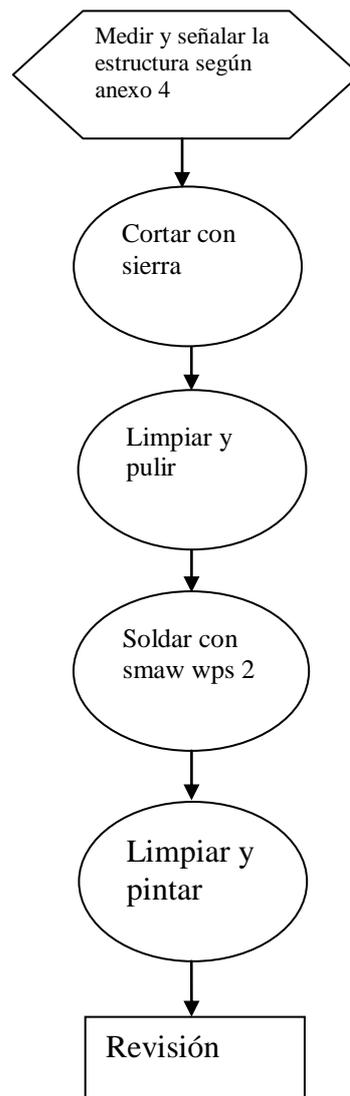


Figura. 3.56 **Proceso de construcción de la estructura de la máquina**



Figura. 3.57 Soldado De La Estructura

3.1.3.2. Construcción del formador de fundas

Siguiendo el proceso mostrando en la figura 3.58 se determina como seguir construir el formador de fundas

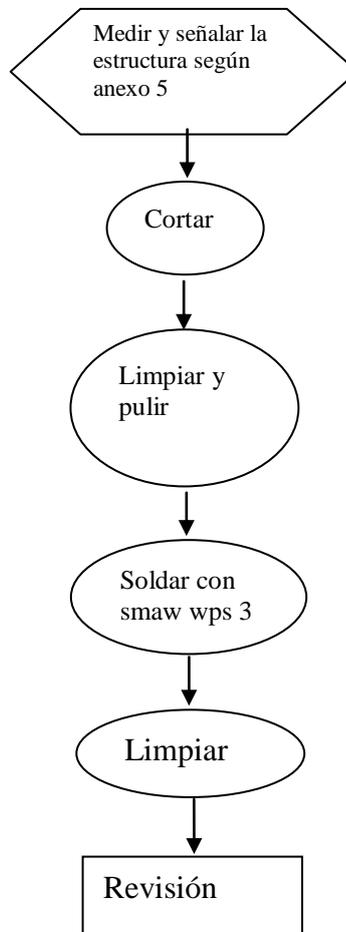


Figura. 3.58 Proceso de construcción del formador de funda



Figura. 3.59 Formador en construcción



Figura. 3.60 Formador construido

El formador de fundas es un elemento muy importante para el sistema de embalado que necesita conocer la medida del envase que el producto necesita ser sellado tomando en cuenta que debe proporcionar espacio al producto de manera que no esté lleno en su totalidad por que este necesita desplazarse para que no se haga una sola masa.

3.1.3.3. Ensamble de la parte mecánica de la máquina

En la figura 3.61 se muestra en el proceso para el ensamble de la parte mecánica de la maquina

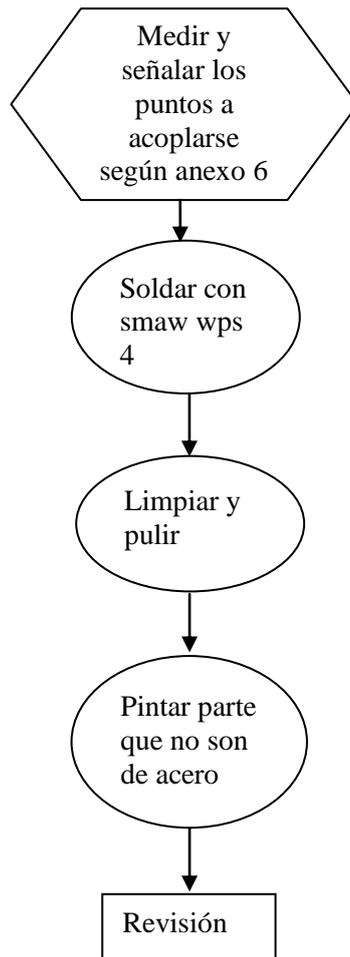


Figura. 3.61 Proceso de construcción de la estructura mecánica

Siguiendo el diagrama de procesos concluimos la parte mecánica

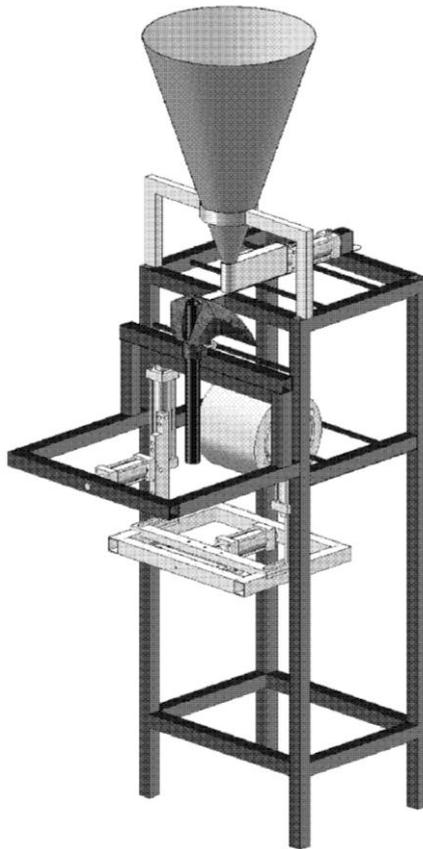


Figura. 3.62 Estructura de la máquina

Una vez complementadas las partes de la máquina necesitamos ensamblar para darle la forma y el punto como va a funcionar, la alineación en estas partes es fundamental para la duración de la máquina, ya que si existiera rozamiento en sitios que no necesitamos podría dañar el producto o alguna pieza de funcionamiento

En el acabado de la máquina no debe existir ningún tipo de partes sin ajustar u oxidadas ya que esto puede afectar a la dosificación del producto o que la soldadura del polietileno.

3.1.3.4. Circuito de mando y control

a) Sistema neumático

Para ensamblar el sistema neumático se ha utilizado acoples rápidos y manguera de 4 x 6 mm ayudados de la tabla 2 además la utilización del programa fluid para ayudarnos a la colocación siguiendo el esquema que tenemos a continuación

En el ensamble tenemos a tres cilindros de doble efecto los cuales nos ayudan para seguir los sistemas que necesitamos como es la dosificación sellado y desplazamiento respectivamente

TABLA 2. TUBO DE POLIURETANO.

