

# **ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL**

## **ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS**

### **REPOTENCIACIÓN DE UNA MÁQUINA REBOBINADORA DE LÁMINA PLÁSTICA**

#### **PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE TECNÓLOGO EN ELECTROMECAÁNICA**

**DIEGO STALIN SALAZAR ENRIQUEZ**

**nickmancito2490@hotmail.com**

**DIRECTOR: Ing. Carlos Posso Játiva**

**posso.jativa@hotmail.com**

**Quito, febrero 2018**

## **DECLARACIÓN**

Yo, **Diego Stalin Salazar Enríquez**, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Escuela Politécnica Nacional puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.

**Diego Salazar E.**

**© Escuela Politécnica Nacional 2017**

**Reservados todos los derechos de reproducción**

## **CERTIFICACIÓN**

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Diego Salazar, bajo mi supervisión.

**Ing. Carlos Posso**

**DIRECTOR DEL PROYECTO**

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios que me ha iluminado durante toda la vida permitiéndome tomar las mejores decisiones.

A mi director de tesis, **Ing. Carlos Posso**, por su gran apoyo y su amistad brindada en el desarrollo de este proyecto.

A la Escuela **Politécnica Nacional** y a la **Escuela de Formación de Tecnólogos**, por brindarme la sabiduría para afrontar los nuevos retos que se presentarán en el futuro.

A todos los compañeros de la Dirección de Gestión de Información y Procesos, por el gran apoyo y colaboración brindada en la ejecución del proyecto.

## **DEDICATORIA**

Agradezco a Dios el haberme permitido culminar una etapa más en mi vida, a mi madre y a mi padre por no perder la fe en mí.

A mi esposa pilar fundamental en mi vida que siempre ha sido una mujer luchadora y confió siempre en mí.

# **RESUMEN**

El presente Proyecto de Titulación está dirigido a la repotenciación de una máquina rebobinadora de lámina plástica, se lo ha organizado por capítulos de tal manera que se hará una breve explicación del contenido de cada uno de ellos.

## **1.- Introducción**

Se detalla el planteamiento del problema, objetivo general, objetivos específicos, fundamentos teóricos, despiece completo de la máquina rebobinadora de lámina plástica.

## **2.- Metodología**

Se describe el estado previo de máquina rebobinadora de lámina plástica, análisis de alternativas de solución a los problemas planteados, selección de elementos adecuados para la solución, montaje de elementos seleccionados, análisis de costos.

## **3.- Resultados y Discusión**

Pruebas y resultados obtenidos.

## **4.- Conclusiones y Recomendaciones**

## **5. Referencias Bibliográficas**

## **6. Anexos**

# **ABSTRACT**

The present Project of titration is directed to the repowering of a machine rewinder of film plastic, has organized by chapters in such a way that will be a brief explanation of the content of each one of them.

## **1. Introduction**

It details the approach of the problem, general objective, specific objectives, theoretical foundations, complete disassembly of the rewinder machine of film plastic.

## **2. - Methodology**

Description the previous state rewinder machine of film plastic, analysis of solution alternatives to the problems raised, selection of suitable elements for the solution, assembly of selected elements, cost analysis.

## **3. - Results and Discussion**

Tests and results obtained.

## **4. - Conclusions and Recommendations**

## **5. - References**

## **6. - Attachments**

## ÍNDICE GENERAL

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	15
INTRODUCCIÓN.....	15
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	61
METODOLOGÍA .....	62
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	78
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	78
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	82
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	82
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	84
MANUAL DE MANTENIMIENTO .....	84
<b>BIBLIOGRAFIA</b> .....	91
<b>ANEXOS</b> .....	93

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Derivados del Petróleo.....	17
<b>Figura 2</b> Polimerización por Adición .....	18
<b>Figura 3</b> Polimerización por Condensación.....	20
<b>Figura 4</b> Extrusora Tipo Burbuja .....	25
<b>Figura 5</b> Extrusora.....	26
<b>Figura 6</b> Cabezal de Extrusora.....	26
<b>Figura 7</b> Porta Filtro .....	27
<b>Figura 8</b> Boquilla de Extrusora .....	28
<b>Figura 9</b> Anillo de Enfriamiento .....	29
<b>Figura 10</b> Canasta Guía Burbuja.....	30
<b>Figura 11</b> Torre de Tiro .....	31
<b>Figura 12</b> Alineador de lámina plástica.....	31
<b>Figura 13</b> Tratador Corona .....	32
<b>Figura 14</b> Calandra de Arrastre.....	33
<b>Figura 15</b> Bobinadores por Contacto.....	34

<b>Figura 16</b> Bobinadores Centralizados .....	34
<b>Figura 17</b> Lámina Plástica Strech Film .....	35
<b>Figura 18</b> Máquina rebobinadora de lámina plástica strech film.....	36
<b>Figura 19</b> Panel de Mando Eléctrico .....	37
<b>Figura 20</b> Plc Omron .....	40
<b>Figura 21</b> Fuente de Alimentación.....	41
<b>Figura 22</b> CPU .....	41
<b>Figura 23</b> Módulo de Entrada .....	42
<b>Figura 24</b> Módulo de salida .....	43
<b>Figura 25</b> Unidad de Memoria.....	43
<b>Figura 26</b> Consola de Programación .....	44
<b>Figura 27</b> Relé Electromagnético.....	45
<b>Figura 28</b> Contactor Electromagnético.....	46
<b>Figura 29</b> Sensor Inductivo.....	46
<b>Figura 30</b> Contador Digital .....	47
<b>Figura 31</b> Motor Eléctrico .....	47
<b>Figura 32</b> Freno Electromagnético.....	48

<b>Figura 33</b> Transformador.....	49
<b>Figura 34</b> Fusible Cerámico.....	50
<b>Figura 35</b> Diagrama de Flujo de Proceso .....	52
<b>Figura 36</b> Soporte y Ubicación Bobina Madre .....	54
<b>Figura 37</b> Alimentación Conos de Cartón .....	55
<b>Figura 38</b> Rodillería de arrastre .....	56
<b>Figura 39</b> Corte y Pegado de lámina .....	57
<b>Figura 40</b> Transporte de Producto Terminado.....	57
<b>Figura 41</b> Panel Neumático.....	60
<b>Figura 42</b> Servomotor.....	63
<b>Figura 43</b> Funcionamiento Variador de frecuencia.....	65
<b>Figura 44</b> Balanza Metter Toledo .....	80
<b>Figura 45</b> Visualizador de Balanza Metter Toledo .....	81
<b>Figura 46</b> Desalineamiento .....	81
<b>Figura 47</b> Alineamiento .....	81
<b>Figura 48</b> Variador de frecuencia .....	84
<b>Figura 49</b> Ventilador de Enfriamiento del Variador de Frecuencia.....	85

<b>Figura 50</b> Tarjeta Electrónica .....	86
<b>Figura 51</b> Resistencia de Frenado .....	87
<b>Figura 52</b> Rodillera de Arrastre .....	88
<b>Figura 53</b> Rodillera de Goma .....	88
<b>Figura 54</b> Pistón Neumático .....	89
<b>Figura 55</b> Unidad de Mantenimiento Neumático .....	90

## **ÍNDICE DE EXPRESIONES**

<b>Expresión 1</b> .....	5
<b>Expresión 2</b> .....	6
<b>Expresión 3</b> .....	60
<b>Expresión 4</b> .....	61
<b>Expresión 5</b> .....	61

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> Instalación Mecánica Variador de Frecuencia .....	67
<b>Tabla 2</b> Costo del Sistema Eléctrico.....	72
<b>Tabla 3</b> Costo del Sistema Mecánico .....	73
<b>Tabla 4</b> Costo del Sistema Neumático.....	74
<b>Tabla 5</b> Pruebas y Resultados .....	77

# CAPÍTULO 1

## INTRODUCCIÓN

### 1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Actualmente la empresa POLIFILM CIA LTDA cuenta con una línea de producción de láminas plásticas estirables (strech Film), posee maquinaria para la extrusión y rebobinaje de las mismas. La máquina rebobinadora de lámina plástica es de origen taiwanés, está diseñada para el rebobinaje de rollos en diferentes longitudes a partir de una bobina madre, se encuentra trabajando 10 años aproximadamente opera 8 horas diarias durante 5 días a la semana (lunes-viernes).

Debido a esto presenta problemas en su sistema de freno - embrague electromagnético, rodillera de guiado para lámina plástica y en el suministro de conos de cartón.

El rebobinaje de lámina plástica (strech Film) es realizado mediante un mecanismo de transmisión motriz utilizando el sistema de freno - embrague electromagnético. El detenimiento de la marcha es ejecutado por las zapatas de fricción, que al momento de realizar el frenado se desgastan por el friccionamiento del momento. Debido a las constantes ocasiones de frenado que realiza la máquina en su trabajo, la zapata pierde adherencia en la superficie de contacto, provocando un deslizamiento de material rebobinado no necesario y la derivación de un paro de máquina por recambio de zapatas de frenado. Se propone el cambio del sistema freno-embrague electromagnético por un sistema electrónico (Variador de Frecuencia) para evitar desgaste y paros de máquina.

Los variadores de frecuencia se utilizan por la capacidad de controlar y sincronizar la velocidad de los motores eléctricos (AC - DC), gracias a esto se utilizan en varias aplicaciones industriales tales como en bandas transportadoras, bombas y ventiladores centrífugos, bombas de desplazamiento positivo, etc.

Como lo cita José Roldan en su libro Motores Eléctricos los variadores de frecuencia tiene grandes aplicaciones en rebobinadoras y bobinadores de papel y lámina plástica.

“El variador de frecuencia realiza un arranque suave, estabiliza la velocidad nominal y hace una desaceleración controlada manteniendo la firmeza del material a trabajarse.” **(Roldan, 1993)**

El guiamiento y tensión de lámina plástica en la máquina rebobinadora se forma por rodillos ubicados de tal manera que la película plástica pase por ellos hasta llegar al cono de cartón. Debido a su uso diario sus rodamientos presentan varias fallas como daños en jaula, abolladuras, desgaste propio, etc. produciendo un mal guiamiento de película plástica. Se propone la reparación de rodillos defectuosos y el aumento de un rodillo de goma para ayudar al guiamiento de la película en el momento del frenado.

La alimentación de conos de cartón está dada por una estructura de soporte formada por un pistón neumático, rodamientos lineales y dos ejes guías que debido a su deterioro hacen que se pierda estabilidad al momento de suministrar el cono de cartón, se propone el cambio de ejes guías, rodamientos lineales y pistón neumático.

El sistema que modificar tiene componentes mecánicos que dentro de su funcionamiento requieren de una programación de mantenimientos más severa, además de que la seguridad de su funcionamiento tiene un riesgo significativo, por lo que se denotan en varias aplicaciones de los variadores de frecuencia.

## **1.2 OBJETIVO GENERAL**

Repotenciar una máquina rebobinadora de lámina plástica

## **1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Analizar e identificar la situación actual de la máquina rebobinadora de lámina plástica.

- Seleccionar alternativas de solución a los problemas presentados en la máquina rebobinadora de lámina plástica.
- Determinar el costo de repotenciación.
- Implementar las soluciones a los problemas planteados en la máquina rebobinadora de lámina plástica.
- Realizar el manual de operación y mantenimiento de la máquina.

## 1.4 FUNDAMENTOS TEÓRICOS

### 1.4.1 OBTENCIÓN DE LÁMINA PLÁSTICA

El plástico ha sido uno de los desarrollos más importantes del siglo XX ha sustituido a otros materiales por ser económicos, livianos, versátiles, alta durabilidad, resistencia a la humedad, químicos, etc.

Sin embargo, algunas de estas virtudes pueden ser inconvenientes en determinadas circunstancias como es el caso de su baja degradabilidad cuando ya son considerados residuos. En la figura 1 se muestran algunos derivados del petróleo y sus aplicaciones.



**Figura 1** Derivados del Petróleo

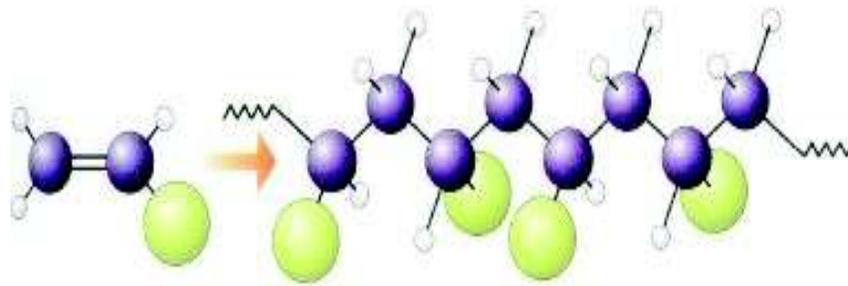
“Los plásticos son productos no naturales obtenidos por el hombre a través de diversas reacciones químicas. Estos se obtienen artificialmente a partir de productos como el petróleo, carbón, gas natural, materiales vegetales o proteínas que en alguna fase de su fabricación han adquirido la suficiente plasticidad para darle forma y obtener productos industriales. De hecho el plástico se refiere a un estado del material viscoso o fluido y no tiene propiedades de resistencia a esfuerzos mecánicos.” (Prezi, 2016)

#### 1.4.2 PROCESO DE FABRICACIÓN

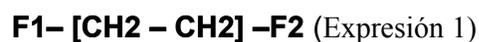
Los plásticos se producen mediante un proceso químico denominado polimerización, siendo este el proceso de construir una molécula polimérica obtenida mediante la unión de monómeros que se transforman en polímeros. Se diferencian dos tipos de procesos de polimerización adición y de condensación.

- **POLIMERIZACIÓN POR ADICIÓN**

En esta clase de polimerización los polímeros son sintetizados por la adición de monómeros insaturados a la cadena creciente. Un monómero insaturado es aquel que tiene un enlace covalente, o doble entre sus átomos estos enlaces covalentes son bastante reactivos y al ser eliminados permiten que el monómero se pueda acoplar con otros monómeros insaturados. En general un polímero de adición es el polietileno, en la figura 2 se observa el proceso de polimerización por adición y en la expresión 1 se observa el componente químico polietileno.



**Figura 2** Polimerización por Adición



Donde F1 y F2 son los grupos terminales de inicio y fin de la reacción que se encuentran en muy pequeñas concentraciones comparados con la cantidad de monómeros de la cadena principal.

Estos grupos terminales no tienen efecto en las propiedades mecánicas del polímero, pero sí pueden influenciar la estabilidad química del mismo en algunos polímeros, cuando son calentados o irradiados con luz los grupos terminales inestables pueden iniciar la degradación de la molécula.

En algunas ocasiones, el electrón desapareado al final de la cadena arrebatara un electrón de un enlace carbono hidrógeno a su propia cadena principal, cerrando la cadena al final y dejando una posibilidad de enlace en una zona intermedia de la cadena en donde se acoplará otro monómero y dará inicio a una ramificación. Este fenómeno es conocido como mecanismo de back-biting (retro mordida).

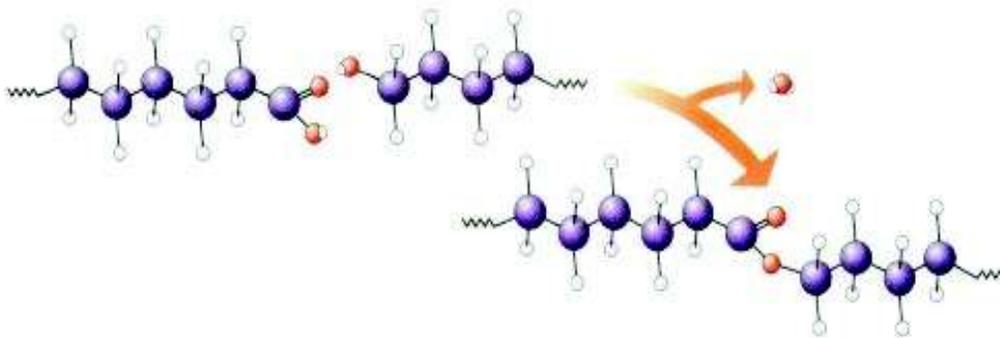
Es así como se producen los polímeros ramificados. En resumen, la polimerización por adición puede asimilarse a armar un tren con vagones iguales por esto se conoce también como polimerización de crecimiento en cadena.

Debe notarse que al terminar de armar el tren no sobra ningún vagón es decir en la polimerización de adición no se producen residuos.

- **POLIMERIZACIÓN POR CONDENSACIÓN**

A diferencia de la polimerización de adición, en la polimerización de condensación algunos átomos del monómero no son incluidos en el polímero resultante, por lo que se produce una pequeña molécula como residuo. Nótese que los polímeros de condensación tienen la forma tipo malla como se muestra en la figura 3 polimerización por condensación y en la expresión 2 se observa el componente químico ácido clorhídrico.

Esta regularidad absoluta en la ubicación de los monómeros facilita la tendencia de la molécula a formar cristales cuando se solidifica. Esta característica molecular de cristalinidad es de gran influencia en las propiedades mecánicas.



**Figura 3** Polimerización por Condensación



“Los procesos de polimerización descritos anteriormente se utilizan para la obtención tanto de polímeros termoplásticos como de polímeros termoestables. Debe notarse que los procesos de polimerización no son perfectos en el sentido de que no ofrecen la posibilidad de obtener cadenas exactamente iguales con la misma cantidad de monómeros.