Modelo: ZU-0604U	Diámetro exterior: 6 mm Diámetro interior: 4 mm Color: azul Presión max. de operación: 7 kg/cm ²	
Modelo: ZU-0805U	Diámetro exterior: 8 mm Diámetro interior: 5 mm Color: azul Presión max. de operación: 7 kg/cm ²	

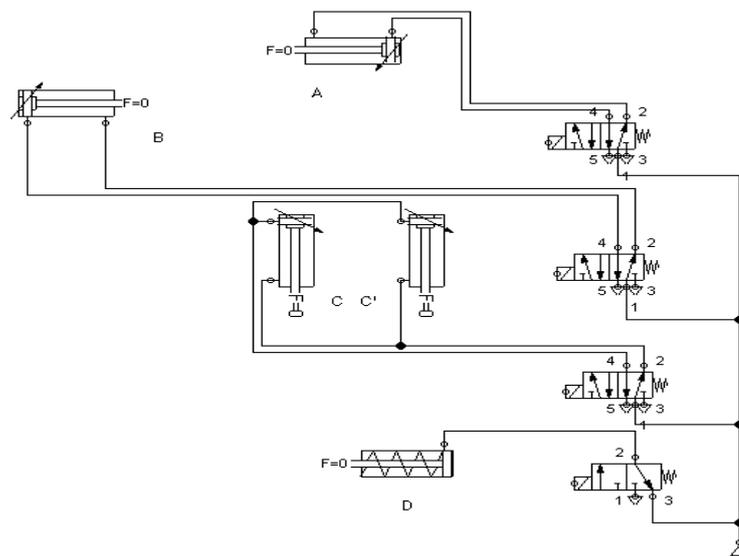


Figura. 3.63 Esquema de conexión de pistones

Cilindro A está para cumplir la función del dosificado, este tiene la función de llenar y entregar producto que en un punto y otro respectivamente.

Cilindro B cumple la función de sellar el polietileno en forma vertical en un corto tiempo

Cilindro C.C' cumplen una misma función de llevar el polietileno a la medida que se necesita a la siguiente fase que es el sellado horizontal.

Cilindro D es el encargado de sellar en la parte inferior y superior de la funda

b) Sistema de mando eléctrico

En el mercado la infinidad de plc nos da la oportunidad de escoger el más adecuado así como el más fácil de programar además de tener una variedad de precios los cuales son indispensables en el costo total de la máquina.

Según se tiene la secuencia se eligió el siemens 230rc por su capacidad y su precio además que es un programador de fácil uso el cual se ha programado así como muestra el anexo 4

Para un mejor manejo seguir el anexo 5 (características y manual)

3.2. ANÁLISIS FINANCIERO

3.2.1. Antecedentes de la propuesta

Existen dosificadores que incluyen el sellador pero son costosos y se los importa del exterior, aunque también existen aquí en el país los cuales de igual forma son de un costo alto para los pequeños empresarios o a su vez se los encuentran el dosificador y el sellador por separado de tal modo que no es a un costo tan accesible además que representan un mayor problema para los microempresarios ya que se tiene que utilizar más recursos humanos para el manejo de cada una de éstas máquinas, una de las características principales de ésta máquina es conseguir que el producto se lo dosifique de manera que tenga mayor higiene ya que no tendrá contacto con las manos al empacarse y sobre todo que se logrará realizar las dos operaciones (dosificado y sellado) a la vez, por lo tanto se obtendrá el ahorro de recursos indispensables para el empresario.

Para una calidad satisfactoria en este proceso industrial se requiere que el dosificador proporcione la mayor exactitud en el peso a dosificar por lo tanto esta máquina tiene una tolerancia baja que es permisible en el mercado

3.2.2. Parámetros de diseño para el análisis financiero

Cantidad de producto a dosificar

La cantidad de producto a dosificar es uno de los factores más importantes que se debe tomar en cuenta para la construcción de esta máquina, en este caso la cantidad será de 50 gr, que necesariamente tendrá que repetir en cada dosificada, porque es una propuesta que se ha dado para las amas de casa que necesitan dar el suficiente producto en cantidades exactas para el ahorro de dinero.

Sellado del empaque

El sellado del polietileno es lo que hace la diferencia, entre realizarlo manualmente que con una máquina de dosificación y sellado, ya que su sellado da una mejor presentación y calidad la cual ayuda a su venta en el mercado.

3.2.2.1. Justificación del análisis financiero

El objetivo de la fabricación de este tipo de maquina es brindar una posibilidad de ayuda a los pequeños empresarios, construyéndola de manera que les permita enfundar el producto higiénicamente, permita optimizar recursos, además de realizar su trabajo en un corto tiempo, logrando así que por su presentación tenga una mejor comercialización y calidad para la venta mas costo accesible y logrando obtener utilidades significativas y netas a las vez.

3.2.2.2. Análisis de factibilidad

En esta investigación está involucrada la inversión para la construcción de la máquina esto es una suma considerable de dinero, por lo tanto es importante justificar tal inversión con los datos que vayamos obteniendo mediante la compra de materiales, demás costos de inversión y que además se deberá calcular un margen de utilidad, ganancias, rentabilidad entre otros factores que permitan aportar con el desarrollo y comercialización de la máquina

3.2.2.3. Presupuesto de inversión

Análisis de costos

Los costos no se pueden pronosticar con absoluta certeza, de manera que nos dan una información confiable y de base útil para la planeación, control y toma de decisiones administrativas. La construcción de la máquina dosificadora y empacadora de producto alimenticio molido y seco se basa en los costos de producción en la cual incluyen los costos que a continuación se describen:

Costos directos. (c.d)

Los costos directos son los valores cancelados para cubrir actividades indispensables para generar un progreso operativo; y son aquellos rubros, en nuestro caso de los materiales empleados directamente en la construcción:

Costos de materiales. (c.m)

En la siguiente tabla se muestran los costos unitarios de cada material y equipo utilizado para la construcción de la dosificadora y empacadora de producto alimenticio molido y seco

Tabla N° 3 Costos unitarios de materiales mecánicos.

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO (USD)	P. TOTAL (USD)
Plancha de acero inoxidable 304 de 1 mm	Unidades	0,5	250	125
Electrodo 6011	Libras	9	1,5	13,5
Pernos de acero inoxidable 5/16" * 3/4"	Unidades	14	0,25	3,5
0.08 m eje de 1/2" AISI 1018	Libras	1	4	4
Angulo de 1½ " * 1/8"	unidades	1	21,43	21,43
Remaches 1/8"	Caja	1	4	4
Electrodo 308L	Libras	1	4	4
Disco de pulir	Unidades	1	3,5	3,5
Broca de 1/4"	Unidades	1	0,6	0,6
Broca de 5/16"	Unidades	2	0,7	1,4
Pernos 5/16" *3"	Unidades	12	0,2	2,4
Pernos 1/4" * 1"	Unidades	8	0,15	1,2
Disco de corte	Unidades	1	2	2
Subtotal				186,53

Tabla N° 4 Costos de materiales eléctricos y varios.

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO(USD)	P. TOTAL(USD)
Transformador de 1KVA	unidades	2	400	800
Electrovalvula 3x5 vias	Unidades	5	42	210
Electrovalvula 2x4 vias	Unidades	1	29	29
Contactador	unidades	2	15	30
Logo 230 RC	Unidades	1	150	150
Modulo de Expansión del Logo	Unidades	1	80	80
Cable # 14	metros	20	0,8	16
Manguera de 6mm neumática	Metros	20	1	20
Manguera de 8mm neumática	metros	7	1,2	8,4
Pintura anticorrosiva	Galón	1	8,93	8,93
Tiñer	Litro	2	1,8	3,6
Fondo gris	Litro	1	5,5	5,5
Spray	Litros	1	4	4
Lija de hierro	Pliego	1	0,6	0,6
Taype	Unidades	1	0,6	0,6
Subtotal				1366,63

Costos Indirectos

Este tipo de costos incluyen todos aquellos gastos correspondientes a la utilización de maquinaria, costo de mano de obra, entre otros gastos que no se ven reflejados directamente en la construcción pero que fueron necesarios para la construcción.

Costo Por Utilización De Maquinaria Y Herramientas (C.M.H)

Para el costo de maquinaria y herramientas se va a tomar en cuenta un valor estimado de toda la maquinaria que se va a utilizar:

- La energía con que funciona
- La aplicación en el proyecto
- La vida útil

Tabla N° 5 Costos de maquinaria empleada

MAQUINARIA	COSTO/HORA	HORAS EMPLEADAS	SUB-TOTAL (USD)
Suelda Eléctrica	1,5	25	37,5
Torno	1,98	1	1,98
Taladro de pedestal	0,5	6	3
Compresor	0,6	5	3
Cortadora de Plasma	1,15	1	1,15
Dobladora	1,1	5	5,5
Esmeril	0,68	6	4,08
Suelda GTAW	5	6	30
Pulidora	0,58	9	5,22
Subtotal	13,09	64	91,43
Otros		10%	9,143
		Total	100,573

Se estima que el **C.M.H** será de 100,573 USD

Costo de mano de obra (C.M.O)

Para la realización del proyecto de la dosificadora y empacadora de producto alimenticio molido y seco, se ha considerado el salario de 2 trabajadores. Los mismos que trabajaran 8 horas diarias, 5 días a la semana, 20 días al mes

Técnico

- El valor de cada hora es de \$ 1.88
- El valor por las 8 horas es de \$ 15.00
- El valor por los 20 días es de \$ 300.00

Operario

- El valor de cada hora es de \$ 1.25
- El valor por las 8 horas es de \$ 10,00
- El valor por los 20 días es de \$ 200.00

Tabla N° 6 Mano De Obra Directa

CANTIDAD	PUESTO	SUELDO (USD)
1	Empleados	300
1	Empleados	200
	TOTAL CMO	500

El costo por los 2 trabajadores que van a realizar el trabajo es de \$ **500,00**

$$\text{C. M. O} = 500,00 \text{ USD}$$

Costo de operación (C.OP)

- El costo de operación del sistema de dosificado y empacado de producto alimenticio molido y seco

$$\text{C.O.P} = 5.37 \text{ USD}$$

Este valor es del consumo de energía.

Costo total de la construcción de la máquina (C.T.C.M)

Tabla N° 7 Costo Total De La Construcción

N°	COSTO	VALOR (USD)
1	C.M	1488,16
2	C.M.H	91,43
3	C.M.O	500
4	C.OP	5,37
TOTAL C.D+C.I		2084,96

$$\text{C.T.C.M} = \text{C.D} + \text{C.I} + \text{IMPREVISTOS } 5\%$$

$$\text{C.T.C.M} = 2084,96 + 104,248$$

$$\text{C.T.C.M} = 2189,208$$

Costos en los que se ha incurrido en las pruebas de funcionamiento:

Tabla N° 8 Costos de funcionamiento

MATERIA PRIMA	CANTIDAD	COSTO
Polietileno	3 Kilos	\$ 20
Achiote	100 Libras	\$ 90
		\$ 110

Depreciación costo indirecto de fabricación

Método lineal

Formula de depreciación

$$\text{formula de depreciacion} = \frac{\text{valor actual} - \text{valor recidual}}{\text{años de vida}}$$

$$\text{formula de depreciacion} = \frac{2736,51 - 273,65}{10}$$

formula de depreciacion = 246,28

Como tenemos el valor real que se ha utilizado en la máquina para el empaçado y dosificado de achiote haremos un análisis del costo que tiene y el beneficio que obtendremos.

Después de haber realizado los cálculos pertinentes de lo que se ha invertido detallando cada uno de los costos desde el más insignificante hasta los más representativos se concluye que el costo total de la máquina es de \$ 2189.208, a lo cual debo recalcar que el beneficio económico será de una utilidad de 25% que nos dará como resultado 2736,51 tomando en cuenta que existen máquinas similares que ofrecen otras empresas pero oscilan entre \$10000 y \$15000 razón que dificulta un poco a los microempresarios la adquisición de la maquinaria y buscarían más bien máquinas semiautomáticas con función de dosificado empaçado, sellado que son las características de la máquina que se ha diseñado.

A mas de obtener un beneficio económico en la elaboración de la máquina, se obtendrá también fundas de achiote empaçado que en las pruebas se obtuvo y lo más importante que es la experiencia adquirida mediante el diseño y la construcción de la presente máquina a través de la cual se ha demostrado lo aprendido en las aulas de la universidad así como en el taller de la misma.