Por lo cual un valor de masa molecular promediado aritméticamente no es representativo de la masa molecular del polímero; es por esto por lo que se utilizan valores con significado estadístico para cuantificar la masa molecular de los polímeros es la masa molecular promedio en número y la masa molecular promedio en peso”. **(Molesbellvert, 2016)**

### 1.4.3 CLASIFICACIÓN DE PLÁSTICOS

Para la fabricación de plásticos es necesario que la industria petroquímica suministre los monómeros y junto con la adición de diversos tipos de aditivos, se logra modificar sus propiedades.

El tamaño y la estructura de la molécula del polímero determinan las propiedades de los distintos plásticos. En su estado más básico los plásticos se producen como polvos, gránulos, líquidos y soluciones que aplicando presión y calor se obtiene el producto final deseado de plástico.

#### 1.4.4 RESINAS TERMOPLÁSTICAS

Este tipo de resinas al calentarse fluyen como líquidos viscosos y al enfriarse se solidifican, el enfriamiento y calentamiento puede realizarse cuantas veces se quiera sin perder las propiedades del material. Este tipo de plásticos componen aproximadamente el 85% de los plásticos consumidos.

Ellos son los polietilenos: polietileno de alta densidad (**PEAD**), de baja densidad (**PEBD**) tereftalato (**PET**), polipropileno (**PP**), poliestireno (**PS**) y cloruro de polivinilo (**PVC**).

##### A.- POLIETILENO

Se le llama con las siglas **PE**. Existen fundamentalmente tres tipos de polietileno:

- **PE de Alta Densidad.** - Es un polímero obtenido del etileno en cadenas con moléculas bastantes juntas. Es un plástico incoloro, inodoro, no toxico, fuerte y resistente a golpes y productos químicos. Su temperatura de ablandamiento es de 120° C. Se utiliza para fabricar envases de distintos tipos de fontanería, tuberías flexibles, prendas textiles, contenedores de basura, papeles, etc. Todos ellos son productos de gran resistencia y no atacables por los agentes químicos.
- **PE de Mediana Densidad.** - Se emplea en la fabricación de tuberías subterráneas de gas natural los cuales son fáciles de identificar por su color amarillo.
- **PE de Baja Densidad.** - Es un polímero con cadenas de moléculas menos ligadas y más dispersas. Es un plástico incoloro, inodoro, no tóxico, más blando y flexible que el de alta densidad. Se ablanda a partir de los 85 grados centígrados.

Por tanto, se necesita menos energía para destruir sus cadenas, por otro lado, es menos resistente. Una de sus más valiosas propiedades corresponde a que es un

buen aislante. Se utiliza para bolsas y sacos de los empleados en comercios y supermercados, tuberías flexibles, aislantes para conductores eléctricos, juguetes que requieren flexibilidad.

### **B.- PET**

El **PET** es un tipo de materia prima plástica derivada del petróleo, correspondiendo su fórmula a la de un poliéster aromático, su denominación técnica es Polietileno Tereftalato o Politereftalato de etileno. Empezó a ser utilizado como materia prima en fibras para la industria textil y en la producción de láminas.

Es el polímero para el cual los fabricantes de máquinas internacionales han dedicado el mayor esfuerzo técnico y comercial. Efectivamente los constructores han diseñado maquinaria con inversiones cuantiosas, equipos y líneas completas perfectamente adaptadas a los parámetros de transformación del PET, cuya disponibilidad está en todos los embotelladores que unida a la adecuada comercialización de la materia prima permitió la expansión de su uso en todo el mundo.

### **C.- POLIPROPILENO**

Se conoce con las siglas **PP**. Es un plástico muy duro y resistente, es opaco y con gran resistencia al calor pues se ablanda a una temperatura más elevada (150 grados centígrados).

Es resistente a los golpes, aunque tiene poca densidad y se puede doblar muy fácilmente, resistiendo múltiples doblados por lo que es empleado como material de bisagras. Se emplean en la fabricación de estuches, tuberías para fluidos calientes, jeringuillas, carcasa de baterías de automóviles, electrodomésticos, muebles, juguetes, y envases.

Otra de sus propiedades es la de formar hilos resistentes aptos para la fabricación de cuerdas, zafras, redes de pesca.

## **D.- POLIESTIRENO**

Se designa con las siglas PS. Es un plástico más frágil que se puede colorear, tiene una buena resistencia mecánica, puesto que resiste muy bien los golpes. Se usa para fabricar envases, tapaderas de bisutería, componentes electrónicos y otros elementos que precisan una gran ligereza, muebles de jardín, mobiliario de terraza de bares.

La forma esponjosa se conoce con el nombre POREXPAN o corcho blanco, que se utiliza para fabricar embalajes y envases de protección, así como en aislamientos térmicos y acústicos en paredes y techos.

## **E.- POLICLORURO DE VINIL**

Se designa con las siglas PVC, es el material plástico versátil pues puede ser fabricado con diversas características añadiéndole aditivos que lo mejoren. Es muy estable, duradero y resistente debido que puede hacerse menos rígido y más elástico si se le añade un aditivo más plastificante.

Se ablanda y toma forma a baja temperatura, teniendo una gran resistencia a los líquidos corrosivos, por lo que es utilizado para la construcción de depósitos y cañerías de desagüe.

El PVC en su presentación más rígida se emplea para fabricar tuberías de agua, tubos aislantes y de protección, revestimientos exteriores, ventanas, puertas, escaparates, conducciones y cajas de instalaciones eléctricas.” **(Uriel, 2012)**

### **1.4.5 PROCESO DE FORMACIÓN DE LA LÁMINA PLÁSTICA**

“Las láminas termoplásticas se producen por numerosos procesos siendo el más importante aquel basado en el proceso de extrusión. La extrusión consiste en hacer pasar bajo la acción de la presión un material termoplástico a través de un orificio con forma más o menos compleja, de manera continua hasta que el material adquiera una sección transversal igual a la del orificio.

En la extrusión de termoplásticos el proceso no es tan simple ya que durante el mismo el polímero se funde dentro de un cilindro y posteriormente es enfriado en una calandra.

El proceso de extrusión tiene por objetivo ser un proceso normalmente continuo usado para la producción de perfiles, tubos, películas plásticas, hojas plásticas, etc.

El término lámina refiérase a los materiales con un espesor entre 0.5 milímetros hasta cerca de 12.5 milímetros y se usan para productos tales como cristales planos de ventana y material para termo formado.

Mientras que el término película se refiere a espesores por debajo de 0.5 milímetros se usan películas delgadas para material de empaque, las aplicaciones de películas más gruesas incluyen cubiertas y revestimientos, por ejemplo: cubiertas para piscinas y revestimientos para canales de irrigación.

Las láminas y las películas se producen en varios espesores mediante extrusión convencional, usando un dado cuya abertura tiene la forma de una rendija delgada. La rendija puede tener hasta 3 metros de largo con un ancho cercano a 0.04 milímetros.

Dentro del proceso de extrusión existen métodos eficientes de enfriamiento y recolección de la película esto se logra conduciendo inmediatamente la extrusión hacia un baño temple con agua o sobre rodillos refrigerados. El método de los rodillos refrigerados es el más importante comercialmente debido a su costo. Las bajas temperaturas de los rodillos provocan el rápido enfriamiento y solidificación de lámina plástica en la extrusión.

El proceso es notable por sus altas velocidades de producción de hasta 5 m/s, además pueden lograrse estrechas tolerancias en el espesor de la película.

En la extrusión de lámina plástica existen dos tipos: la burbuja y el cabezal plano siendo la más utilizada la de tipo burbuja debido a su facilidad de proceso y costo.”**(Mariano, 2014)**.

#### 1.4.6 PARTES DE LA EXTRUSORA TIPO BURBUJA

“Las partes más importantes de una extrusora tipo burbuja son: Extrusora, cabezal, anillo de enfriamiento, anillo de aire, canastilla guía, torre de tiro, alineador, tratador de efecto corona, calandra de arrastre, bobinadores. En la figura 4 se muestra la extrusora tipo burbuja Marca RAJOO, fabricada en la ciudad de Taiwan, actualmente se encuentra trabajando en la empresa Polifilm Cía. Ltda.

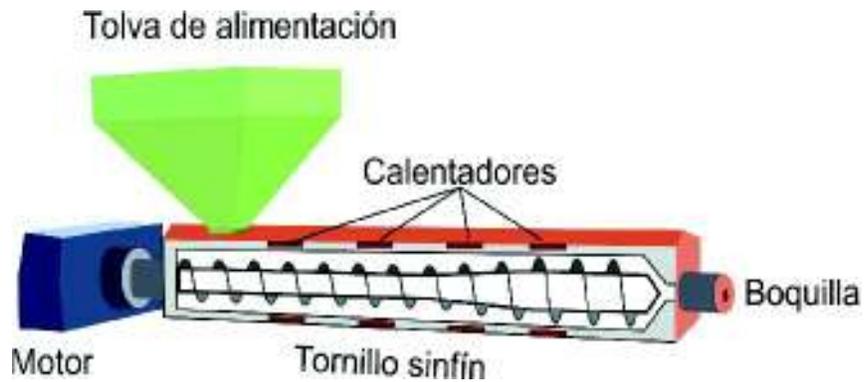


**Figura 4** Extrusora Tipo Burbuja

#### A.- EXTRUSORA

Una máquina extrusora común se representa en la figura 5, la misma que posee una estructura denominada tolva quien da guiamento al material en la parte inicial del proceso, esta acción puede realizarse de manera manual o por medio un dosificador

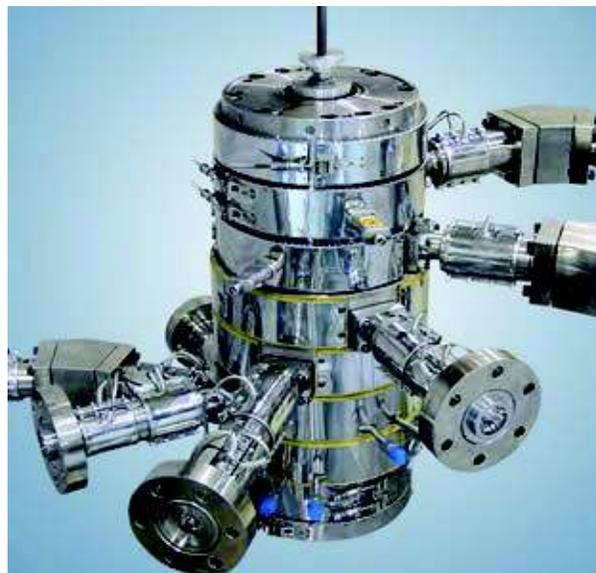
automático. El material pasa por un husillo (tornillo sin fin) que al ser calentado derrite el material para que al final sea expulsado a presión y por medio de un dado (molde) se obtiene una forma solicitada bajo diseño que puede ser perfiles, postes, ángulos, etc.



**Figura 5** Extrusora

## **B.- CABEZAL**

Cabezal es la pieza situada al final de cada cañón de la extrusora, que se encuentra sujetando a la boquilla superior o labio de extrusión.



**Figura 6** Cabezal de Extrusora

En la figura 6 se muestra un ejemplo de cabezal, componente principal debido a que es el responsable de conformar o proporcionar la forma de la extrusión.

Los principales componentes de un cabezal para la extrusión son: porta filtro y boquilla.

- **PORTA FILTRO**

El porta filtro que se observa en la figura 7 se ubica al final de cada cañón de extrusión, se trata de un disco metálico con agujeros cuyo propósito es servir como soporte a un paquete filtro (malla Metálica) cuyo fin principal es atrapar los contaminantes que podrían afectar al producto extruido.

Los filtros también ayudan a mejorar el mezclado y homogenización del fluido extruido. Los filtros van aplastados delante del plato rompedor primero va la malla más ancha para de esta manera reducir progresivamente el tamaño de la malla. Conforme se ensucian las mallas es necesario sustituirlas para evitar una subida de presión excesiva y que disminuya la producción.



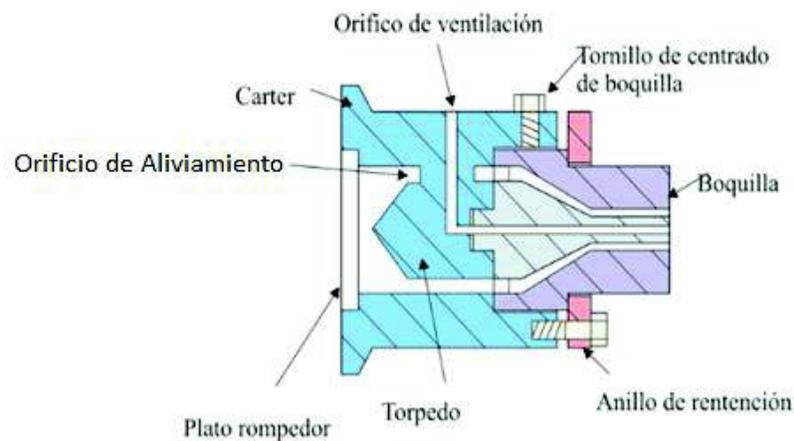
**Figura 7** Porta Filtro

- **BOQUILLA**

La boquilla de extrusión que se presenta en la figura 8 es el componente del cabezal encargado de la conformación final del extruido. Se debe velar por que el polímero fluya con volumen y velocidad de flujo, de manera uniforme alrededor de toda la circunferencia de la boquilla para lograr espesores uniformes. Los diseños actuales de boquillas presentan dos secciones claramente definidas. La primera de estas

secciones es conocida como: cámara de relajación mientras que la segunda puede ser llamada cámara de salida (die land).

La cámara de relajación de la boquilla tiene como propósito producir la desaceleración del material e incrementar el tiempo de residencia en la boquilla de manera tal que el polímero relaje los esfuerzos impartidos por el paso a través de los paquetes de filtros y el plato rompedor. La cámara de descarga (die land) produce el perfil con la forma deseada y las dimensiones requeridas.



**Figura 8** Boquilla de Extrusora

### **C.- ANILLO DE ENFRIAMIENTO**

Por la acción del extrusor, el polímero fundido abandona el cabezal toma el perfil tubular de los labios del dado y continúa modificándose con un estiramiento longitudinal por acción del tiro de unos rodillos superiores y una expansión lateral por efecto de la presión del aire atrapado dentro de la burbuja. Si el cabezal se encuentra uniformemente centrado y calentado, el material sale homogéneo y la película se forma con un espesor y diámetro constante. El material extruido recibe un enfriamiento superficial mediante una corriente de aire proveniente del dispositivo llamado anillo de enfriamiento mostrado en la figura 9 Anillo de Enfriamiento.

Los anillos de aire proporcionan un flujo de aire laminar a la burbuja para aumentar la eficiencia de enfriamiento y la estabilidad de la burbuja.

Los ajustes del flujo de aire a la salida de los labios son precisos y fáciles de usar permitiendo al operador la posibilidad de sujetar la burbuja.

El anillo de aire automatizado optimiza la calidad de la película, reduciendo al mínimo las desviaciones de espesor en toda la red.



**Figura 9** Anillo de Enfriamiento

#### **D.- CANASTA GUÍA DE BURBUJA**

Una vez que la burbuja se ha cristalizado parcialmente con la ayuda del anillo de enfriamiento se suministra aire comprimido en la burbuja hasta llegar a la longitud de lámina deseada.

La burbuja tiende a moverse hacia la izquierda o la derecha hasta llegar a los rodillos plegadores y rodillos de torre, la canastilla guía ayuda a dar estabilidad a la burbuja hasta llegar a los rodillos de arrastre de torre, esto se muestra en la figura 10 Canasta Guía Burbuja.



**Figura 10** Canasta Guía Burbuja

### **E.- TORRE DE TIRO**

La torre de tiro Incluye un marco para colapso de burbuja y un rodillo de presión y jalado de la película, que al igual que el bobinador son partes que no influyen en la productividad de una línea de extrusión, pero tienen influencia en la calidad de formado de la bobina de película.

La primera parte de la unidad de tiro que tiene contacto con la película es el marco de colapsado que tiene la función de llevar a la película en forma de burbuja a una forma plana por medio de una disminución constante del área de paso.

El marco de colapso puede fabricarse de diversos materiales que van desde tiras de madera hasta rodillos de aluminio u otros metales.

Los parámetros principales para el buen desempeño de la unidad de colapsado es la fricción entre la película, el marco y los ángulos de colapsado de la burbuja. Esto se muestra en la figura 11 Torre de Tiro.



**Figura 11** Torre de Tiro

#### **F.- ALINEADOR DE LÁMINA PLÁSTICA**

La película plástica luego de pasar por la torre de tiro va por el alineamiento debido a que la lámina tiende a tener refilamiento (denominado así al corte de lámina plástica no útil para realizar producto terminado) en la etapa de bobinación, por lo que se necesita estabilidad en el guiamiento de la lámina plástica.



**Figura 12** Alineador de lámina plástica

Los sistemas de alineamientos más utilizados en la industria plástica son los sistemas neumáticos, hidráulicos o ambos. Un ejemplo de alineador se observa en la figura 12 Alineador de lámina plástica.

### **G.- TRATAMIENTO EFECTO CORONA**

Tanto las láminas como los objetos plásticos poseen superficies impermeables y químicamente inertes, presentan tensiones bajas lo que permite que sus superficies sean no receptivas para adherirse a los substratos, tintas para imprimir, adhesivos y lazas o recubrimientos. En la figura 13 se muestra como un electrodo genera el tratamiento de efecto corona.



**Figura 13** Tratador Corona

El tratamiento corona aumenta la energía de la superficie de las láminas plásticas y polímeros a fin de incrementar la permeabilidad de los mismos para favorecer a la adhesión de las tintas, cubiertas y adhesivos.