Obtención de tiempo de recuperación de la inversión en una pequeña empresa

Datos de recopilación semanal

Venta semanal estimada de achiote de 500 a 1000 libras

Venta sin empaçado automático de 50 gr = 20 centavos

Tabla N° 9 Inversión de una pequeña empresa

Cantidad en libras semana	Numero de fundas del producto	Precio unitario	Precio total	Tiempo de mano de obra horas de 2 operarios	Inversión materia prima	Inversión funda	Costo de mano de obra por hora de 2 operarios	Costo de mano de obra por hora de producción	Beneficio
1000	9091	0,2	1818,2	25,3	900	54,55	2,73	68,87	794,77
800	7273	0,2	1454,5	20,2	720	43,64	2,73	55,10	635,81
900	8182	0,2	1636,4	22,7	810	49,09	2,73	61,98	715,29
500	4545	0,2	909,1	12,6	450	27,27	2,73	34,44	397,38

Venta con empaçado automático de 50 gr.=25 centavos

Para poder cumplir con los requerimientos de la microempresa de tener listas las 1000 libras semanales necesitamos 2 operarios solo para el empaçado del achiote, para cumplir esta demanda se necesita un tiempo mínimo de 25,3 horas semanales teniendo presente que cada operario empaça 200 fundas por hora, dándonos un beneficio de \$794,77 en las 1000 libras

Maquina construida en esta tesis

Datos de fabricación

500 fundas por hora

Precio 2736,51

Tabla N° 10 Inversión de una pequeña empresa con esta máquina

Cantida d en libras por semana	Cantida d de product o	Precio unitario	Precio total	Tiempo de empaca do	Inversió n materia prima	Inversió n polietile no	Costo de operació n por hora	Costo operacio nal total	Costo de mano de obra por hora	Costo de mano de obra por horas de producc ión	Benefici o
1000	9091	0,25	2272,7	18,2	900	200,00	5,37	97,6	1,36	24,79	1050,30
800	7273	0,25	1818,2	14,5	720	160,00	5,37	78,1	1,36	19,83	840,24
900	8182	0,25	2045,5	16,4	810	180,00	5,37	87,9	1,36	22,31	945,27
500	4545	0,25	1136,4	9,1	450	100,00	5,37	48,8	1,36	12,40	525,15

Para la utilización de la maquina dosificadora y empacadora necesitamos la ayuda de un solo operario el cual trabajara 18,2 horas solo en el empacado de las 1000 libras de achote disminuyendo mano de obra dándonos un beneficio de \$1050,30 en 1000 libras dándonos una utilidad neta de \$255,53 adicionales solo por la utilización de la maquina, lo cual significa que con la venta de 10710 libras de achote empacado recuperara el empresario la inversión de la máquina que es de \$2736,51 Teniendo presente que existe un promedio de 3500 libras de venta por mes por mes la recuperación de la maquina seria de 3,06 meses

Máquinas existentes en el mercado¹⁰

Datos de fabricación

2400 por hora

Precio 17550

¹⁰ http://www.comertia.es/ofertaproductos/empacadora_4142.htm

Tabla N° 11 Inversión de una pequeña empresa con una máquina existente

cantidad en libras	cantidad de producto	precio unitario	precio total	tiempo de utilización	inversión materia prima	inversión polietileno	costo de operación por hora	costo operacional total	mano de obra semanal	mano de obra por horas de producción	beneficio
1000	9091	0,25	2272,7	3,8	900	200,00	5,37	20,3	1,36	5,17	1147,22
800	7273	0,25	1818,2	3,0	720	160,00	5,37	16,3	1,36	4,13	917,78
900	8182	0,25	2045,5	3,4	810	180,00	5,37	18,3	1,36	4,65	1032,50
500	4545	0,25	1136,4	1,9	450	100,00	5,37	10,2	1,36	2,58	573,61

Para la utilización de esta máquina se necesita la ayuda de un solo operario el cual trabajara por un tiempo de 3,8 horas solo para la producción de 1000 libras con menor esfuerzo de trabajo de la misma demanda dando nos un beneficio de 1147,22 dólares en 1000 libras lo cual nos da una utilidad neta de 352,46 solo por la utilización de esta máquina, esto significa que con la venta de 49794 libras de achiote empacado recuperara el empresario la inversión de la máquina que es de 17550,16 Teniendo presente que existe un promedio de 3500 libras de venta por mes por mes la recuperación de la maquina seria de 14,22 meses

CAPÍTULO IV

PRUEBAS Y AJUSTES

4.1 Pruebas y ajustes del sistema de almacenamiento

El objetivo de estas pruebas es ver el comportamiento del dosificador cuyos resultados proveerá los datos básicos de funcionamiento en el campo el cual dará la información de fabricación y el rendimiento

La tolva llena a su totalidad pesa 50 libras teniendo presente que está a su punto máximo el cual se puede decir que se tiene una cantidad aceptable para el cálculo que se realizó en el capítulo 2.2.1

Se realizó pruebas de funcionamiento en diferentes posiciones de almacenamiento para ver si la tolva distribuye la misma cantidad cuando está llena de producto y por terminarse

Tabla N° 9

Cantidad en la tolva en libras	Dosificación en gr
50	51
40	51
30	50
20	50
10	50
5	50

Ajuste

La tolva es una parte fija la cual solo se necesita de la primera puesta, la que se debe regular la distancia correcta entre el dosificador y la tolva

4.2 Pruebas y ajustes del sistema de dosificación

De la misma manera en la tolva se realizó pruebas para la dosificación ya que esta es la parte más esencial del rendimiento de la máquina.

Entonces con la tabla N° 7 demostramos el rendimiento de la máquina:

Tabla N° 10

Numero de muestras	Onzas	%
1	50	0
2	49	2
3	51	2
4	50	0
5	50	0
6	50	0
7	51	2
8	50	0
9	50	0
10	51	2
11	50	0
12	50	0
13	50	0
14	50	0
15	50	0
16	50	0
17	50	0
18	50	0
19	50	0
20	51	2
21	50	0
22	50	0
23	50	0
24	50	0
25	50	0

Numero de muestras	Onzas	%
26	50	0
27	50	0
28	50	0
29	50	0
30	50	0
31	50	0
32	50	0
33	49	2
34	50	0
35	50	0
36	50	0
37	50	0
38	50	0
39	50	0
40	50	0
41	50	0
42	50	0
43	50	0
44	50	0
45	50	0
46	50	0
47	51	2
48	50	0
49	50	0
50	50	0
% promedio de error		0,28

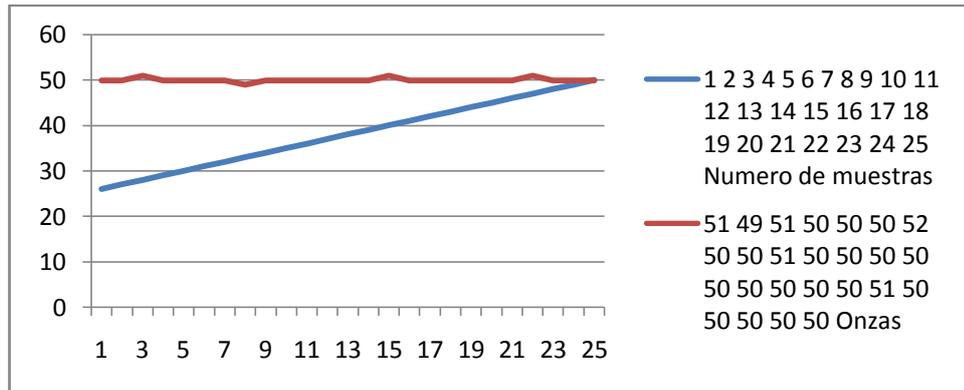


Grafico de margenes de error en la maquina

Como podemos observar en el grafico, la linea roja es el error que proporciona la máquina no son relevantes y mas bien tienen un error aceptable ya que la línea muestra los grados de error que no llegan a ser mayores.

La cantidad de separación existente entre el dosificador y la base se acumula en pequeñas cantidades y en movimientos proximos por lo que se recomienda coger muestras cada determinado tiempo para así garantizar que el producto tiene un peso correcto.

La dosificación es volumétrica lo cual es estándar cada dosificada ya que siempre será la misma por que el volumen no cambia pero por las condiciones de trabajo y el tiempo en el que se trabaja se tiene las diferentes variaciones como se observa en la tabla N° 6 expuesta pero por ser un porcentaje bajo si es aceptable en comparación a las tolerancias del peso en gramos.

Ajustes

La dosificación depende mucho si está bien calibrada la velocidad de carga y descarga ya que si existe un movimiento suave el producto se puede quedar entre las paredes por lo cual si la carga y descarga es rápida el momento de llegar a su límite va a tener una vibración la cual ayuda a bajar el producto en la descarga como en la carga del producto

Pruebas y ajustes del sistema de enfundado

En el sistema de enfundado existen algunas partes que se necesita probar como son:

El formador de funda, la posición del rollo de polietileno, la sujeción en el sistema de sellado y corte.

Para ver el correcto funcionamiento del formador se hizo la siguiente prueba

Pasar el plástico en forma manual con diferente fuerza y velocidades así como el alar la funda de diferentes posiciones etc. Dando como resultado la deformación al alar de una posición inclinada a más de 15 grados teniendo presente que si se automatiza el polietileno siempre seguirá a los 90° por lo que no nos dará problemas al momento de automatizar el proceso

El plástico para llegar al formador debe llegar bien estirado y en forma plana para que no exista deformación continúa en la funda.

4.3 Pruebas y ajustes del sistema de mando y control

4.3.1 Pruebas antes de la instalación

Previo a la instalación de los componentes utilizados en la máquina empacadora de producto alimenticio molido y seco, como en el tablero de control se procede a verificar las conexiones eléctricas y el funcionamiento de cada uno de los elementos a ensamblar. Para las pruebas eléctricas es necesario verificar continuidad en los transformadores que realizan el sellado, válvulas 5/2, válvulas 3/2, bobinas, contactos de los relés y funcionamiento del logo.

Para comprobar el funcionamiento de los cilindros neumáticos se introdujo aire comprimido para que entre o salga el vástago del cilindro.

4.4 Pruebas de las conexiones eléctricas

Las conexiones eléctricas se verificaron una vez montados los elementos en la máquina y en el tablero de control. Se probó continuidad en cada una de las conexiones usando un multímetro. Una vez comprobadas las conexiones eléctricas, se energizó y se verificó que exista el voltaje necesario para el funcionamiento de todos los componentes.

4.5 Pruebas de funcionamiento

Estas pruebas se las realizó en vacío para comprobar el funcionamiento de las entradas y salidas del logo conectado en el tablero de control con el programa del logo. Una vez revisadas las conexiones eléctricas activamos las salidas del logo con lo que se encienden: los transformadores (para medir el voltaje en la salida), las válvulas 5/2 (para verificar el funcionamiento de los cilindros neumáticos).

Pruebas después de la instalación

Luego de instalar todos los elementos en la máquina se realizaron las pruebas necesarias para la puesta en marcha.

4.6 Pruebas eléctricas de electroválvulas

Al estar conectados: las válvulas 5/2 y 3/2, los cilindros neumáticos, transformadores, los circuitos de control para regular la corriente en los transformadores al tablero de control se energizó la máquina para dar inicio a la calibración de los circuitos de control y tiempos en el programa del logo

4.7 Pruebas de válvulas 5/2 y 3/2

Al comprobar el funcionamiento de cada una de las válvulas 5/2 y 3/2 se asegura el suministro de aire para los cilindros neumáticos encargados de dosificar y mover las prensas para el sellado del plástico. para la verificación del funcionamiento de las válvulas, se forzó la salida del logo correspondiente al relé que activa la bobina de control de cada una de las válvulas 5/2 y 3/2 con lo que se comprobó que exista aire en las salidas.

4.8 Pruebas de cilindros neumáticos

Una vez comprobado el funcionamiento de las válvulas y teniendo aire a la salida de las mismas se procedió a conectar los cilindros neumáticos para comprobar que el vástago de estos se expanda o contraiga dependiendo en que entrada se aplique aire desde el compresor.

Una vez comprobado que los cilindros neumáticos funcionan correctamente se realizó los cambios en la entrada de aire para asegurar que los cilindros abran las prensas en caso de apagar la máquina y evitar accidentes por mala manipulación de los elementos neumáticos.

4.9 Pruebas de transformadores

Para verificar el funcionamiento de los transformadores se los conectó sin el circuito de control de corriente en el primario y sin carga en el secundario, esta prueba consistió en medir el voltaje de salida de los transformadores y mediante una prueba de cortocircuito medir la corriente máxima de salida de éstos, el parámetro que interesa en este proyecto es la corriente, la cual va a variar entre los dos transformadores ya que con el uno se sella el plástico y con el otro se sella y corta la funda dosificada.

Mediante las salidas del logo, se activan los relés que encienden los transformadores para sellado y corte de la funda, al encender los transformadores se mide con un multímetro el voltaje de salida deseado en el secundario de los transformadores. En una prueba de cortocircuito realizada anteriormente con un variador para regular el voltaje de entrada del primario y con una pinza amperimétrica en el secundario cortocircuitado del transformador se midió la corriente en la salida así se escogió que transformador se utilizaría en el sellado y cual en el corte del plástico. El transformador con mayor corriente de salida se lo utiliza en el sellado y corte ya que es donde se necesita más calor en la resistencia eléctrica, el otro transformador con menor corriente de salida se lo utiliza para el sellado de la manga plástica.

4.10 Pruebas de los circuitos de control de corriente

Las pruebas en los circuitos de control de corriente se efectuaron para encontrar la óptima corriente en la salida del transformador que permita unir el plástico de una manera homogénea, los valores de corriente escogidos para el sellado y corte del plástico. Los circuitos de control están conectados uno en cada primario de los transformadores y son activados desde relés que se controlan desde las salidas del logo

4.11 Pruebas para el sellado

Las pruebas del sellado son unas de las que se debe realizar principalmente en forma repetitiva por lo que esto va a dar la presentación del enfundado Las pruebas realizadas en el sellado se consumaron de forma independiente cada una de ellas.

4.12 Prueba el sellado vertical

Para el sellado vertical se plasmó muchas pruebas comenzando con el tiempo real de funcionamiento el cual empezó como muestra la tabla.