El tratamiento da mejores resultados cuando un substrato es tratado en el momento de la extrusión y en la línea de producción antes de su conversión.

El tratamiento corona incrementa la calidad y la productividad ya que luego de haber realizado dicho tratamiento se obtendrá no sólo mayor calidad y rapidez en la impresión, sino que también existe una cantidad menor de desperdicios.

## H.- CALANDRA DE TIRAJE

La calandra de tiraje (rodillos de tiro y colapsado) mostrada en la figura 14, está compuesta por dos cilindros revestidos de caucho duro u otro tipo de material no adherente a la lámina que deben producir una presión de cierre uniforme, tirando de la lámina con una velocidad constante (arrastre) que luego se bobinará en conos de cartón.

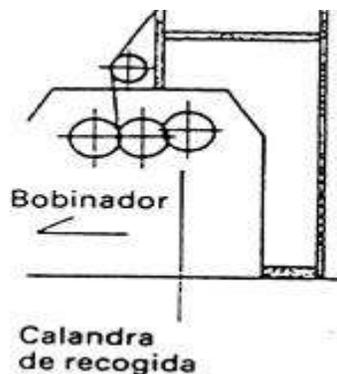


Figura 14 Calandra de Arrastre

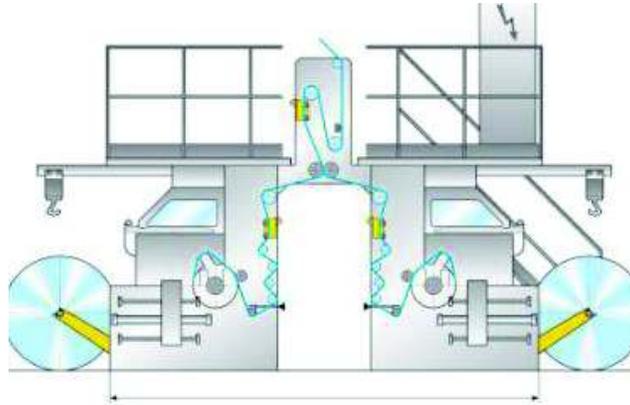
## I.- BOBINADORES

Las unidades de bobinado son dispositivos con la capacidad de enrollar al material extruido y suministrarlo a las máquinas de procesamiento como impresoras, cortadoras, selladoras. Existen dos tipos de bobinadores que se utilizan en la industria plástica.

- **BOBINADORES DE CONTACTO**

En el bobinador de contacto el eje que porta el núcleo sobre el cual se enrollará la bobina llamado rodillo de película, no está motorizado, pero gira por la transmisión del movimiento de otro rodillo (sobre el cual se recarga) que sí cuenta con un motor accionado llamado rodillo de contacto.

El rodillo de contacto es fijo y puede estar cromado o recubierto con hule mientras que el rodillo de película no tiene un eje fijo y se mueve sobre un riel curvado que mantiene la presión constante entre los rodillos, tal como se muestran en la figura 15 Bobinadores por contacto.

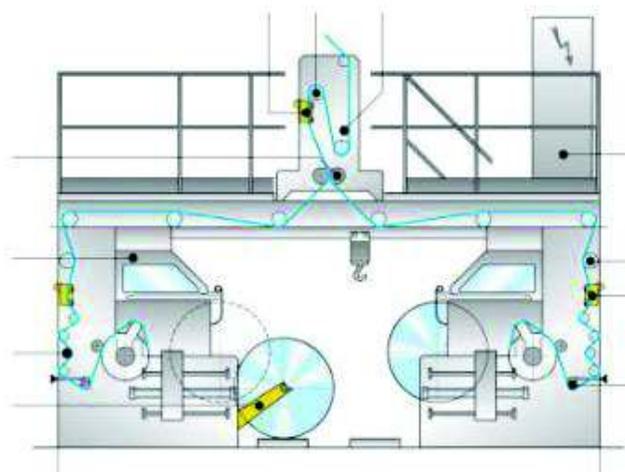


**Figura 15** Bobinadores por Contacto

- **BOBINADORES CENTRALES**

En los bobinadores centrales, el rodillo de la película está motorizado, varía su velocidad al incrementarse el diámetro de la bobina, así como varía el torque para mantener constante la tensión en el producto. El uso de sistemas computarizados vuelve al enrollado central costoso y en cierta forma más complicado de manejar en comparación con el embobinado de contacto.

Una de las ventajas del sistema de embobinado central está la producción de bobinas de baja tensión de enrollado que reduce la sensibilidad de los rollos al encogimiento post-enrollado, esto se encuentra detallado en la figura 16 Bobinadores centralizados.” (Anguita, 2016).



**Figura 16** Bobinadores Centralizados

#### **1.4.7 LÁMINA PLÁSTICA STRECH FILM**

El plástico para paletizar (stretch film), es una película de alta transparencia fabricada en base de polietileno de baja densidad cuya resistencia mecánica y bajo espesor lo hacen ideal para envolver o paletizar cualquier tipo de mercadería asegurándola de cualquier daño durante su transporte, en la figura 17 se observa la presentación de un rollo de stretch film.



**Figura 17** Lámina Plástica Stretch Film

“El paletizado ayuda a asegurar la mercadería almacenada en bodega y a su vez asegurarla durante el transporte hasta el destino final de su entrega.

Este material es ideal para utilizarse en traslados de mercadería de un punto a otro. Si las instalaciones tienen almacenamiento de mercadería a grandes alturas por medio de determinadas estanterías metálicas es indispensable este material ya que evita la caída de producto a la hora de la manipulación con montacargas.

Permite la identificación externa de un producto en la tarima sin dejar marcas en el empaque directo del producto.

El plástico para embalar (Stretch Film) tiene como principal característica física el pre estirarse, este pre estiramiento de la lámina plástica antes de aplicarlo en el producto hace que este cambie de espesor y longitud. El pre estiramiento permite

también que exista una reducción de costos debido a que el stretch film se estira constantemente hasta llevarlo a su máximo aprovechamiento”. (Albo, 2016).

## 1.5 DESPIECE DE LA MÁQUINA REBOBINADORA

Máquina diseñada para el rebobinado de lámina de polietileno estirable (Stretch Film) esta máquina es de fácil operación, no se necesita de una persona experimentada para su manejo. Posee gran facilidad para el rebobinado de lámina plástica en varios espesores de lámina de polietileno de 17 a 40 micras aproximadamente, su sistema mecánico permite obtener varios tamaños y diámetros de bobinas dependiendo de la bobina madre y la orden de producción del día.

Diseñada para realizar trabajo pesado a una alta velocidad por lo que cuenta con un controlador lógico programable (PLC OMRON JAPON), el cual permite que el trabajo de máquina sea constante y cumpla con las condiciones de funcionamiento.

Las características más relevantes de la máquina rebobinadora son: su velocidad mecánica de 1200 m/min lo cual permite dar una alta productividad, la colocación de los conos de cartón se realiza mediante una fijación neumática, un contador de metraje con preselector de metraje para el inicio y paro de máquina, botones de mando y un sistema de corte con niquelina caliente. Todo esto hace de la máquina rebobinadora de lámina plástica sea ideal para el respectivo trabajo, la figura 18 se observa la máquina rebobinadora stretch film.



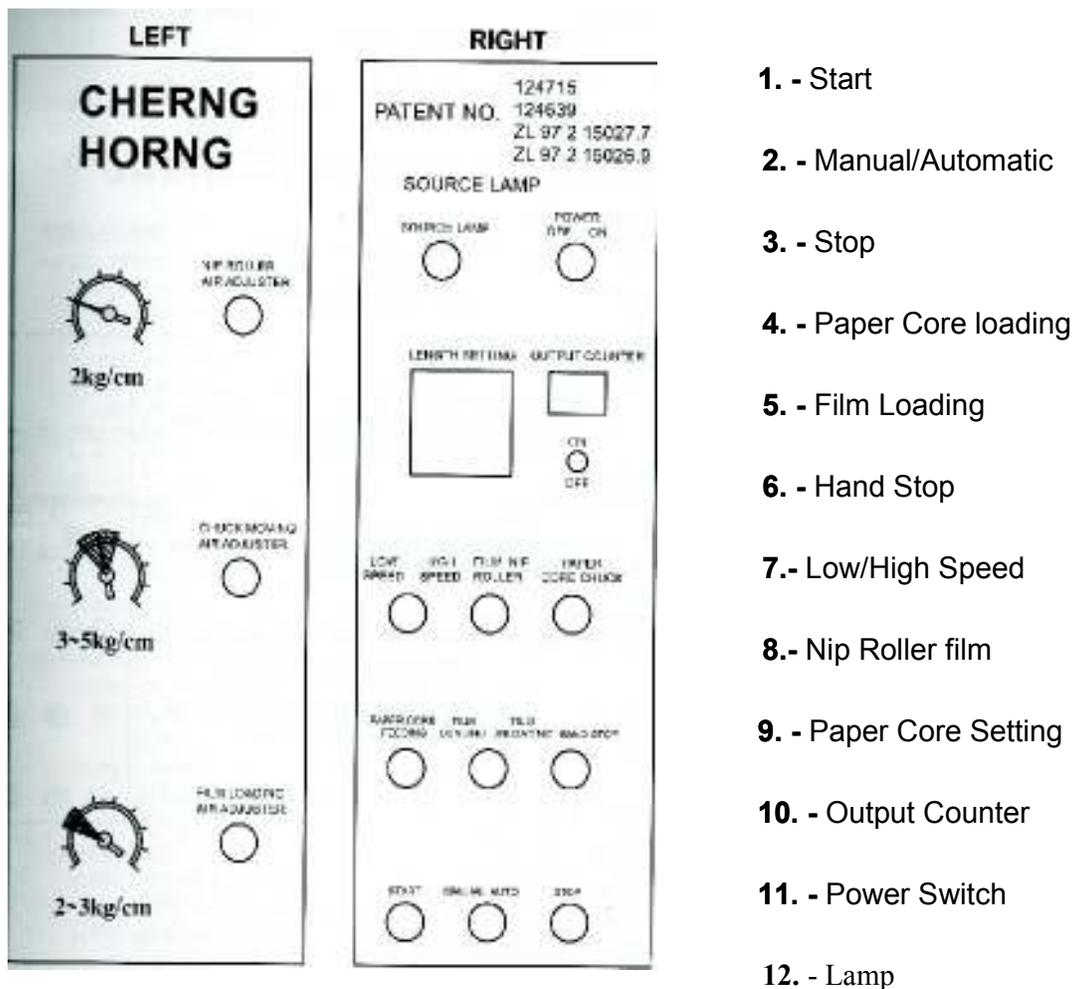
**Figura 18** Máquina rebobinadora de lámina plástica stretch film

El diseño de la máquina rebobinadora permite que su funcionamiento garantice la entrega de un producto de alta calidad, además se encuentra formada por tres partes fundamentales que se describen a continuación:

### 1.5.1 PARTE ELÉCTRICA

La máquina rebobinadora posee un sistema confiable que permite al operador manipularla siempre de manera adecuada, cuando esta cumpla las condiciones de funcionamiento. Siendo así las partes de funcionalidad principales son: el mando, lógica de control y la parte operativa.

#### A.- PANEL DE MANDO



**Figura 19** Panel de Mando Eléctrico y sus respectivas funcionalidades

En su parte derecha posee el panel de mando eléctrico visto de frente. Este presenta funcionalidades principales para el manejo de operador. En la figura 19 se muestra el panel eléctrico con la distribución de mandos.

➤ **DESCRIPCION DE FUNCIONALIDADES**

- **Start (INICIO)**

Pulsador sin enclavamiento con cuerpo de fijación posterior y contacto abierto, botón que permite el inicio a la secuencia lógica de funcionamiento de la máquina

- **Manual /Automático**

Selector de tres posiciones metálico, manija cuerpo de fijación posterior y bloque de contactos NC /NA. Esta funcionalidad permite a la máquina realizar la secuencia automática de alimentación de cono de cartón y funcionar sin la necesidad de pulsar el botón inicio.

- **Stop (PARO)**

Pulsador rojo tipo hongo con retención y halar para soltar, esta funcionalidad permite a la máquina pararen cualquier estado de funcionamiento, se debe halar y soltar para inicio de secuencia de cambio de cono de cartón.

- **Paper Core Feeding (ALIMENTACIÓN CONO DE PAPEL)**

Pulsador con cuerpo de fijación posterior y un bloque de contactos NC/NA, esta funcionalidad permite colocar el cono de cartón en la posición de inicio de trabajo de máquina.

- **Film loading/ Film Unloading (CARGA Y DESCARGA DE LÁMINA)**

Selector de dos posiciones con manija y cuerpo de fijación posterior y un bloque de contactos NC/NA, esta funcionalidad permite accionar pistones neumáticos que permiten que la bobina madre se fije a la rodillera de arrastre de rebobinaje.

- **Hand Stop** (PARO MANUAL)

Pulsador sin enclavamiento con cuerpo de fijación posterior y bloque de contactos, esta funcionalidad permite parar la máquina en cualquier instante puede trabajar como un paro de emergencia.

- **Low Speed /High Speed** (BAJA /ALTA VELOCIDAD)

Selector de tres posiciones sin enclavamiento con manija cuerpo de fijación posterior y bloque de contactos NC/NA, esta funcionalidad permite cambiar la velocidad del motor de baja a alta para poder acortar el tiempo de rebobinaje.

- **Film Nip Roller** (RODILLO CORTE LÁMINA)

Pulsador sin enclavamiento con manija cuerpo de fijación y bloque de contactos NC/NA, esta funcionalidad permite accionar un rodillo con el cual el arrastre de lámina va hacia el cono de cartón.

- **Paper Core** Setting (AJUSTE CONO CARTÓN)

Pulsador con enclavamiento con manija cuerpo de fijación posterior y bloque de contactos NC / NA, esta funcionalidad permite dar un ajuste y posición del cono de cartón.

- **Output** (SALIDA)

Switch de dos posiciones On / Off con fijación posterior. Esta funcionalidad permite realizar un conteo de cuantos conos se utilizan en toda la producción.

- **Length Setting** (AJUSTE LONGITUD)

Contador electromecánico de 6 dígitos con salidas tipo transistor. Esta funcionalidad permite realizar el conteo de cuantas vueltas gira el rodillo para completar un metro lineal.

- **Power Switch** (LLAVE PODER)

Switch de dos posiciones On / Off con fijación posterior. Esta funcionalidad se utiliza para el encendido o apagado de máquina.(Machinery)

## **B.- LÓGICA DE CONTROL**

Actualmente todos los sistemas tienden a automatizarse utilizando sistemas de control y secuencias basadas de circuitos lógicos, temporizadores, relés de estado sólido, contactores, siendo el más importante el PLC (Controlador Lógico Programable).

El análisis y diseño de los circuitos secuenciales se encuentran internamente ligados al control lógico binario. En los sistemas de control secuencial las salidas del pueden ser, por ejemplo: válvulas solenoides, señalización, etc.

El PLC es un equipo programable diseñado para controlar en tiempo real un proceso secuencial. Se produce una reacción a la información recibida por los sensores del sistema automatizado y se actúa sobre los accionadores de la instalación.

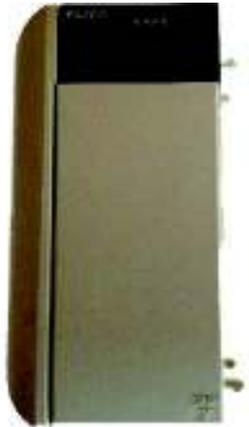
En definitiva, se trata de un sistema de control en lazo cerrado que controla todo el proceso. En la figura 20 se observa el controlador lógico programable.



**Figura 20** Plc Omron

- **FUENTE DE ALIMENTACIÓN**

La alimentación en PLC modular se realiza mediante una fuente de alimentación externa. La fuente de alimentación permite que exista la suficiente energía para la CPU y los módulos E/S, pero siempre es importante colocar una batería en caso de mantener la información en la memoria como por ejemplo registros, hora, etc. Un ejemplo de fuente de alimentación en un PLC modular se indica a continuación en la figura 21.



**Figura 21** Fuente de Alimentación

- **UNIDAD DE PROCESAMIENTO CENTRAL CPU**

Es la unidad lógica aritmética basada en un microprocesador que ejecuta las instrucciones programadas en la memoria para el desarrollo de los esquemas de control lógico esto es mostrado en la figura 22.



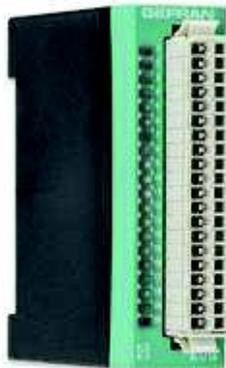
**Figura 22** CPU

- **MÓDULO DE INTERFASE DE ENTRADAS Y SALIDAS (E/S) (I/O)**

Los módulos de entrada i/o salida son las tarjetas electrónicas que proporcionan el vínculo entre la CPU del controlador programable y los dispositivos de campo del sistema. A través de ellas se origina el intercambio de información con la finalidad de adquirir datos para el mando o control de las máquinas presentes en el proceso. Los dispositivos de campo de entrada más utilizados son: los interruptores, los finales de carrera, termostatos, pulsadores, sensores de temperatura, entre otros. Los dispositivos de trabajo para las salidas más utilizados son: contactores, las lámparas indicadoras, reguladores de velocidad, etc.