Tabla N° 11 Prueba del sellado vertical

Tipo	Tiempo(1/100seg)	Voltaje	Resultado	Con recirculación de agua
Niquelina de selladora manual	100	18	Roto	No
Niquelina de selladora manual	80	18	1 sellado y roto	No
Niquelina de selladora manual	60	18	Sellado pero en forma manual Pero sellado con rugosidad y no sirve para trabajo continuo	No
Niquelina selladora continua	10	18	No sella	No
Niquelina selladora continua	15	18	Solo le calienta el plástico	No
Niquelina selladora continua	20	18	Solo calienta el plástico	No
Niquelina selladora continua	30	18	Calienta pegando en partes pero débil	No
Niquelina selladora continua	35	18	Calienta pegando en partes y débil	No
Niquelina selladora continua	40	18	Calienta pegando en partes más seguidas	No
Niquelina selladora continua	50	18	Calienta pegando continuo pero débil	No
Niquelina selladora continua	60	18	Sella en forma perfecta sin resistir forma continua y llega a romperse	No
Niquelina selladora continua	10	36	Solo calienta	No
Niquelina selladora continua	15	36	Calienta y sella en forma discontinúa	No
Niquelina selladora continua	20	36	Sellado perfecto en forma manual	No
Niquelina selladora continua	20	36	Sellado perfecto en forma continua	Si

4.13 Prueba el sellado horizontal

Para el sellado horizontal se realizo muchas pruebas comenzando con el tiempo real de funcionamiento comenzando como muestra la tabla

Tabla N° 12 Prueba del sellado horizontal

Tipo	Tiempo(1/100seg)	Voltaje	Resultado	Con recirculación de agua
Niquelina selladora en t	5	36	No calienta	No
Niquelina selladora en t	10	36	Calienta sin sellar	No
Niquelina selladora en t	11	36	Calienta y deja la marca	No
Niquelina selladora en t	12	36	Calienta deja marca y partes sella	No
Niquelina selladora en t	15	36	Calienta deja marca y sella y no corta	No
Niquelina selladora en t	17	36	Calienta deja marca corta sella pero solo un lado	No
Niquelina selladora en t	18	36	Calienta deja marca corta sella pero solo un lado el otro en partes	No
Niquelina selladora en ^	10	36	Calienta sin sellar	No
Niquelina selladora ^	12	36	Calienta y deja la marca	No
Niquelina selladora ^	15	18	Calienta deja marca y partes sella	No
Niquelina selladora ^	17	18	Calienta deja marca y sella y no corta	No
Niquelina selladora ^	18	36	Calienta deja marca corta sella pero solo un lado el otro en partes	No
Niquelina selladora ^	19	36	Calienta deja marca corta sella pero solo un lado el otro sale mejor	No
Niquelina selladora ^	20	36	Calienta y sella bien en forma manual	No
Niquelina selladora ^	20	18	Calienta y sella en forma continua	Si

CAPÍTULO V

Conclusiones y recomendaciones

5.1 Conclusiones

Existe diversidad de mecanismos para la dosificación de productos alimenticios, los cuales se manejan bajo las diferentes necesidades de un proceso, es decir que la elección del mecanismo dosificador dependerá de los diferentes parámetros que intervienen en un determinado proceso.

La máquina en la parte dosificadora fue diseñada bajo las necesidades del proceso de producción alimenticia de achiote y debido a que la dosificación de éste debía ser de manera continua y la cantidad exacta se seleccionó el mecanismo de dosificación volumétrica.

En varios países se elaboran máquinas dosificadoras y empacadoras para diferentes productos y de diversos sistemas, en base a esos diseños se ha recopilado, seleccionado adaptación y rediseño de mecanismos y sistemas para obtener la mejor alternativa en el envasado de producto alimenticio seco y molido.

De entre los sistemas de dosificación el más conveniente es el de dosificación volumétrica ya que el producto a envasar obliga a una dosificación lo más exacta posible debido a su costo en el mercado.

Los elementos en contacto con el producto se construyen a partir de Acero Inoxidable de la serie AISI 304, asegurando que el producto a empacar no tendrá contaminación por agentes corrosivos.

Un factor muy influyente en la selección de materiales es la disponibilidad en el mercado nacional ya que muchas veces pueden existir en catálogos pero no existir en stock en las distribuidoras nacionales, esto implicaría complicaciones al momento de reponer o rediseñar una parte o elemento. Para la máquina dosificadora y selladora se utilizaron materiales y elementos de fácil adquisición en nuestro país.

Cuando se construye una máquina siempre se incurre en costos por diseño y en riesgos tecnológicos al momento de adquirir elementos o construirlo ya que en ocasiones un elemento se lo construye más de una vez debido a errores involuntarios.

En los análisis de rentabilidad realizados para una producción, los resultados son satisfactorios, por ello se concluye que la inclusión de este proyecto en una planta de producción y venta de este tipo de productos con iguales o mayores índices de producción es rentable.

Los planos nos permitirán la estandarización en la fabricación de dosificadoras y selladoras las futuras regidas a estos planos, no incurrirán en gastos por costos ingenieriles como diseños e investigaciones, consiguiéndose así un costo menor por máquina elaborada.

5.2 Recomendaciones

Desde el diseño de la máquina hasta la finalización de la construcción es importante aprovechar de mejor manera los espacios, no dejar esquinas pronunciadas o zonas desprotegidas que puedan comprometer la integridad física, geometrías de difícil acceso que puedan producir acumulación de suciedad.

Al realizar el centrado del material de empaque o al realizar la limpieza de la máquina siempre se lo debe hacer con la máquina apagada ya que los elementos en movimiento podrían causar accidentes al operario.

Al momento de trasladar, montarla y conectarla debe ser hecha por un técnico capacitado, de ello dependerá el correcto funcionamiento de la misma.

Se debe cumplir con el mantenimiento periódico de la dosificadora y selladora que aunque no es muy riguroso ni complicado asegura el funcionamiento prolongado de los sistemas que componen la máquina. Así como también siempre se deben revisar que no existan pernos o seguros flojos, cables o mangueras sueltas entre otros.

La alimentación del producto a ser envasada así como el retiro de las fundas ya selladas se lo hace manualmente, un complemento ideal para la dosificadora y empacadora será el dotarle de bandas transportadoras al ingreso del producto como a la salida de los empaques. De esta manera se evitará amontonamientos o desabastecimiento de producto y por ende se evita tiempos muertos en este sentido.

El incurrir en proyectos de construcción de maquinaria en el campo alimenticio nos ofrece una gran visión y perspectiva de la Ingeniería Electromecánica, especialmente en nuestro país ya que no se cuenta con tecnología avanzada en este campo. Por ello se recomienda a los futuros profesionales a orientarse en proyectos relacionados a este sector productivo en pro del desarrollo de nuestro país y la generación de fuentes de trabajo.