Los módulos de entrada transforman las señales de entrada a niveles permitidos por la CPU mediante el uso de un acoplador óptico, los módulos de entrada aíslan eléctricamente el interior de los circuitos protegiéndolo contra tensiones peligrosamente altas, ruidos eléctricos y señales parásitas. Finalmente filtran las señales procedentes de los diferentes sensores ubicados en máquina. Los módulos de salida permiten que la tensión llegue a los dispositivos de salida. Con el uso del acoplador óptico y con un relé de impulso se asegura el aislamiento de los circuitos electrónicos del controlador se transmiten las órdenes hacia los actuadores de mando.

- **MÓDULO DE ENTRADA**



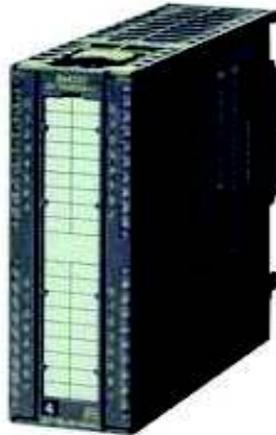
**Figura 23** Módulo de Entrada

Proporciona el condicionamiento y aislamiento eléctrico necesario para que las señales eléctricas provenientes de contactos on/off o de señales que actúan en

niveles lógicos de voltaje de 0-24Vdc, la figura 23 representa un módulo de entrada utilizado en un plc.

- **MÓDULO DE SALIDA**

Acepta las señales lógicas provenientes de la unidad lógica en los rangos de voltaje propios proporcionando el aislamiento eléctrico a otros dispositivos o actuadores que se conectan al exterior. La figura 24 muestra un tipo de módulo de salida utilizado en la industria.



**Figura 24** Módulo de salida

- **MODULO DE MEMORIA**

La memoria almacena el código de mensajes e instrucciones que ejecuta la unidad lógica, en la figura 25 se presentan varios tipos de unidades de memorias.



**Figura 25** Unidad de Memoria

- **UNIDAD DE PROGRAMACION (teclado /Display /PC)**

La programación del PLC depende de la periférica de comunicación. La CPU CQM1H se puede conectar a un Pro 27-E-C200H dado que la programación está dada por una consola C200h – CN222 con un conector estándar, con el Cqm1 –Pro - E dotado de un cable de dos metros de conexión y un lenguaje de programación tipo LADDER, todo con referencia a PLC Omron.

La CPU CQM1 se puede conectar a una PC IBM/AT que es un ordenador compatible que contiene el software que a través del puerto RS 232 c se realiza la programación, un tipo de consola se muestra en la figura 26.



**Figura 26** Consola de Programación

### **1.5.2 PARTE OPERATIVA**

Se describen a continuación varios elementos operativos que son parte fundamental en la parte eléctrica.

- **RELÉ**

Dispositivo electromagnético que, estimulado por una corriente eléctrica débil abre o cierra un circuito en el cual se disipara una cantidad de potencia diferente. Dado que el relé es capaz de controlar un circuito de salida de mayor potencia que el de entrada puede ser considerado como un amplificador eléctrico.

La serie LY está equipada con una barrera supresora de arco y un diodo incorporado, además presenta modelos de 1, 2, 3, 4, polos.

La figura 27 se presenta una estructura de un relé electromagnético. Los tipos de montaje disponibles son: riel din o mediante base pcb y brida.

Carga Nominal 10 A, Voltaje de Alimentación: VDC 6, 12, 24, 50 y VAC 6, 12, 24, 50, 110, 220.

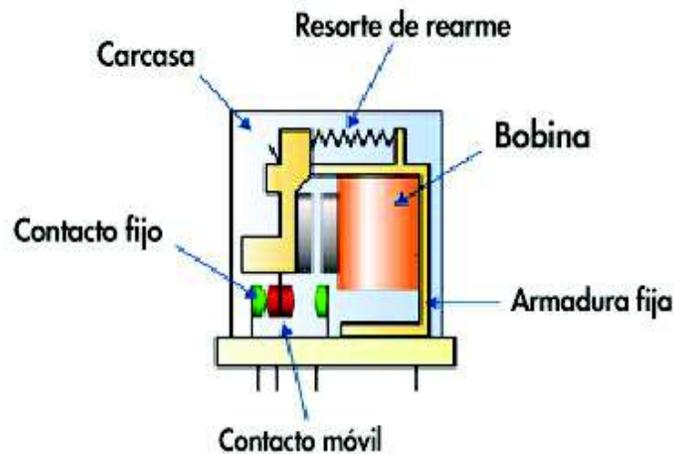


Figura 27 Relé Electromagnético

### • CONTACTOR ELECTROMAGNÉTICO

Es un dispositivo que tiene como objetivo establecer o interrumpir el paso de corriente ya sea en el circuito de potencia o en el circuito de control.

Tiene la posibilidad de ser accionado a distancia, además tiene dos posiciones de funcionamiento estable o reposo; la primera refiérase cuando no llega ninguna tensión a la bobina de accionamiento y la otra cuando llega tensión a la bobina del contactor.

En los diagramas eléctricos se los simboliza con las letras KM1, ejemplo de contactor electromagnético se indica en la figura 28.



**Figura 28** Contactor Electromagnético

- **SENSOR INDUCTIVO**

Es un componente electrónico utilizado para detectar materiales metálicos ferrosos, se utiliza en aplicaciones industriales debido a que detectan objetos de metal sin tener contacto directo. Posee una vida útil prolongada y extrema resistencia al ambiente industrial, un ejemplo de sensor inductivo se indica en la figura 29.



**Figura 29** Sensor Inductivo

- **CONTADOR DIGITAL**

Es un circuito electrónico secuencial construido a partir de puertas lógicas, es capaz de almacenar y contar los impulsos que recibe en la entrada destinada a tal efecto. Un ejemplo de contador digital se observa en la figura 30.



**Figura 30** Contador Digital

- **MOTOR ELÉCTRICO**

Componente que transforma la energía eléctrica en energía mecánica por medio de la acción de los campos magnéticos generados en sus bobinas. Son utilizados en infinidad de aplicaciones en sectores tales como instalaciones industriales, comerciales, particulares. El motor eléctrico puede ser impulsado por fuentes eléctricas sean alternas o continuas. Los motores eléctricos como se indica la figura 31 son de uso general con dimensiones y características estandarizadas que proporcionan la potencia adecuada al uso industrial.

Los motores eléctricos más grandes se usan para propulsión de trenes, compresores y aplicaciones de bombeo con potencias que alcanzan 100 (MW), pueden ser clasificados por el tipo de fuente de energía eléctrica, construcción interna, aplicación, tipo de salida de movimiento, etc.



**Figura 31** Motor Eléctrico

- **FRENO EMBRAGUE ELECTROMAGNÉTICO**

Los embragues y frenos electromagnéticos monódicos trabajan bajo el sencillo principio del electroimán. Se componen de dos partes fundamentales: la parte fija formada por una bobinada ubicada en una caja de manera circular y la parte móvil que se mueve por la atracción magnética generada al momento de fluir la corriente por el bobinado cuyas líneas de fuerza se concentran principalmente en los extremos, de esta forma se genera un electroimán con dos polos concretos circulares. Mientras la corriente siga fluyendo la placa móvil es presionada hacia los polos produciendo así la vinculación entre ellos.

Para obtener una operación estable se aplica corriente continua para energizar a frenos y embragues. Se observa en la figura 32 un ejemplo freno – embrague electromagnético.



**Figura 32** Freno Electromagnético

- **TRANSFORMADOR**

Se denomina así al dispositivo eléctrico que permite aumentar o disminuir la tensión en un circuito eléctrico, la potencia que ingresa al equipo en el caso de un transformador ideal es igual a la que se obtiene a la salida. Las máquinas reales presentan un pequeño porcentaje de pérdidas dependiendo de su diseño, tamaño, entre otros factores.

Convierte la energía eléctrica alterna de un cierto nivel de tensión en energía alterna de otro nivel de tensión basándose en el fenómeno de la inducción electromagnética. Está constituido por dos bobinas de material conductor devanadas sobre un núcleo cerrado de material ferromagnético pero aisladas entre sí eléctricamente.

Su núcleo es fabricado bien sea de hierro sólido o de láminas apiladas de acero aleación apropiada para optimizar el flujo magnético, su característica especial es que la única conexión entre las bobinas la constituye el flujo magnético común que se establece en el núcleo.

Las bobinas o devanados se denominan primarios y secundarios según correspondan a la entrada o salida del sistema en cuestión, respectivamente. Un ejemplo de transformador se muestra en la figura 33 a continuación.



**Figura 33** Transformador

- **FUSIBLE CERÁMICO**

Es elemento electrónico constituido por un filamento, lámina de un metal o aleación bajo punto de fusión que se intercala en un punto determinado de una instalación eléctrica para que se funda por Efecto Joule, cuando la intensidad de corriente se supere a la nominal establecida, ya sea por un cortocircuito o un exceso de carga.

Este valor de intensidad pudiese hacer peligrar la integridad de los conductores de la instalación con el consiguiente riesgo de incendio o destrucción de otros elementos. El fusible tiende a fundirse abriendo al circuito eléctrico, un ejemplo de fusible cerámico se representa en la figura 34.



**Figura 34** Fusible Cerámico

### 1.5.3 PARTE LOGICA

- **REQUERIMIENTOS BÁSICOS**

Antes de comenzar a poner en funcionamiento a la máquina rebobinadora de lámina plástica, debemos saber que suministro eléctrico y neumático se necesita para su funcionamiento.

**Voltaje de Alimentación:** Trifásico a 220 VAC

**Requerimiento Neumático:** 6 bares de presión.

Una vez cumplido los requisitos básicos de funcionamiento de máquina se empieza a trabajar en la misma, bajo la siguiente lógica de funcionamiento.

1. Colocación de la bobina madre sobre el soporte fijo y móvil cuya ubicación dependerá de la orden de producción.
2. Guiamiento de la lámina plástica sobre la rodillera de máquina y calibración de medida para el cono de cartón de rebobinaje.
3. Calibración de tensión (Regulación de Presión de Aire), mediante el ajuste manual de los manómetros de los brazos de soporte de bobina madre y el brazo de soporte de rebobinaje del cono de cartón.

### **Secuencia de Inicio**

**a).** (Set1 Metraje que se utiliza para dar inicio al paro de máquina, selección realizada en el contador de metraje)

**b).** (Set 2 Metraje que se utiliza con set final de metraje a rebobinar), ejecución de acciones que realiza la máquina para realizar el rebobinaje de la lámina plástica.

1. Pulsación de botón de arranque de máquina
2. Salida de pistón neumático para la sujeción del cono de cartón
3. Inicia el rebobinaje de lámina plástica
4. Baja rodillo inicial para rebobinaje y regreso a estado inicial.
5. Conteo Set 1 (Metraje de inicio de paro de Maquina)
6. Conteo Set 2 (Metraje final de paro de Maquina)
7. Paro de máquina, inicia secuencia de cambio de nuevo cono de cartón
8. Se levanta brazos neumáticos para estiramiento de lámina plástica.

9. Levantamiento de aleta para soporte de caída de rollo rebobinado.
10. Corte de lámina con niquelina caliente.
11. Regreso de pistón de sujeción de cono de cartón a la posición inicial
12. Brazos de soporte de cono de cartón
13. Final de secuencia de cambio, nuevo inicio de nuevo rebobinaje

#### 1.5.4 DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO

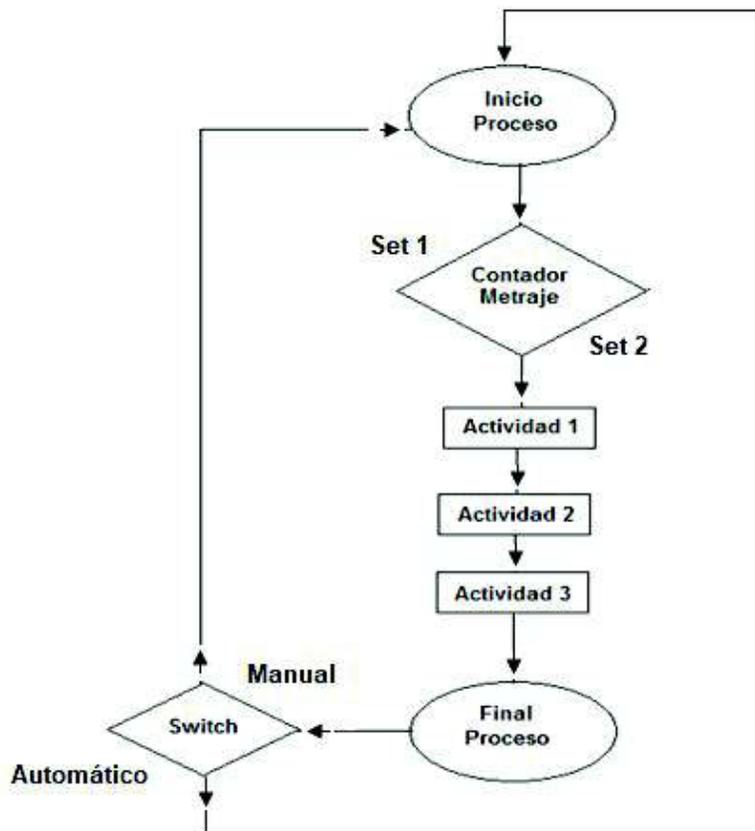


Figura 35 Diagrama de Flujo de Proceso

### **1.5.5 PARTE MECÁNICA**

La máquina rebobinadora de lámina plástica cuenta con una estructura adecuada que permite ubicar todos los componentes mecánicos que se utilizan para el funcionamiento de la máquina. Mecánicamente la máquina se encuentra dividida en secciones para realizar diferentes funcionalidades estas se enumeran y se describen a continuación:

- **SECCIÓN DE SOPORTE – UBICACIÓN DE BOBINA MADRE**

Una vez que la extrusora principal ha realizado la fabricación de bobinas madres se procede a realizar el rebobinado de acuerdo con las medidas de la orden de producción. Para el rebobinado de lámina plástica se utiliza conos de cartón con una medida mayor en un 10 % más al valor original de medida.

Mediante el uso de un cono de cartón base, cuya medida es tomada de la orden de producción ubicamos esta medida inicialmente en los soportes de sujeción de bobina madre. Una vez colocado en los brazos de posición una base es fija y la otra es móvil, un pistón neumático sujeta al cono de cartón para mantener constante su posición, este tipo de accionamiento es realizado con la ayuda del pie debido a que el montaje de la bobina madre es realizado de manera manual utilizando las dos manos a la vez.

Mientras que el ajuste de avance transversal lo realizamos mediante el uso del volante de fijación móvil y un ajuste de contratuerca damos la ubicación final de la bobina madre a rebobinarse.

El ajuste de la bobina madre se realiza de manera que la totalidad de la bobina tope al rodillo de arrastre para tener un rebobinado total de la bobina madre, cuando la máquina empieza su funcionamiento el pre frenado de bobina madre realiza sobre pegado hacia los rodillos de arrastre para mantener una tensión constante debido a la disminución de diámetro en cada paso de rebobinado. En la imagen 36 se denota el soporte y ubicación de bobina madre.

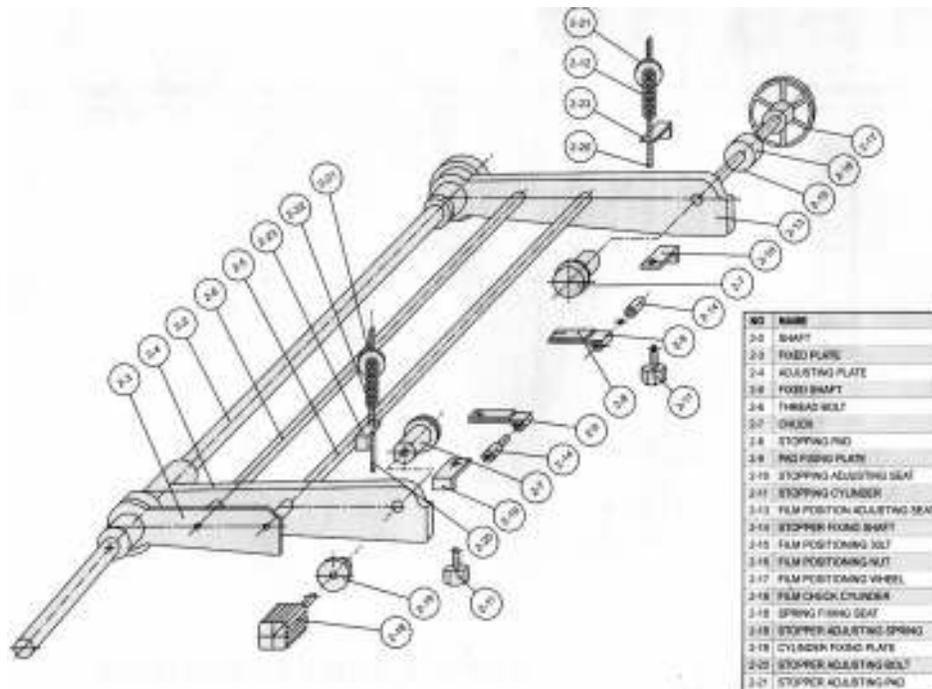


Figura 36 Soporte - Ubicación Bobina Madre

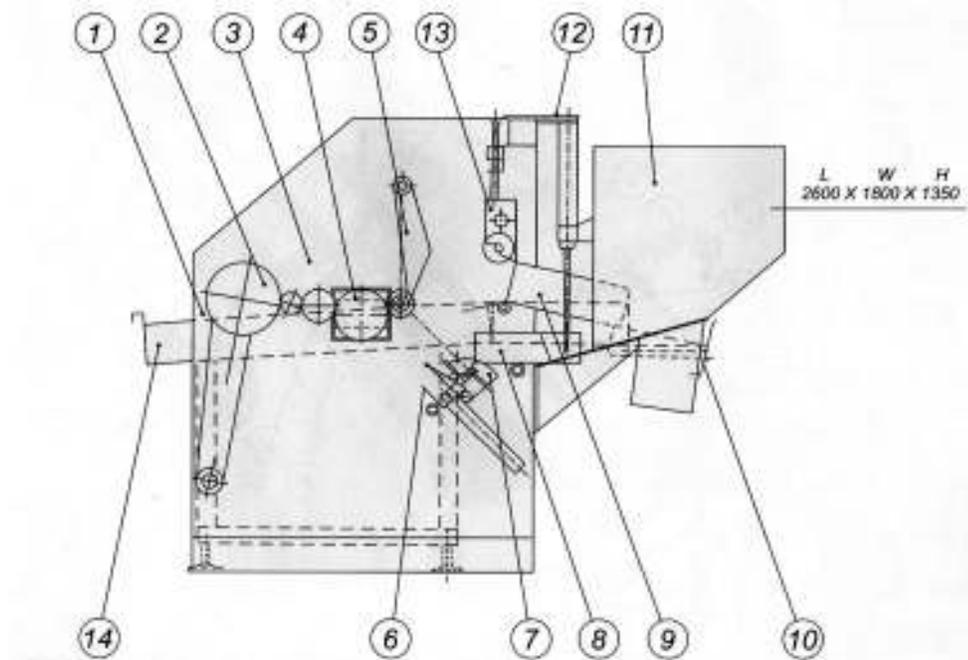
- **SECCIÓN ALIMENTACION DE CONO DE CARTÓN**

La alimentación de los conos de cartón es una de las partes más importantes dentro del funcionamiento de la máquina rebobinadora, para esto utiliza una tolva donde el operador toma la función básica de colocar los conos de cartón de manera manual.

La tolva posee sensores que indican la presencia de los conos de cartón, de acuerdo con el tamaño se ubicaran para dar un posicionamiento deseado para el guiamiento al momento de realizar el avance cono de cartón hacia la sección de rebobinaje.

El contador de conos de cartón indica al operador cuantos conos se utilizan al rebobinarse un rollo bobina madre, la tolva se acciona y un pistón neumático permite el avance para que un nuevo cono de cartón.

La máquina presenta un switch de dos posiciones ON/OFF de accionamiento manual que permite activar o desactivar esta sección de máquina. La tolva se muestra en la figura 37.



**Figura 37** Alimentación Conos de Cartón

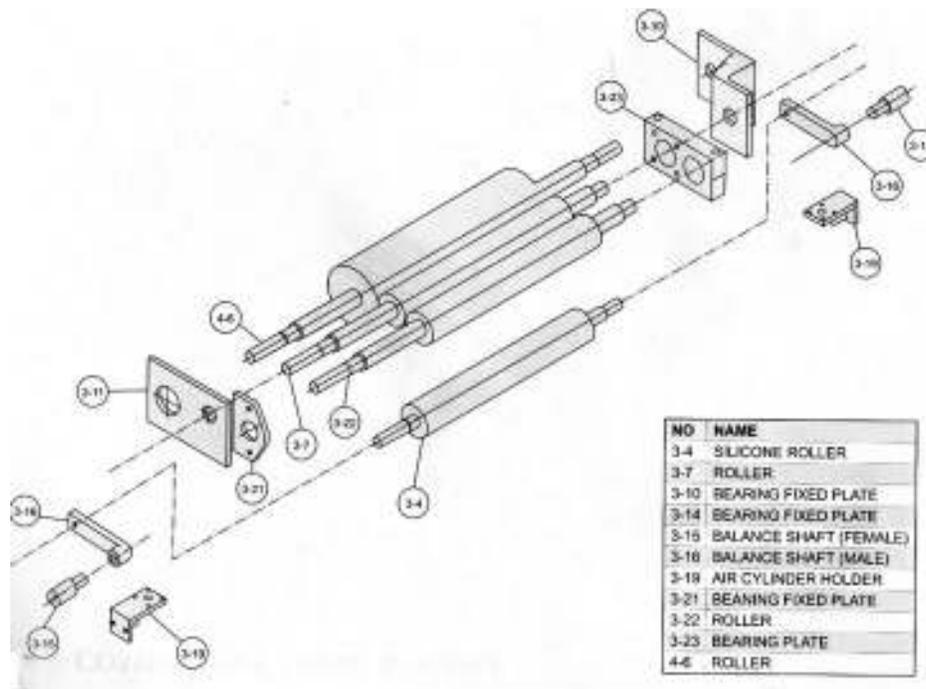
- **SECCIÓN RODILLERIA DE ARRASTRE**

Una vez colocada la bobina madre en su soporte y dado el ajuste de posición, la lámina pasa por la rodillera de arrastre siguiendo un guiamiento o paso de lámina adecuado para el rebobinado.

Al realizar el paso de la lámina por los rodillos de arrastre se liberan burbujas de aire y se adecua la tensión de la lámina al llegar al cono de cartón.

Posee placas fijas donde se ubican rodamientos que permiten el giro de los rodillos a altas revoluciones.

En esta sección de la maquina se utilizan cuatro rodillos de aluminio y un de goma. La figura 38 se presenta a la rodillera propia de la máquina.



**Figura 38** Rodillera de Arrastre

- **SECCIÓN DE CORTE Y PEGADO DE LÁMINA**

Una vez que la lámina llega al final de la rodillera de arrastre se coloca el cono de cartón donde se rebobina la lámina plástica. Dependiendo de la medida de la lámina se coloca el tamaño del cono cartón, la estructura de la máquina permite soportar al cono de cartón para poder rebobinar la lámina. Al finalizar el conteo del metraje a rebobinar la máquina realiza una secuencia de corte y colocación de un nuevo cono de cartón. El corte y pegado de la máquina rebobinadora se muestra en la figura 39 a continuación.

- **SECCIÓN TRANSPORTE DE PRODUCTO TERMINADO**

La cinta transportadora se ubica en la parte posterior de la máquina al final del proceso del rebobinaje, el producto final se coloca en la cinta transportadora que posee una velocidad constante permitiendo que los rollos se mantengan en una guía estable hasta llegar a la mesa de producto terminado. La estructuración del transporte se aprecia en la figura 40.

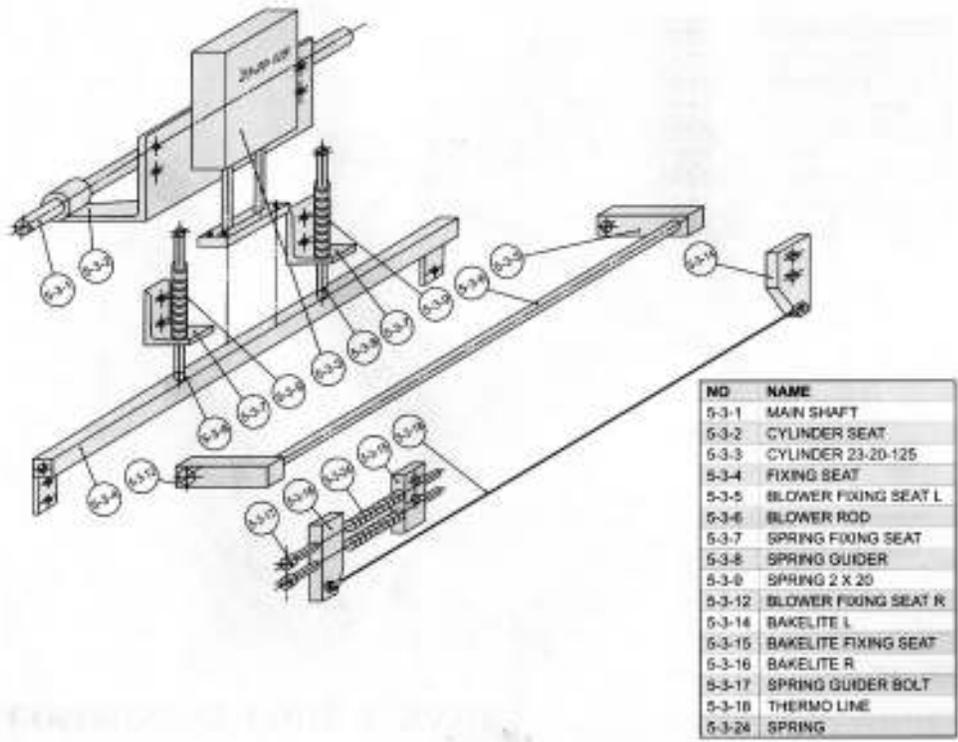


Figura 39 Corte - Pegado de lámina

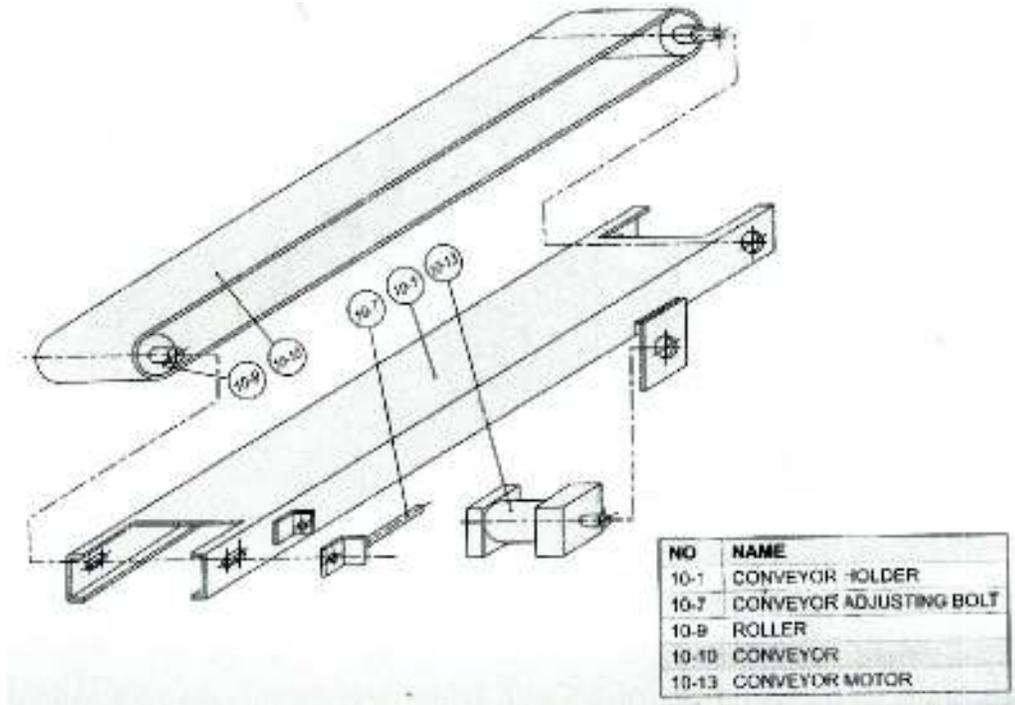


Figura 40 Transporte de Producto Terminado

### **1.5.6 PARTE NEUMÁTICA**

La máquina rebobinadora de lámina plástica posee accionamientos neumáticos, para el manejo de tensión, sujeción y soporte entre otros.

Posee dos manifold principales donde colocan las electroválvulas que se accionan de manera automática o manual dependiendo de cada accionamiento.

En la máquina rebobinadora cada una de las electroválvulas se activa de acuerdo con la secuencia de funcionalidad inicio/paro de emergencia. En cada zona de trabajo de la máquina posee un accionamiento neumático que a continuación vamos a describir los principales:

- **ZONA DE SOPORTE**

En esta zona la máquina posee dos cilindros neumáticos acoplados a un eje donde se sientan los brazos de soporte de la bobina madre para poder realizar la función de abrir o cerrar a dicha bobina.

Este accionamiento neumático solo se realiza de manera manual por medio de un switch de dos posiciones, esta acción tiene una regulación de presión manual mediante un manómetro de presión se observa los bares colocados, todo dependiendo del tipo de material que se vaya a rebobinar.

En la zona de sujeción de la bobina madre uno de los brazos posee un accionamiento neumático y el otro un accionamiento manual que permite mover finamente hacia la izquierda o derecha a la bobina madre.

En cuanto al brazo con el pistón neumático se acciona de manera manual mediante un switch tipo pie todo esto debido a que el montaje de la bobina es difícil debido a su peso se necesita las dos manos, de este modo el operador puede colocar la bobina madre en la máquina.

- **ZONA DE REBOBINAJE**

En esta zona se localizan dos accionamientos neumáticos que a continuación se describen:

**A).** Una vez que el cono de cartón se encuentra listo para el rebobinaje de lámina plástica, un pistón neumático es accionado para sujetar al mismo en todo el proceso.

La activación es realizada mediante una electroválvula que puede ser accionada de manera manual o automática (secuencia lógica).

**B).** El mecanismo de rebobinaje se encuentra montado sobre un eje que ejerce presión neumática, mediante el uso de dos pistones neumáticos a cada lado que da el ajuste a la lámina rebobinada.

El ajuste de tensión está dado de manera proporcional a la fuerza que ejerce el pistón neumático sobre el cono de cartón donde se rebobina la lámina plástica.

El sistema posee una válvula de regulación manual que se opera de acuerdo con la necesidad del operador y el material con el cual trabaja.

- **ZONA DE ALIMENTACIÓN DE CONOS DE CARTÓN**

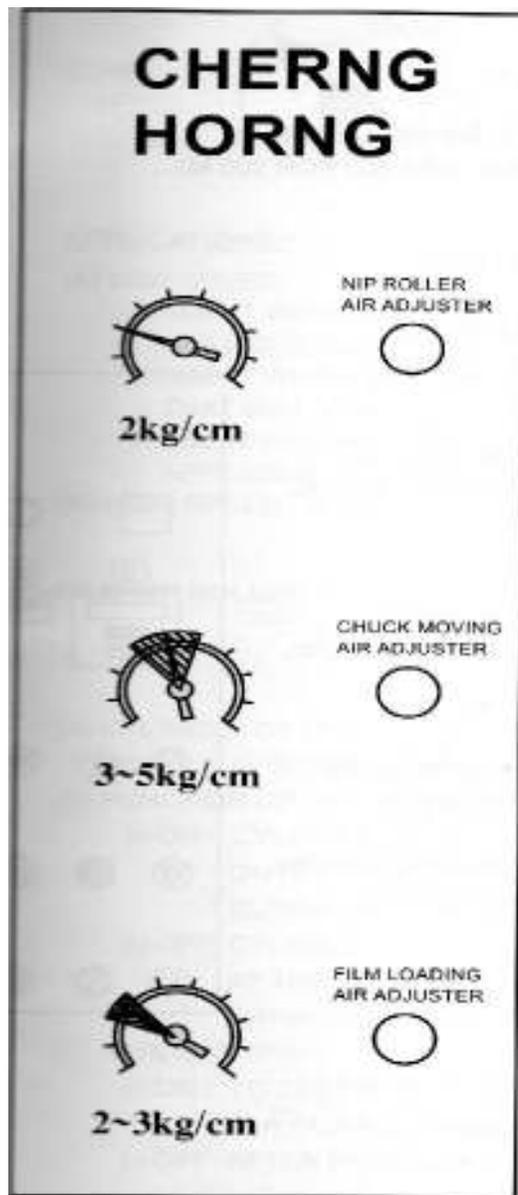
En la alimentación de los conos de cartón, se dispone de dos tipos de funcionalidades el uno referido a la alimentación de conos de cartón en la tolva manual y el otro hacia la estructura de alimentación del cono de cartón para el rebobinaje de lámina plástica.

El operador coloca los conos en la tolva de alimentación, se activa un switch ON/OFF para que empiece a funcionar esta parte de la máquina. Al momento de realizar un rebobinaje en un cono de cartón con material plástico el contador indica al sistema de alimentación dar avance a un nuevo cono de cartón.

Es así como un pistón neumático ubicado dentro de la tolva permite que un cono de cartón caiga en la bandeja de pre ubicación donde se aloja tres conos para dar una

alimentación constante de conos de cartón en el rebobinaje. Una vez ubicado el cono en plancha, un cono se ubica en la porta conos de alimentación de rebobinaje para poder realizar un nuevo rebobinaje.

### 1.5.7 PANEL NEUMÁTICO



**1. Nip Roller Air Adjuster**

**2.- Chuck Moving Air Adjuster**

**3. - Film Loading Air Adjuster**

**Figura 41** Panel Neumático

- **Nip Roller** (Rodillo de Arrastre)

Esta funcionalidad permite dar un ajuste al rodillo presor, que ayuda al arrastre de lámina plástica.

- **Chuck Moving** (Arrojar)

Funcionalidad que da presión a los brazos mecánicos donde se aloja el cono de cartón para el rebobinaje de la lámina plástica.

- **Film Loading** (Carga de lámina)

Funcionalidad que da el ajuste de película, permite dar el ajuste para el freno de bobina madre de manera manual. (Manual Máquina Rebobinadora)

## **CAPÍTULO 2**

### **METODOLOGÍA**

#### **2.1 ESTADO PREVIO DE LA MÁQUINA REBOBINADORA DE LÁMINA PLÁSTICA**

Actualmente la máquina rebobinadora de lámina plástica lleva trabajando aproximadamente de 10 años, 8 horas diarias, lunes a viernes con diferentes tipos de materiales y operarios de máquina.