BIBLIOGRAFIA

KOSOW, “MAQUINAS ELECTRICAS Y TRANSFORMADORES”, Segunda Edición, Prentice Hall Publishing, U.S.A, 1972

DONALD G. FINK, H. WAYNE BEATY, MANUAL DE INGENIERIA ELECTRICA, Décima Tercera Edición, Mc Graw-Hill, Mexico, 1996.

NORMA TECNICA ECUATORIANA - NTE INEN 2110-1998, Primera Edición

SHIGLEY, J. E; Mitchel , L.D. Diseño en Ingeniería Mecánica. 5^{ta} ed. México: Mac Graw–Hill, 2000

DEGEM SYSTEM, Electroneumática básica y avanzada. Inter. Training Systems, Primera edición, 1992.

Formoso permuy Antonio, “2000 PROCEDIMIENTOS INDUSTRIALES AL ALCANCE DE TODOS”, Noriega editores, tercera edición, México d.f.

Arthur G. Erdman- George N. Sandor “DISEÑO DE MECANISMOS ANALISIS Y SINTESIS” tercera edición Oños Prado, enrique “MANIOBRA, MANDO Y CONTROL ELECTRICOS ENCICLOPEDIA CEAC DE ELECTRICIDAD” ediciones ceac Perú, 164-08020 Barcelona-España

Net grafía

<http://www.solostocks.com.mx/venta-productos/logistica-empaquetado-envasado/máquinaria-empaquetar/selladoras-de-pedal-191158>

<http://www.her-maq.com.mx>

<http://www.interempresas.net/Plastico/Articulos/2917-Soldadura-de-plasticos-por-alta-frecuencia.html>

<http://es.wikipedia.org/wiki/Cortocircuito>

http://www.comertia.es/ofertaproductos/empacadora_4142.htm

www.textoscientificos.com/polimeros/polietilenomateriales.eia.edu.co/ciencia%20de%20os%20materiales/index.htm

www.ingesir.com.ar/4costuras.htm

www.famensal.com.sv/automaticas.htm

ANEXOS

Latacunga, 2010

ELABORADO POR:

Emilio Enrique Morales Toapanta

APROBADO POR:

ING. Mario Jiménez
DIRECTOR DE CARRERA DE INGENIERIA ELECTROMECHANICA

CERTIFICADO POR:

DR. Eduardo Vásquez
SECRETARIO ACADEMICO

ÍNDICE DE CONTENIDOS

	PG
PRÓLOGO.	i
OBJETIVO GENERAL.	. iii
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.	iii
JUSTIFICACIÓN.	lii

CAPITULO I

MÁQUINAS DOSIFICADORAS Y EMPACADORAS	10
1.1. Introducción.....	10
1.2. Tipos de dosificadores	13
1.2.1. Por vibración.....	13
1.2.1.1. Aplicación.-	14
1.2.2. Por Tornillo.....	15
1.2.2.1. Aplicaciones	16
1.2.3. Dosificación volumétrica.....	16
1.2.3.1. Aplicaciones	17
1.2.4. Dosificado volumétrico de engranajes.....	17
1.2.4.1. Aplicaciones	18
1.2.5. Dosificador volumétrico de bomba peristáltica	18
1.2.5.1. Aplicaciones	19
1.2.6. Dosificador volumétrico de sólidos	19
1.2.6.1. Aplicaciones	19
1.3. Máquinas selladoras	20
1.3.1. Tipos de selladoras industriales	20
1.3.2. Selladoras de Pedal.....	20
1.3.2.1. Aplicaciones	21

1.3.3.	Selladora de pedal con Mordaza.....	21
1.3.3.1.	Aplicaciones	21
1.3.4.	Selladoras Continuas	22
1.3.4.1.	Selladoras Continuas Verticales	22
a)	Aplicaciones	23
1.3.4.2.	Selladoras Continuas Horizontales	23
a)	Aplicaciones	23
1.3.5.	Selladoras de escuadra.....	23
1.3.5.1.	Aplicaciones	24
1.4.	Sistema de almacenamiento.....	24
1.4.1.	Tanques y tolvas más utilizadas	24
b)	Cono truncado.....	25
c)	Cilindro parcial	25
d)	Cilindro horizontal truncado.....	26
e)	Prisma rectangular	26
f)	Prisma trapezoidal	27
g)	Pirámide truncada	27
1.4.2.	Material para el envase.	28
1.4.3.	Técnicas de soldado de los plásticos	32
1.4.3.1.	Soldadura por fusión.....	32
1.4.3.2.	Soldadura con material de aportación.....	33
1.4.3.3.	Soldadura por alta frecuencia	33
	Componentes de la soldadora de frecuencia.....	34
a)	Generador de alta frecuencia de la soldadora	34
b)	Prensa.....	34
c)	Electrodos para el soldado	35
d)	Control de temperatura	35
1.4.4.	Técnicas de corte de los plásticos.....	37
1.4.4.1.	Corte con láser	37
1.4.4.2.	Corte con fractura inducida	37
1.4.4.3.	Corte térmico	37

CAPÍTULO II

2.	DISEÑO Y SELECCIÓN DE LOS SISTEMAS	49
2.1.	Descripción general del sistema mecánico del enfundado	49
2.2.	Diseño y selección del sistemas de almacenamiento para la dosificación	49
2.2.1.	Diseño de la tolva	51
2.3.	Diseño y selección del sistemas de dosificación	52
2.4.	Diseño y selección del sistema de enfundado.....	54
2.4.1.	Sistema de arrastre de la funda	54
2.4.2.	Sistema de formación de la funda.....	55
2.4.3.	Sellado vertical y corte horizontal de la funda	57
2.4.4.	Sellado Y Corte Horizontal	59
2.5.	Selección de los actuadores eléctricos.....	61
2.5.1.	Actuadores para los movimientos de pistones.....	61
2.5.2.	Selección de actuadores para control eléctrico.....	62
2.5.3.	Selección de actuadores para sistema eléctrico de la máquina.....	63

CAPITULO III

3.	CONSTRUCCIÓN Y ANÁLISIS FINANCIERO.....	64
3.1.	Construcción del sistema de almacenamiento	64
3.1.1.	Construcción de la tolva de almacenamiento	64
3.1.2.	Construcción del sistema de dosificación.....	68
3.1.3.	Construcción del sistema de enfundado	68
3.1.3.1.	Construcción de la estructura de la máquina	68
3.1.3.2.	Construcción del formador de fundas.....	70
3.1.3.3.	Ensamble de la parte mecánica de la máquina	71
3.1.3.4.	Circuito de mando y control	73
a)	Sistema neumático.....	73
b)	Sistema de mando eléctrico	75
3.2.	ANÁLISIS FINANCIERO.....	75
3.2.1.	Antecedentes de la propuesta.....	75
3.2.2.	Parámetros de diseño para el análisis financiero	76
3.2.2.1.	Justificación Del Análisis Financiero	76
3.2.2.2.	Análisis De Factibilidad	77