Debido a esto la máquina rebobinadora ha ido presentando problemas de funcionalidad siendo los principales: el sistema de frenado, rodillera de guiamento de lámina plástica y suministro de conos de cartón.

#### **2.2 ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS**

##### **2.2.1 SISTEMA DE FRENO EMBRAGUE ELECTROMAGNÉTICO**

Debido a que la máquina rebobinadora de lámina plástica realiza un frenado de máquina bastante brusco pasando de alta revolución a baja revolución hasta llegar a cero, el sistema de freno – embrague electromagnético presenta un considerable desgaste.

El sistema de freno - embrague electromagnético que tiene la máquina actualmente posee una zapata de frenado que absorbe toda la energía cinética de la máquina para dar el freno deseado de acuerdo con el avance rotacional que posee la máquina en ese momento (máxima rpm del motor en el momento – pérdida por transmisión mecánica).

De acuerdo con el preámbulo de funcionamiento de sistema de frenado de la máquina rebobinadora indicado anteriormente se analizan tres alternativas de solución de frenado.

- **ZAPATA DE FRENADO**

La zapata de frenado es de origen extranjero por lo que su importación tiene un elevado costo económico, es así como se ha tomado la opción de realizar el pegado de zapata con material que se encuentre en el mercado local, obteniendo como resultado un tiempo de vida notablemente corto debido a que los materiales de la zapata original están diseñados para el trabajo de máquina, mientras los materiales nacionales no poseen las mismas características que los originales.

- **SERVOMOTOR**

Eléctricamente existen varios métodos formas para poder manejar la velocidad de un motor eléctrico al cual está ligado el sistema de frenado de la máquina rebobinadora. Una de las opciones que se plantea como solución en este tipo de funcionalidad de rebobinaje de lámina plástica es la utilización de un servo motor acoplado a su servo driver y una pantalla touch screen para la comunicación entre el usuario y el servo motor.

Un servomotor es un dispositivo similar a un motor eléctrico de corriente continua que tiene la capacidad de ubicarse en cualquier posición dentro de su rango de operación y mantenerse estable en dicha posición. El servomotor puede ser controlado tanto en velocidad como en posición. En la figura 42 se muestra un tipo se servomotor.



**Figura 42** Servomotor

Los servomotores hacen uso de la modulación de un ancho de pulsos (PWM) para controlar la dirección o posición, por medio del uso de un encoder ubicado en su interior. El servo driver controla la retroalimentación del mecanismo y se ajusta continuamente según el comportamiento del servomotor esperando siempre el enlace de comunicación.

La principal desventaja de los sistemas con servomotores es que son en general más caros que las otras alternativas eléctricas como los variadores de frecuencia. La inversión por utilizar en este tipo de alternativa es demasiado alta debido a que muchas de las veces las órdenes de producción hacen que la máquina entre en funcionamiento de manera paulatina representando una inversión costo - beneficio a lo largo plazo lo cual representa una desventaja.

- **VARIADOR DE FRECUENCIA**

Otra de las opciones que se plantea como solución en este tipo de funcionalidad en la máquina rebobinadora de lámina plástica es la utilización de un variador de frecuencia aprovechando la funcionalidad del motor eléctrico original, una resistencia de frenado que ayude a absorber la energía que se disipará en el momento del frenado y el control de velocidad que estará dado mediante la programación del variador de frecuencia y el contador de metraje para el inicio del frenado.

La principal ventaja de la propuesta es la utilización del motor original ya que en la propuesta de la utilización del servomotor este deberá ser reemplazado, además de los elementos a utilizar disminuyen el costo de instalación.

El análisis de esta propuesta es aceptado frente a las otras dos propuestas debido a que en la importación de las zapatas de frenado será un costo elevado y siempre existirá un desgaste, el servo motor es la mejor de las opciones pero el costo de este es demasiado alto y no representa la inversión de acuerdo con la producción de la máquina y finalmente la utilización del variador de frecuencia se utiliza elementos que aún están funcionales y el costo de la alternativa relativamente bajo en comparación con la anterior

### 2.2.2 CONCEPTO BÁSICO DE UN VARIADOR DE FRECUENCIA

El variador de frecuencia es un dispositivo que permite realizar el control de velocidad en motores eléctricos mediante la variación de la frecuencia de alimentación esto en motores de corriente alterna, mientras que en los motores de corriente continua el control se lo realiza con la variación del voltaje de alimentación.

El costo y manejo de velocidad en los motores ha ido dificultando de manera considerable, debido a esto los motores trifásicos de inducción y rotor sin bobinar (jaula de ardilla) tiende a manejarse con facilidad independientemente de la aplicación de trabajo.

### 2.2.3 FUNCIONAMIENTO DE VARIADOR DE FRECUENCIA

Se alimenta al equipo con un voltaje de corriente alterna, el equipo convierte la corriente A.C. en D.C. por medio de una rectificación (SCRS).

Este voltaje es filtrado por un banco de capacitadores internos con el fin de suavizar el voltaje rectificado, los transistores (IGBT) que encienden y apagan en determinada secuencia para generar una forma de onda cuadrada de voltaje de D.C a una frecuencia constante cuyo valor promedio tiene la forma de la frecuencia que se aplica al motor.

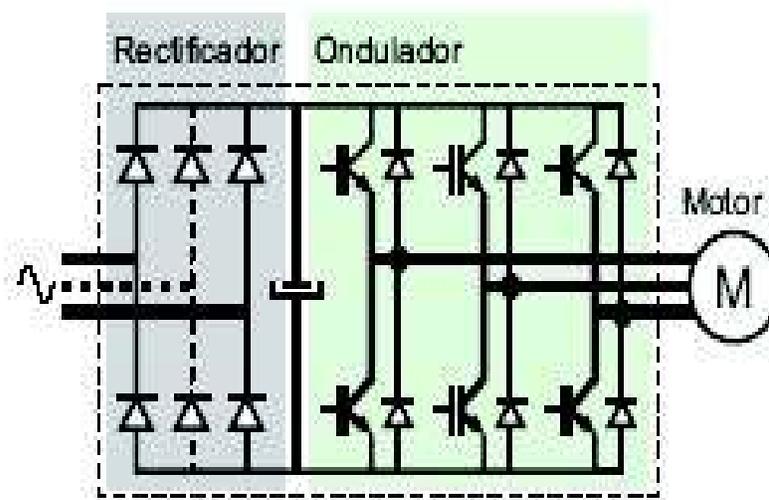


Figura 43 Funcionamiento Variador de frecuencia

El proceso de conmutación de los transistores es llamado modulación por ancho de pulso. Al tener el control en la frecuencia de la onda de corriente se puede controlar la velocidad del motor. En la figura 43 se muestra un esquema de funcionamiento de un variador de frecuencia.

Es así como los manejos de varios conceptos son importantes para el correcto uso del variador de frecuencia en los motores trifásicos, estos se describen a continuación:

- **Velocidad (n).** - La velocidad en el eje de un motor eléctrico asíncrono expresado en rpm depende del número de polos magnéticos del motor y la frecuencia  $f$  (Hz) de la red suministrada. La expresión 3 representa a estos conceptos.

$$n = 60 f / 2P$$

(Expresión 2)

**Dónde:**

$n$  = velocidad en rpm,  $f$  = frecuencia de la red en Hz,  $2p$  = número de pares de polos motor

La velocidad real de giro siempre es menor que la expresada, los motores se fabrican para una velocidad nominal o de trabajo determinada, pero mediante el variador de frecuencia dicha velocidad puede controlarse de manera progresiva.

- **Par transmitido por el eje (par motriz).** - La fuerza de tracción del motor a través del eje, depende de la tensión aplica y la velocidad esto se menciona principalmente en las expresiones 4 y 5 a continuación indicadas.

$$T = 9550 P / n$$

(Expresión 3)

$$T = K (\mu / f)^2$$

(Expresión 4)

**Donde:**

**U** = tensión aplicada al inductor (estator), **f** = frecuencia en (Hz), **P** = potencia del motor en KW, **n** = velocidad (real) de giro del motor en rpm

Por otro lado, el flujo magnético en los polos del motor ( $\Phi$ ), depende de la tensión, es decir el par,  $\mu = K \cdot \Phi \cdot f$  entonces el flujo magnético es igual a  $\theta = K (\mu/f)$  depende directamente del flujo magnético, por lo que, para obtener el control del par, hay que operar sobre este parámetro; por ello, si tenemos en cuenta las relaciones de par y velocidad.

El factor  $U/f$  tiene especial importancia en la forma de configurar un variador, ya que de esto dependerá el par motriz desarrollado por el motor, sin importar la velocidad de giro. Además de la primera expresión par se observa que el torque es proporcional a la tensión aplicada, de manera que si la tensión aplica y la frecuencia ( $U/f$ ) es constante, el par dependerá de manera directa de la tensión.

#### **2.2.4 FRENADO DE MOTOR ELECTRICO CON VARIADOR DE FRECUENCIA**

El frenado del motor consiste en el descenso controlado de su velocidad, reduciendo la frecuencia aplicada. Se establece en unidades de tiempo teniendo en cuenta que el par aplicado, sea constante o variable.

Siendo así se definen conceptos varios a tomar en cuenta para entender el frenado del motor eléctrico.

- **RAMPA LINEAL DE PARADA**

La rampa de parada determina el tiempo de paro del motor expresada en segundos, generalmente valido en motores con poca carga es decir motores sin carga o que poseen poca inercia.

- **FRENADO REGENERATIVO**

La inercia de la carga tiende a que el motor gire más rápido que la frecuencia establecida por el variador, por lo que el motor actúa como generador en ese

instante. La energía que retorna al variador se disipa mediante una resistencia o un dispositivo de frenado externo para no afectar al equipo.

- **RESISTENCIA DE FRENADO**

Su función es disipar la energía de frenado para lograr el máximo aprovechamiento del par del motor durante el momento de frenado, este tipo se conoce como frenado dinámico. Normalmente es opcional ya que sólo es necesario en aplicaciones donde se necesitan altos pares de frenado.

La instalación de esta resistencia es muy sencilla se debe ubicar fuera del gabinete para permitir su correcta disipación de calor, además el variador posee una bornera específica para esta aplicación.

De acuerdo con el factor de marcha del motor se determina la potencia que deberá disipar la resistencia de frenado. El valor óhmico de la resistencia es característico del variador y no debe ser modificado

### **2.2.5 CÁLCULO DE RESISTENCIA DE FRENO**

Para el cálculo de la resistencia de frenado necesaria en una determinada aplicación, se deberá conocer su funcionamiento en forma cíclica.

Es decir, el tiempo total del ciclo de funcionamiento incluyendo tanto el tiempo de trabajo en modo motor (en que no se requiere disipación de energía), el tiempo de parada y el tiempo de frenado. También es importante conocer el par requerido para el frenado ya que con este dato se obtendrá la potencia pico necesaria para el cálculo de la resistencia.

En primer lugar, se deberá calcular la potencia media necesaria de todo el ciclo, así como la potencia pico requerida durante el frenado. La resistencia de frenado deberá cumplir los siguientes requisitos:

- 1)** Ser capaz de disipar permanentemente la potencia media requerida por el ciclo. Este es el valor de potencia media disponible indicado en el catálogo de la resistencia.

**2)** Disipar la potencia pico calculada (Comprobar en curva característica de la propia resistencia si es capaz de disipar la potencia pico durante el tiempo necesario)

**3)** Valor óhmico superior al mínimo indicado en el catálogo del variador

### **2.2.6 RODILLERIA DE GUIAMIENTO DE LÁMINA PLÁSTICA**

El guiamento de la lámina plástica en la máquina rebobinadora de lámina plástica está dado mediante rodillos diseñados para ayudar a que la lámina tenga tensión y linealidad en el rebobinado.

Debido a los años de trabajo la máquina rebobinadora ha presentado un desgaste considerable en sus rodillos, por lo que se realice un análisis del estado de los rodillos de arrastre para plantear una alternativa de solución.

Los rodillos están compuestos de un eje de acero inoxidable en cuyos extremos se monta rodamientos y sobre ellos un tubo de aluminio, el desgaste que se observa está en el rodamiento no gira y al no girar forzar el ajuste entre el tubo de aluminio y el rodamiento. Produciendo un aflojamiento entre estos elementos desnivelando al rodillo produciendo desviación en el guiamento de la lámina plástica.

Se propone extraer todos los rodillos defectuosos para repararlos de acuerdo con la avería que presenten como, por ejemplo: cambio de eje, cambio rodamientos o tubos de aluminio, etc.

La colocación de un rodillo de goma permitirá un contacto abrasivo al paso de la lámina mejorando el guiamento y linealidad de bobinado.

### **2.2.7 SUMINISTRO DE CONOS DE CARTÓN**

El suministro del cono de cartón en la máquina rebobinadora posee un pistón neumático de doble efecto que está unido a una estructura donde se aloja el cono de cartón para su utilización.

Debido a los años de trabajo de la máquina rebobinadora el pistón neumático y sus guías han sufrido un notable desgaste. Se presentan varios problemas como una fuga de aire en los empaques (o-ring), guías de apoyo se encuentran con desnivel provocando un forzamiento en el rodamiento lineal y la mala ubicación del cono de cartón.

El cambio del pistón neumático, rodamientos y guías se plantea como alternativa de solución debido a que su funcionamiento es realizado de manera conjunta.

## **2.3 SELECCIÓN DE ELEMENTOS**

La selección de los elementos a utilizar esta dado de acuerdo con el fallo de máquina.

### **2.3.1 PARTE ELÉCTRICA**

La selección de un variador de frecuencia está dada de acuerdo con la potencia eléctrica del motor eléctrico, se utilizará el motor original.

La resistencia de frenado normalmente el valor se obtiene mediante un cálculo matemático que incluye valores como el voltaje de funcionamiento variador de frecuencia y la corriente de realimentación a la cual está sometida la resistencia de frenado.

El cableado estructurado correspondiente a la potencia la instalación se utilizará el cable sucre 4 x 10 Awg THHN utilizado para instalación de motores eléctricos definido por el valor de corriente mientras que para el control se utilizará cable 18 Awg THN, además de marquillas desde el número 0-9, terminales tipo ojo con aislamiento plástico de 10 a 12 Awg, terminales tipo pin para cable 18 Awg, amarras plásticas de 10,20 y 30 cm.

### 2.3.2 PARTE NEUMÁTICA

La selección del pistón neumático está dada de las mismas características del pistón original, la colocación de sensores magnéticos es de vital importancia, diámetro del pistón, carrera de vástago, racores a utilizar y manguera.

## 2.4 MONTAJE DE ELEMENTOS DE SELECCIÓN

### 2.4.1 INSTALACIÓN

La correcta instalación del variador de frecuencia se debe realizar según sus áreas constitutivas, a continuación, se describen aspectos importantes:

#### ➤ INSTALACIÓN MECÁNICA

Para poder realizar una correcta instalación de un variador de frecuencia, se debe de cumplir varias condiciones que se indican a continuación:

Entorno	Condiciones
Área de instalación	Interior
Temperatura ambiente	-10°C a +40°C (NEMA tipo 1) -10°C a +50°C (tipo chasis abierto) Al utilizar un panel de protección (armario), instale un ventilador de refrigeración o aire acondicionado en el área para garantizar que la temperatura en el interior del alojamiento no supera los niveles especificados. No deje que se forme hielo en el variador.
Humedad	95% de HR o menos y sin condensación
Temperatura de almacenamiento	-20°C a +60°C
Área circundante	Instale el variador en un área sin: <ul style="list-style-type: none"><li>• vapores de aceite y polvo</li><li>• virutas metálicas, aceite, agua y otros elementos extraños</li><li>• materiales radiactivos</li><li>• materiales combustibles (por ejemplo, madera)</li><li>• gases y líquidos nocivos</li><li>• vibraciones excesiva</li><li>• cloruros</li><li>• exposición a la luz solar directa</li></ul>
Altitud	1.000 m como máximo
Vibraciones	10 – 20 Hz a 9,8 m/s <sup>2</sup> , 20 – 55 Hz a 5,9 m/s <sup>2</sup>
Orientación	Instale el variador verticalmente con el fin de mantener al máximo el efecto refrigerante.

**Tabla 1** Instalación Mecánica Variador de Frecuencia

La instalación mecánica de un variador de frecuencia es importante debido a que el diseño colocación y funcionamiento cumple normas internacionales que hacen que el equipo funcione de manera adecuada.

Siendo las normas más importantes que se deben cumplir para la instalación las siguientes:

- **POSICIONAMIENTO –ORIENTACIÓN**

Para que la duración y rendimiento sea óptimo el variador de frecuencia debe tener el espacio físico ya que permite que exista una correcta refrigeración, la instalación en paralelo de variadores a una distancia adecuada hace que trabajen de manera adecuada.

- **ENTORNO DE INSTALACIÓN**

Para una duración y rendimiento óptimo del variador de frecuencia el entorno de instalación debe cumplir las siguientes condiciones.

- **ORIENTACIÓN Y DISTANCIA DE INSTALACIÓN**

La instalación del variador siempre se debe realizar de manera vertical dejando espacio alrededor del variador para que exista una refrigeración correcta según norma internacional.

- **MONTAJE SOBRE PERFIL SEGÚN TÁMANO CONSTRUCTIVO**

- **COLOCACIÓN DE VARIADOR SOBRE RIEL DIN**

1.- Enganchar el convertidor sobre el riel din normalizado utilizando el anclaje superior

2.- Empujar el convertidor hacia el carril de anclaje inferior debería hacer un clic al enclavar.