3.2.2.3. Presupuesto de Inversión	77
---	----

CAPÍTULO IV

4 PRUEBAS Y AJUSTES	86
4.1 Pruebas y ajustes del sistema de almacenamiento	86
4.2 Pruebas y ajustes del sistema de dosificación.....	87
Pruebas y ajustes del sistema de enfundado	89
4.3 Pruebas y ajustes del sistema de mando y control.....	89
4.3.1 Pruebas antes de la instalación	89
4.4 Pruebas de las conexiones eléctricas	90
4.5 Pruebas de funcionamiento.....	90
Pruebas después de la instalación	90
4.6 Pruebas eléctricas de electroválvulas.....	90
4.7 Pruebas de válvulas 5/2 y 3/2	90
4.8 Pruebas de cilindros neumáticos.....	91
4.9 Pruebas de transformadores.....	91
4.10 Pruebas de los circuitos de control de corriente	92
4.11 Pruebas para el sellado.....	92
4.12 Prueba el sellado vertical.....	92
4.13 Prueba el sellado horizontal.....	93

CAPÍTULO V

5 Conclusiones y recomendaciones	95
5.1 Conclusiones.....	95
5.2 Recomendaciones	96
Anexos	91

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura. 1.1 Proceso de máquina.....	11
Figura. 1.2 Dosificadores.....	12
Figura. 1.3 Vibrador electromagnético	13
Figura. 1.4 Vibrador electromagnético con ángulo de inclinación.....	14
Figura. 1.5 Vibrador electromagnético horizontal.....	14

Figura. 1.6 Dosificador por vibración.....	15
Figura. 1.7 Dosificador con tornillo sin fin	15
Figura. 1.8 Dosificado con tornillo sin fin.....	16
Figura. 1.9 Dosificador volumétrico con pistón	17
Fig. 1.10 Dosificador volumétrico de engranajes	18
Figura. 1.11 Dosificador volumétrico de bomba peristáltica.....	18
Figura. 1.12 Dosificado volumétrico con vasos.....	19
Figura. 1.13 Selladoras de pedal	21
Figura. 1.14 Selladoras de Mordaza	21
Figura. 1.15 Selladora continua vertical	22
Figura. 1.16 Selladora horizontal.....	23
Figura. 1.17 Selladora de escuadra	24
Figura 1.18. Cilindro.....	25
Figura 1.19 Cono truncado	25
Figura 1.20 Cilindro parcial.....	26
Figura 1.21. Cilindro horizontal truncado	26
Figura 1.22. Prisma rectangular	27
Figura 1.23. Prisma trapezoidal	27
Figura 1.24. Pirámide truncada.....	28
Figura 1.25. Máquina Para Soldadura Por Alta Frecuencia.....	36
Figura 1.26. Cilindro de Simple Efecto	38
Figura 1.27. Cilindro De Doble Efecto.....	39
Figura 1.28. Cilindro de doble efecto, con amortiguación interna doble	40
Figura 1.29. Cilindro de doble efecto	40
Figura 1.30 Cilindro de doble efecto, con doble vástago	41
Figura 1.31 Válvulas	42
Figura 1.32 Válvula con mando electromagnético	42
Figura. 1.33: Válvula distribuidora 5/2 (principio de disco flotante)	43
Figura. 1.34. Válvula distribuidora 3/2 (de mando electromagnético).....	44
Figura. 1.35 - Símbolos de válvulas eléctricas	44
Figura. 1.36 - Rutas del fluido con una válvula de 5/2.....	45
Figura. 1.37 Filtro de aire comprimido con purga	46

Figura. 2.38 Grafico de análisis de encuesta realizada	50
Figura 1.18. Cilindro.....	53
Figura. 2.39 – Cilindro con el dosificador	54
Figura. 2.40 Sistema de enfundado.....	54
Figura. 2.41 Arrastre de la funda	55
Figura. 2.42 Formador de funda	55
Figura. 2.43 Partes del formador	56
Figura. 2.44 Formador de la funda	57
Figura. 2.45 Sellado Vertical	58
Figura. 2.46 Transformador de 1Kva.....	60
Figura. 2.47 Diagrama de control de un cilindro de doble efecto con una electroválvula	61
Figura. 2.48 Electroválvula 5/2.....	61
Figura. 2.49 Secuencia de gráficos	62
Figura. 3.50 Proceso de construcción de la tolva de almacenamiento	65
Figura. 3.51 Forma para cortar un cono truncado.....	66
Figura. 3.52 Tolva Doblada	67
Figura. 3.53 Tolva apuntada para ser soldada	67
Figura. 3.54 Soldado de tolva	67
Figura. 3.55 Dosificador volumétrico.....	68
Figura. 3.57 Soldado De La Estructura.....	70
Figura. 3.58 Proceso de construcción del formador de funda	70
Figura. 3.59 Formador en construcción	71
Figura. 3.60 Formador construido	71
Figura. 3.61 Proceso de construcción de la estructura mecánica.....	72
Figura. 3.62 Estructura de la máquina	73
Figura. 3.63 Esquema de conexión de pistones	74

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1 Método de corte de acero inoxidable.....	57
TABLA 2. TUBO DE POLIURETANO.....	65
Tabla N° 3 Costos unitarios de materiales mecánicos.....	60
Tabla N° 4 Costos de materiales eléctricos y varios.....	69

Tabla N° 5 Costos de maquinaria empleada.....	70
Tabla N° 6 Mano De Obra Directa	71
Tabla N° 7 Costo Total De La Construcción.....	72
Tabla N° 8 Costos de funcionamiento.....	72
Tabla N° 9 Inversión de una pequeña empresa.....	74
Tabla N° 10 Inversión de una pequeña empresa con esta máquina.....	75
Tabla N° 11 Inversión de una pequeña empresa con una máquina existente.....	76

ÍNDICE DE ANEXOS

Encuesta.....	ANEXO 1
Densidad de materiales.....	ANEXO 2
Características técnicas del contactor.....	ANEXO 3
Características técnicas y manual.....	ANEXO 4
WPS	ANEXO 5
Maquina construida.....	ANEXO 6
Plano de la empacadora y dosificadora	ANEXO 7
Plano de la Base dosificador.....	ANEXO 8
Plano de la Base Inferior.....	ANEXO 9
Plano de Mordaza móvil inferior.....	ANEXO 10
Plano del soporte de la tolva.....	ANEXO 11
Plano del Dosificador	ANEXO 12
Plano de la Estructura	ANEXO 13
Plano del Formador	ANEXO 14
Plano Eléctrico.....	ANEXO 15
Programación del Logo Siemens 230 RC	ANEXO 16