- **DESMONTAJE**

1.- Para desenganchar el variador insertar un destornillador en el mecanismo de liberación del variador.

2.- Aplicando una presión hacia abajo se desengancha el anclaje.

Se debe instalar de manera vertical al variador de frecuencia, dejando un espacio alrededor para que se produzca una refrigeración correcta lo que hace que el equipo pueda trabajar de manera adecuada durante largo tiempo.

Se puede colocar varios variadores en las proximidades del variador de acuerdo como el fabricante lo indique y así evitar daños en los equipos.

Cada variador posee un tamaño constructivo dado por la potencia de manejo del mismo, cada variador posee perforaciones en su placa de fijación con medidas normalizadas lo que hace que se coloque de manera adecuada ya sea en riel din o tablero doble fondo con esto se deja el espacio adecuado para colocar el cableado eléctrico tanto para alimentación como el direccionamiento del mismo hacia el motor.

## ➤ **INSTALACIÓN ELÉCTRICA**

La instalación eléctrica del variador es importante debido a que está sometido a grandes tensiones.

- **ORIENTACIÓN – DISTANCIA DE INSTALACIÓN**

La instalación del variador siempre se lo debe realizar de manera vertical para que los ventiladores disipen el calor hacia el exterior.

El espacio alrededor del variador debe cumplir normativas de instalación para que se produzca una refrigeración adecuada, esto permite instalar varias unidades a cada lado y trabajar de manera adecuada.

- **CONEXIÓN DE ALIMENTACIÓN DE MOTOR**

Es necesario tener por separado los cables mando, alimentación y motor. No llevarlos en el mismo conducto.

- **CABLEADO PRINCIPAL DE ALIMENTACIÓN**

**A.-** Asegurarse de que la tensión y frecuencia de alimentación corresponden al valor normal del variador.

**B.-** Utilizar solo disyuntores específicos del variador.

**C.-** Utilizar una reactancia para corriente continua o corriente alterna para evitar que en el variador.

- **CONEXIÓN A TIERRA**

**A.-** Nunca compartirla conexión eléctrica del cable destinado para instalación de tierra que va hacia el motor eléctrico con otros dispositivos.

**B. -** Utilizar siempre un cable de tierra que cumpla los estándares técnicos sobre equipamientos eléctricos.

**C. -** Mantener los cables de tierra lo más cortos posibles.

**D. -** No formar lazos de tierra entre variadores.

- **CONEXIÓN DE SALIDA DEL VARIADOR HACIA EL MOTOR**

**A.-** No conecte en la salida del variador de frecuencia a otro motor que no corresponda al específico como tal.

**B. -** No cortocircuitar la fuente de salida del variador.

**C.-** No utilizar condensadores de conexión de fase.

**D.-** Si se utiliza un contactor entre el variador y el motor nunca se debe accionar cuando el variador proporcione tensión a la salida

- **CONEXIÓN DE CONTROL**

**A.** - Separar el cableado del circuito de control con el cableado principal y líneas de alta tensión.

**B.** - Utilizar cable trenzado apantallado para los circuitos del control para prevenir fallos en el funcionamiento.

**C.** - Conectar la pantalla de los cables a tierra con la mayor superficie de contacto posible entre la pantalla y la tierra.

**D.** - El apantallamiento del cable se debe conectar a tierra en ambos extremos del cable. **(Pulido, 2000)**.

#### **2.4.2 COSTOS**

Los costos determinados en la repotenciación de la máquina rebobinadora de lámina plástica se detallan a continuación:

- 1. SISTEMA ELÉCTRICO**, en la tabla 2 se detalla el costo aproximado de las partes eléctricas utilizadas en el cambio.
- 2. SISTEMA MECÁNICO**, en la tabla 3 se detalla el costo aproximado de las partes mecánicas utilizadas en el cambio.
- 3. SISTEMA NEUMÁTICO**, en la tabla 4 se detalla el costo aproximado de las partes neumáticas utilizadas en el cambio.

La repotenciación de la máquina rebobinadora de lámina plástica asciende a un valor aproximado de **1050 USD**

ITEM	DESCRIPCION	PRECIO
1	<b>Variador de Frecuencia</b> Marca: Siemens Potencia: 7.5 Kw - 5Hp Vin: 200 Vac Imáx: 30 Amp	400USD
2	<b>Resistencia de Frenado</b> Vin: 0 Rmax: 12 Ohm	100 USD
3	<b>Cable Estructurado</b> Cable de control,fuerza,amarras plasticas,marquillas, borneras,riel din, cinta aislante,terminales tipo pin, ojo, brincas,etc	100 USD
4	<b>Herramientas Varias</b> Ponchadora,pela cable,destornillador plano - estrella,etc	50 USD
<b>TOTAL</b>		<b>650 USD</b>

**Tabla 2** Costo del cambio del Sistema Eléctrico

ITEM	DESCRIPCION	PRECIO
1	20 Rodamientos NTN 6310 Z3	70
2	Tubo de Aluminio L=600mm y cédula 20	55
3	Eje de Acero bonificado de 3/4 para ser maquinado	45
4	Vinchas de Interior/exterior	10
5	Machuelos M6 - M8	15
6	Brocas de Acero Rapido	5
7	Cuchillas de torno Hss 6-8 mm	10
8	Herramientas Varias	12
<b>TOTAL</b>		<b>222 USD</b>

**Tabla 3** Costo del cambio del Sistema Mecánico

ITEM	DESCRIPCION	PRECIO
1	Piston Neumatico de Doble Efecto	90
2	2 Sensores Magnéticos	60
3	Tubo Neumatico Nro. 8 mm	15
4	Racores 90 grados / 180 grados	5
5	Union a 180 grados para manguera de poliuretano Nro. 8 mm	5
6	Rodamientos lineales	30
7	Guías Metálicas	30
8	Herramientas Varias	15
<b>TOTAL</b>		<b>250 USD</b>

**Tabla 4** Costo del cambio del Sistema Neumático

## CAPÍTULO 3

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Una vez implementado el variador de frecuencia en la máquina rebobinadora de lámina plástica, se realizarán varias pruebas de funcionamiento de cada uno de los sistemas modificados.

- Para el sistema de arrastre se observa que la fijación del motor eléctrico en su base no presenta problemas, así como la transmisión mecánica hacia los rodillos de arrastre.
- El cambio de rodamientos en los rodillos de arrastre, así como también la adaptación del rodillo de goma presenta un forzamiento que se irá acoplado con el trabajo propio de máquina.
- En el sistema eléctrico la colocación del variador de frecuencia y la resistencia de frenado no presentan ningún inconveniente, la programación de los parámetros será necesaria para dar el ajuste en vacío, así como con carga.
- En el sistema neumático el pistón neumático colocado en reemplazo al original se prueba de manera manual, se observa que los sensores magnéticos funcionan con normalidad al momento de entrada y salida de vástago, además se observa que existe una estabilidad aceptable en la estructura de soporte del cono de cartón.

Dentro de la programación los parámetros necesarios para el funcionamiento del variador de frecuencia se realizarán varias pruebas que ayuden a que el producto terminado sea adecuado en cualquier condición de trabajo.

Mientras que la parte eléctrica permite saber que el consumo inicial de la resistencia de freno y la programación referencia rampa de aceleración, rampa de estabilización y la rampa de desaceleración serán necesarios para obtener un producto terminado adecuado.

En la tabla 5 de pruebas y resultados expuesta a continuación expresa valores de metraje y rollos producidos.

PRUEBA	SET 1 Distancia (m)	SET 2 Distancia (m)	AC. Seg.	EST. Seg.	DES. Seg.	ERROR %	ROLLO BOBINADO
1	50	100	5	10	5	14	MALO
2	100	200	6	20	8	12	BUENO
3	200	300	8	30	9	8	OK
4	300	400	10	40	11	11	BUENO
5	400	500	5	50	13	16	MALO
6	500	600	6	60	15	12	OK
7	600	700	8	70	17	15	MALO
8	700	800	10	80	20	17	BUENO

**Tabla 5** Pruebas - Resultados

La programación set 1 (metraje utilizado para empezar el frenado de máquina) y set 2 (metraje final rebobinado) colocados en contador de metraje.

Se expresa el tiempo de aceleración en segundos tiempo utilizado por el motor eléctrico para llegar a su velocidad nominal, estabilización en segundos tiempo utilizado en mantener la velocidad nominal hasta llegar al momento de desaceleración y desaceleración segundos tiempo utilizado para que el motor llegue de su velocidad nominal hasta llegar a velocidad cero.

Error (%) valor que permite observar la linealidad del bobinado en producto terminado, cuando hay un cambio brusco en la reducción del tiempo de frenado o desaceleración. Estado (Ok, Bueno, Malo) rollo bobinado aceptado tanto en metraje, peso y error

- El resultado de las pruebas de programación en bajo metraje y en alto metraje las mismas que se ajustaran un poco debido a los diferentes espesores de materiales con los que se trabaja en la máquina rebobinadora y la proyección que se obtiene. En la figura 44 se aprecia un rollo rebobinado de lámina plástica estirable en balanza Metter Toledo la misma que es calibrada por tecnipeso, entidad que está certificada por el Inen en pesos absolutos.



**Figura 44** Balanza Metter Toledo

Es así que el peso que se visualiza en la figura 45 visor de balanza es un valor real, con la repotenciación de la máquina rebobinadora se obtiene peso real de acuerdo al los metros de lámina rebobinada con un un margen de tolerancia aceptada dentro del standart de calidad permitidos por la normativa de empaque y embalajes plásticos.



**Figura 45** Visualizador de Balanza Metter Toledo

- El guiamento de la lámina plástica no tuvo dificultad al momento de que la máquina trabajo con carga completa hasta llegar a carga cero, además el rodillo de goma implementado en el sistema de arrastre ayuda a que la lámina plástica mantenga la linealidad de bobinado. En la figura 46 izquierda se muestra el desalineamiento de lámina plástica rebobinada con el freno embrague electromagnético mientras en la figura 47 derecha el nuevo lineamiento que se presenta con la repotenciación de la máquina rebobinadora.



**Figura 46** Desalineamiento



**Figura 47** Alineamiento

## CAPÍTULO 4

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### ➤ CONCLUSIONES

- El reemplazo del sistema freno-embrague electromagnético permite que el manejo de la velocidad de máquina rebobinadora sea controlada mediante el uso del variador de frecuencia el cual maniobra al motor eléctrico evitando que se genere material fallido por cambios de zapatas de frenado.
- El guiado de la lámina plástica es mejorado mediante la colocación de un rodillo de goma, que va en conjunto con los rodillos de arrastre propios de máquina. El material abrasivo del rodillo de goma permite que en el instante del frenado la lámina plástica mantenga su estabilidad en linealidad de bobinado dando así un acabado adecuado al producto final obtenido.
- La ubicación de los conos de cartón en el área de rebobinado de la máquina rebobinadora es parte fundamental en el proceso de elaboración del producto final. Este proceso es realizado por un pistón neumático que al estar afectado necesita ser reemplazado, pero que por su origen extranjero es de difícil adquisición. El análisis de funcionalidad permite conocer que existe factibilidad de cambio del pistón neumático original por un pistón neumático de características semejantes pero que se podría conseguir de manera local.
- La repotenciación de la máquina rebobinadora de lámina plástica, implica varios cambios en la infraestructura que envuelven un costo económico. La funcionalidad operativa de la máquina influye directamente en este proceso.

- De esta manera el costo-beneficio es un factor influyente al momento de tomar una decisión sobre cual propuesta utilizar, ya que esta debe producir el mejor resultado en el menor tiempo y al menor costo posible.

## ➤ **RECOMENDACIONES**

- Se recomienda realizar el mantenimiento adecuado al variador de frecuencia debido a que el equipo está sometido a altas temperaturas, polvo, humedad incrementando la probabilidad de fallo.
- El mantenimiento de un variador de frecuencia se realizará de manera fundamental tanto en la parte mecánica como eléctrica para asegurar su funcionalidad. Se recomienda que al momento de realizar cualquier prueba el equipo este deba estar apagado (desenergizado) y esperar un tiempo prudente hasta que la energía almacenada se descargue totalmente.
- En el sistema de rotación de la máquina rebobinadora es importante realizar el mantenimiento a los rodamientos localizados de los rodillos de arrastre, el no reemplazo de estos produce esfuerzos que pueden ocasionar que otras partes de máquina sean afectadas.
- La calidad de aire comprimido suministrado a la máquina rebobinadora es de vital importancia, se recomienda instalar una unidad de mantenimiento neumática completa.
- La inducción adecuada del manejo de la máquina rebobinadora hacia el operador permite obtener la máxima eficiencia de operatividad. Pero es importante que exista una correcta comunicación de la parte operativa con el área de mantenimiento y producción en caso de que existiese un fallo en la misma.

## CAPÍTULO 5

### MANUAL DE MANTENIMIENTO

La repotenciación de la máquina rebobinadora de lámina plástica permite la incorporación de nuevos elementos que necesitan de un mantenimiento adecuado para su normal funcionamiento a lo largo del tiempo.

Siendo así a continuación se describe un pequeño manual de mantenimiento que servirá como guía para el usuario.

#### 5.1 VARIADOR DE FRECUENCIA

El variador de frecuencia que se muestra en la figura 48 es un equipo electrónico que posee en su estructura varios elementos que pueden influir en su funcionamiento. La probabilidad de falla en equipos electrónicos tales como drives se incrementan tras muchos años de operación.



**Figura 48** Variador de Frecuencia Siemens Master 440

La condición de operación del variador de frecuencia tiene un efecto directo en la probabilidad de fallo, los drives incrementan la posibilidad de fallo en el rango de 5/10 años de operación. A continuación, se describen varias razones para reemplazar tarjetas y/o componentes:

1. Desajuste en las partes mecánicas
2. Corrosión
3. Suciedad
4. Envejecimiento de los componentes
5. Falso contacto en las conexiones
6. Cambios en los niveles de señal

El variador presenta varias partes constitutivas que pueden también afectar de manera directa su funcionamiento, por lo que se describen los mantenimientos que se deben realizar a cada uno de ellos.

- **VENTILACIÓN**

El ventilador de enfriamiento del variador de frecuencia mostrado en la figura 49 al trabajar de manera errónea genera una ventilación inadecuada dentro del funcionamiento del variador de frecuencia acorta rápidamente la vida útil de las tarjetas electrónicas y sus componentes.



**Figura 49** Ventilador de Enfriamiento para Variador de Frecuencia

El incremento de temperatura ocasiona un sobrecalentamiento del variador de frecuencia en un tiempo cercano a los 15 minutos, cuando el ventilador comienza a presentar problemas genera un ruido bastante inusual.

La inspección visual y táctil permite determinar el cambio o no del ventilador todo esto con el variador de frecuencia totalmente desenergizado.

- **TARJETAS ELECTRÓNICAS**

Se recomienda el reemplazo de las tarjetas de potencia cada 9 años para que evitar que los IGBTs se dañen por pulsos débiles. El reemplazo de tarjetas de potencia más lo cables FLAT deben realizarse cada año.

En la figura 50 se representa una tarjeta electrónica donde se muestran elementos que reducen su vida útil a lo largo del tiempo.



**Figura 50** Tarjeta Electrónica

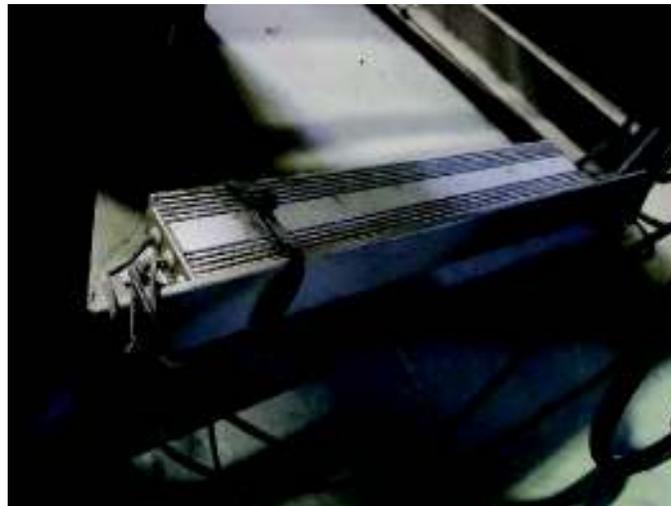
Los capacitores tienen un tiempo estimado de vida de 9 años pero que por efecto de temperatura existe pérdida del electrolito.

La limpieza y cambio de estos elementos se deben realizar con el equipo apagado y con herramienta aislada. (Calvo, 2010)

## **5.2 RESISTENCIA DE FRENADO**

Verificar periódicamente si hay conexiones sueltas o si hay acumulación de suciedad en el interior o exterior de la resistencia de frenado, para el trabajo de mantenimiento asegurarse de dejar enfriar la resistencia y que el equipo donde se encuentre la resistencia de freno este totalmente desenergizado.

La figura 51 se indica la resistencia de frenado instalada en la máquina rebobinadora, ubicación que se utiliza para que el enfriamiento de la misma sea el adecuado.



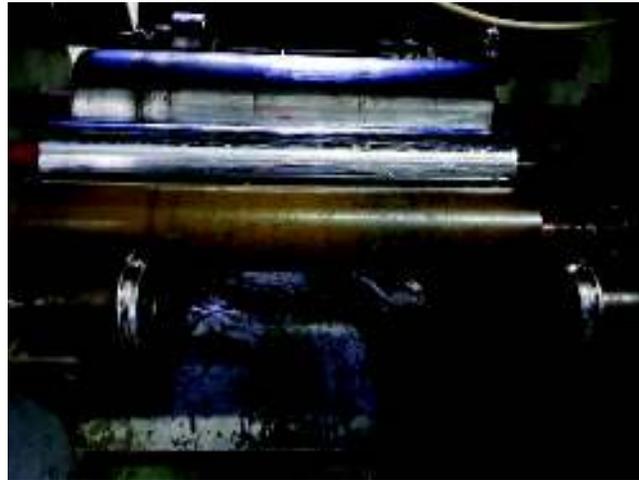
**Figura 51** Resistencia de Frenado

Los elementos de resistencia no deben estar al rojo vivo durante condiciones normales de operación, de ser así la resistencia podría presentar problemas se recomienda el cambio de una resistencia de frenado cada 3 años cuando su uso es continuo y 5 años cuando su uso es paulatino.

## **5.3 RODILLERIA / RODILLO DE GOMA**

Rodamiento denominado así a un elemento mecánico que sirve como apoyo a un eje sobre el cual gira, este minimiza la fricción que se produce entre los ejes y las piezas que están conectados en ellos.

Esta pieza está formada por un par de cilindros concéntricos separados por una canastilla de balines metálicos que giran de manera libre. La suciedad es la principal causa de mal funcionamiento, se recomienda realizar una limpieza y lubricación adecuada. La figura 52 muestra la rodillera de arrastre de la máquina rebobinadora de lámina plástica.



**Figura 52** Rodillera de Arrastre

El conocer el estado del rodamiento es importante, para precisar si es necesario únicamente solo su limpieza o realizar un cambio total del mismo. Se realiza una inspección visual, así como táctil para establecer su estado. Un rodamiento con fallo produce un trabamiento al momento de su giro, un ruido inusual, etc. El rodillo de goma por su uso suele presentar un resquebrajamiento en su superficie ocasionando que en la película plástica se forme una marca del rodillo resquebrajado, dando así lugar a material no conforme, el rodillo de goma que se muestra en la figura 53 presenta a un rodillo con evidencia de resquebrajamiento.



**Figura 53** Rodillo de Goma

El pulido del rodillo se lo debe realizar cada año, pero existen factores externos (mal manejo de máquina por parte del operador) que pueden ocasionar que este sea menor tiempo o causen un reemplazo total del mismo.

#### **5.4 PISTON NEUMÁTICO / AIRE COMPRIMIDO**

Los cilindros neumáticos son unidades que transforman la energía potencial del aire comprimido en energía cinética. Normalmente la vida útil de los cilindros neumáticos está dada por las veces de accionamientos del vástago y embolo, quienes están directamente ligados a la alineación y esfuerzos a los que están sometidos.

La figura 54 muestra el tipo de pistón neumático que se utilizó para la alimentación de los conos de cartón. La calidad de aire es lo más importante dentro de los sistemas de aire comprimido el compresor que genera este aire debe estar en óptimas condiciones.

Los mantenimientos a los equipos de generación de aire comprimido se deben de realizar de acuerdo con el número de horas de trabajo del mismo, independientemente si es un compresor de pistón o de tornillo.



**Figura 54** Pistón Neumático

Para la línea de suministro de aire comprimido hacia las máquinas como tal se ubica una unidad de mantenimiento neumática completa, la figura 55 se indica una unidad de mantenimiento neumático en la cual se coloca  $\pm 1/8$  de aceite (SAE 10) para dar lubricación a todos los accionamientos presentes en el sistema, además ayuda a eliminar el condensado de agua que se forma en el aire. Se debe realizar además controles visuales por si existiesen fugas, alineamientos de pistones, regulaciones de amortiguadores de aire, desarmes parciales, cambios de orings, etc.



**Figura 55** Unidad de Mantenimiento Neumático

## BIBLIOGRAFIA

- Albo, P. p. (2016). *Stretch Film*. Retrieved from <http://www.mcalbo.com/Stretch-Film.php>
- Calvo, F. S. (2010). *Sistema de Regulación y Control Automático*. España: Valencia.
- Extrusión. (2016). *Polímeros/ Documentos*. Retrieved from [Cap. 6\\_2 Extrusion.pdf/www.materups.com.es/](http://www.materups.com.es/Extrusion.pdf)
- Machinery, C. h. (n.d.). *Film Rewinder industrial stretch*. Taiwan. Manual, C. H. (n.d.). Taiwan .
- Mariano. ( 2014, Septiembre 20). *Tecnología de Plásticos*. Retrieved from <http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com/2012/04/extrusion-de-lamina-y-pelicula-colada.html>
- Michael Swith Madrid. (2016). *Freno-Embragues*. Retrieved from <https://es.scribd.com/doc/20350111/FRENOS-Y-EMBRAGUES>
- Molesbellvert. (2016). *Proceso de Fabricación de Plástico*. Retrieved from <http://www.molesbellvert.com/proceso-de-fabricacion-del-plastico/>
- Prezi. (2016). *Plástico*. Retrieved from <https://prezi.com/5qaosna3tdmh/el-plastico-ha-sido-uno-de-los-desarrollos-mas-importantes>
- Prezi/ 2016 /Plástico. (2016). *Prezi*. Retrieved from <https://prezi.com/5qaosna3tdmh/el-plastico-ha-sido-uno-de-los-desarrollos-mas-importantes>
- Pulido, M. A. (2000). *Convertidores de Frecuencia* . Sa Marco Pulido.
- Rabanelli. (2016). *Frenos y Embragues*. Retrieved from <http://html.rincondelvago.com/frenos-y-embragues.html>
- Roldan, J. (1993). *Variadores de Frecuencia*. Ediciones Paraningo.

Sevillano, F. (201-2011). Sistema de Regulacion y Control Automatico. In F. Sevillano. Valencia.

Uriel, E. ( 2012, Junio 14). *Estructura de los Plásticos*. Retrieved from [plastico27.blogspot.com](http://plastico27.blogspot.com)

# ANEXOS

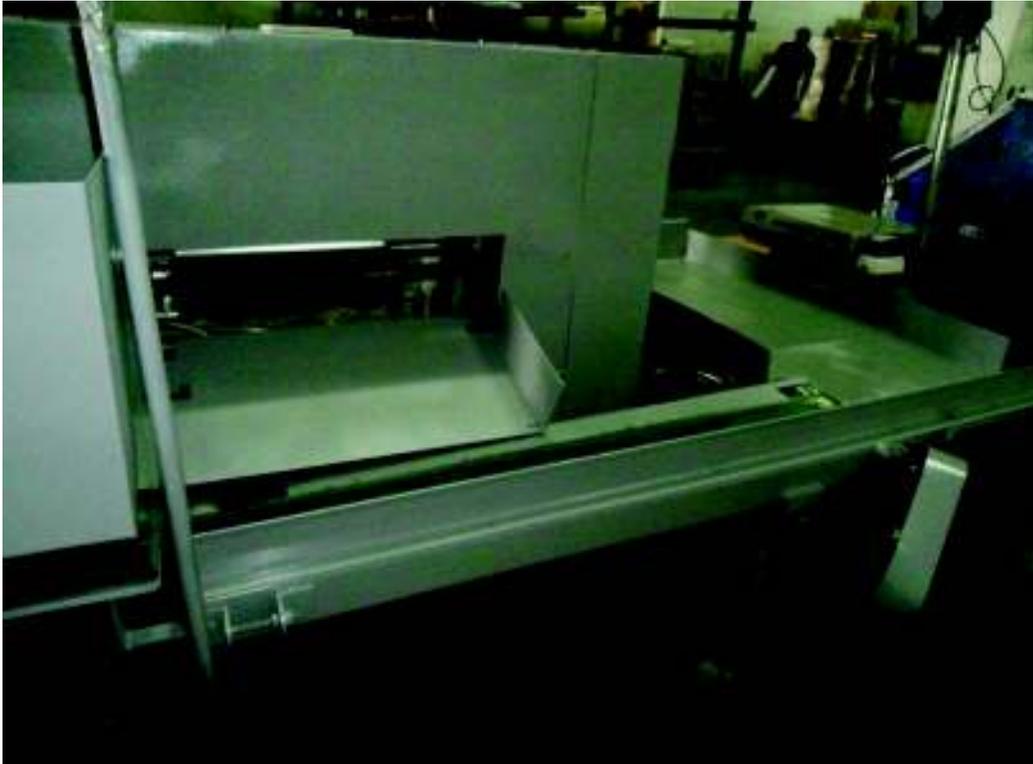
## ANEXO A: Máquina Rebobinadora de Lámina Plástica Stretch Film



**A1.** Vista frontal máquina rebobinadora de lámina plástica, área de rebobinado principal centro, panel de mando neumático izquierda, panel de mando eléctrico derecha.



**A2.** Vista frontal de máquina rebobinadora de lámina plástica, panel de mando neumático izquierda, panel de mando eléctrico derecha, rodillera de arrastre y corte de lámina centro.



**A3.** Vista posterior de la máquina rebobinadora de lámina plástica, salida de rollo de stretch film rebobinado hacia la banda transportadora (verde).



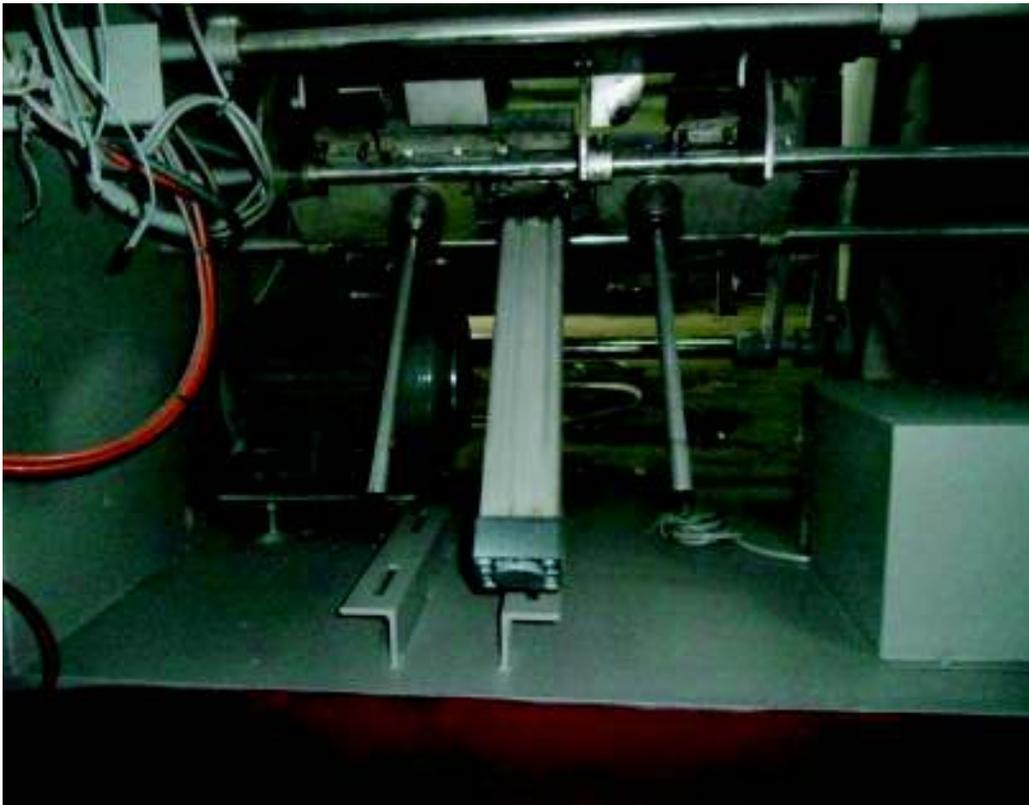
**A4.** Vista lateral izquierda de máquina rebobinadora de lámina plástica stretch film  
instalación de los elementos eléctricos (variador de frecuencia, resistencia de  
frenado, cableado estructurado)



**A5.** Vista frontal izquierda máquina rebobinadora de lámina plástica stretch film  
ubicación adecuada de variador de frecuencia y resistencia frenado.



**A6.** Vista posterior izquierda máquina rebobinadora de lámina plástica, tolva de almacenamiento para conos de cartón, mismos que se ubican de manera manual para luego ser ubicados de forma automática en base soporte para inicio de secuencia de rebobinaje.



**A7.** Vista posterior frontal inferior máquina rebobinadora de lámina plástica stretch film, área de alimentación de conos de cartón instalación de pistón neumático y guías en nueva base soporte.



**A8.** Vista frontal taller mecánico, cambio de rodamientos en rodillera de arrastre, herramienta utilizada para la instalación del variador de frecuencia, fijación de elementos móviles para instalación de rodillo de goma, ubicación de base soporte y guías para instalación de pistón neumático, realización de base soporte para instalación de unidad de mantenimiento neumática, etc.



**A9.** Vista frontal de la parte posterior de la salida de los rollos de lámina plástica en su proceso de fondeo para luego a aplicar el esmalte para renovar la Máquina Rebobinadora Strech Film, se encuentra ubicada en el taller mecánico donde se realizaron todos los cambios estructurales.

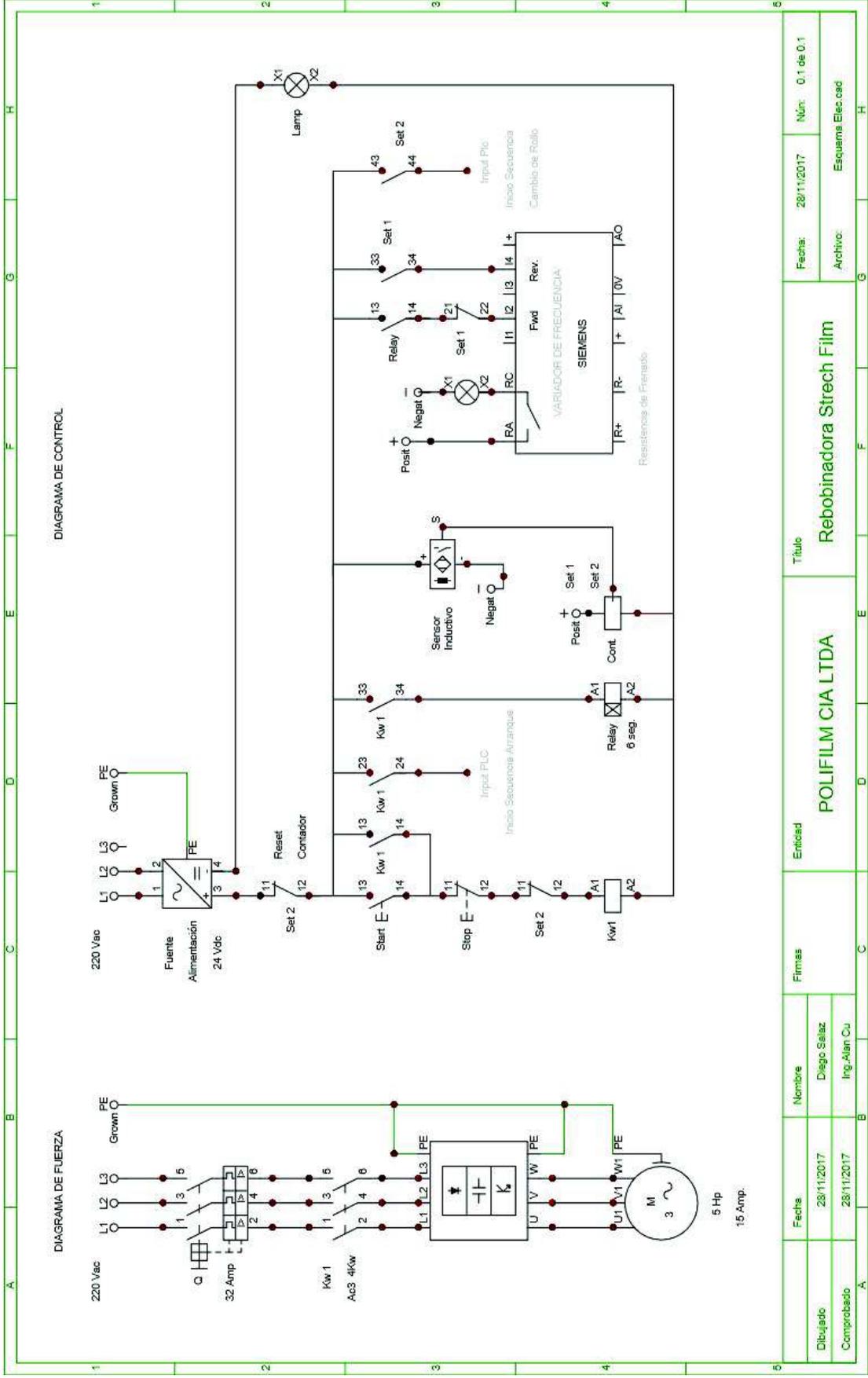


**A10.** Vista frontal de la mesa de recolección y estructura de sellado de piezas giratorias de la Máquina Rebobinadora Stretch Film.



**A11.** Vista frontal de las puertas de sellado de la estructura de la Máquina Rebobinadora Strech Film, se presenta en el proceso de fondeado para luego aplicar la pintura esmalte para renovar el aspecto de la misma.





Fecha		28/11/2017		Núm.		0.1 de 0.1	
Dibujado		Diego Sellaz		Archivo:		Esquema Elec.cad	
Comprobado		Ing. Allan Cu		Título		Rebobinadora Stretch Film	
A		B		C		D	
E		F		G		H	

**A13.** Diagrama del cambio realizado de la parte eléctrica de la Máquina Rebobinadora Stretch Film

