

# DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO PARA LA CORTADORA REBOBINADORA KSC-140

Andrés Ludeña  
andresvlr@hotmail.com  
Departamento de Eléctrica y Electrónica  
Escuela Politécnica del Ejército  
Quito, Ecuador

**RESUMEN.-** *En el presente documento se detalla el diseño e implementación de un sistema automatizado para la Bobinadora Cortadora KSC-140 de la Empresa SIGMAPLAST S.A. Inicialmente este proyecto implica la recopilación de información relacionada con el corte, de la máquina y su proceso sobre el material y el funcionamiento de cada dispositivo en dicho proceso. El proyecto conlleva una optimización de los recursos que ya posee la máquina además de ampliar su funcionalidad mediante la adaptación de nuevos sistemas de control y la transformación de la iteración entre el operario y la máquina.*

Todos los productos en la fase final de producción deben pasar por un proceso de rebobinado y corte, el cual es efectuado por máquinas especializadas en éste tipo de tareas, esta maquinaria posee en casi su totalidad de subsistemas marcas específicas y esto restringe en su totalidad cambiar a dispositivos más accesibles en el mercado por lo que en caso de existir un daño en cualquier elemento se ven obligados a contactar al fabricante que revende estos subsistemas de marcas escogidas por ellos, es por eso que se desea realizar la construcción de sistemas más económicos y funcionales realizados en la empresa e irlos adaptando a las demás máquinas dejando de lado marcas y costos impuestos por los fabricantes.

## 1. INTRODUCCIÓN



**Figura 1.** Oficinas SIGMAPLAST S.A. Quito

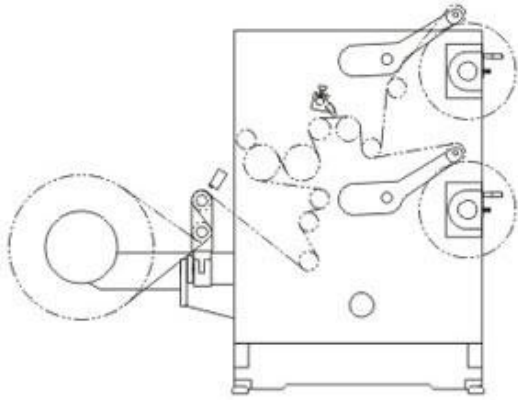
Sigmplast S.A. es una empresa especializada en la elaboración de empaques flexibles y laminados a base de elementos como polietileno, polipropileno, celofán, entre otros.

Inició sus operaciones en el año de 1975 con la producción de rollos y bolsas de polietileno, destinados al empaque de productos alimenticios y textiles, principalmente, y para uso en el comercio al por menor. En 1982 dió un paso adelante organizando una planta industrial destinada a la fabricación de empaques flexibles y laminados, a fin de procesar e imprimir polietileno, polopropileno, polipropileno, celofán, foil de aluminio y papel.

## 2. SISTEMAS DE CORTE Y REBOBINADO

El área de corte y rebobinado, es considerada como la zona de creación de valor en la fabricación de empaques flexibles y laminados, ya que si ésta fase genera problemas de calidad, el producto pierde todo el proceso de fabricación, como es la impresión y laminado, por ende, será devuelto por el cliente, por esta razón las máquinas cortadoras, son consideradas como máquinas facturadoras.

Con un buen sistema de corte y rebobinado, se obtiene una operación consistente y extremadamente precisa, con menos tiempo de inactividad entre operaciones. La seguridad aumenta al requerirse una menor intervención del operario. La vida útil de la cuchilla, mejora con ajustes más consistentes, y se obtienen bobinas con bordes limpios con menos generación de polvo.

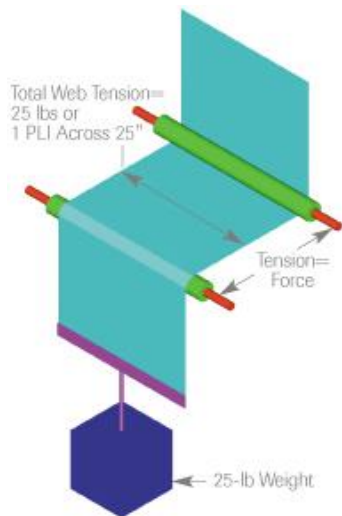


**Figura 2.** Esquema Básico de una Cortadora Rebobinadora

### 3. ANÁLISIS

La tensión, se define como la fuerza aplicada a una banda continua de material, en la dirección de la máquina. La tensión, se mide comúnmente en PLI (Libras por pulgada lineal).

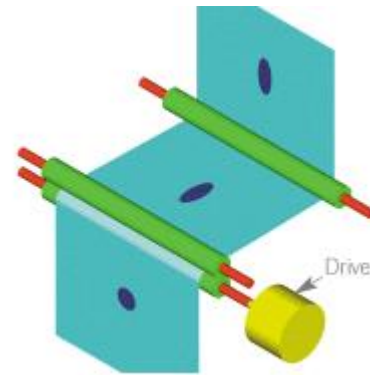
PLI = total de libras de tensión / ancho de banda en pulgadas



**Figura 3.** Tensión generada en el material según la posición respecto a los rodillos

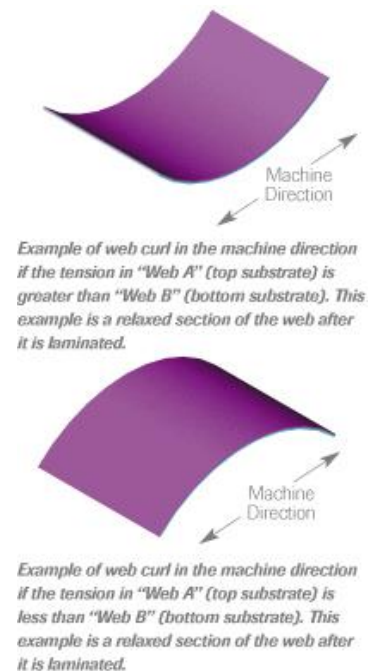
La tensión aplicada a un material, se puede entender como la tirantez del mismo, producida por un peso aplicado en su borde, es sumamente importante, aplicar la tensión correcta al material, ya que en procesos donde se desbobina y rebobina materiales, una tensión

equivocada puede provocar arrugas, mala alineación, Curling e incluso roturas del material.



**Figura 4.** Separación de tensiones en el material por medio de un rodillo pisor

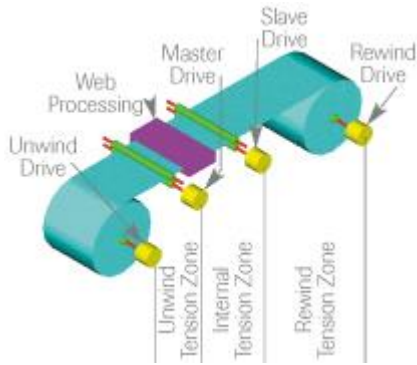
Muchas operaciones de conversión de material requieren un control preciso de tensión, ya que de esto depende, la producción de materiales acorde a los requerimientos del cliente.



**Figura 5.** Ejemplos de material con Curling por tensiones mal calibradas

Igualmente la mayoría de aplicaciones incluyen tres zonas de tensión a controlar:

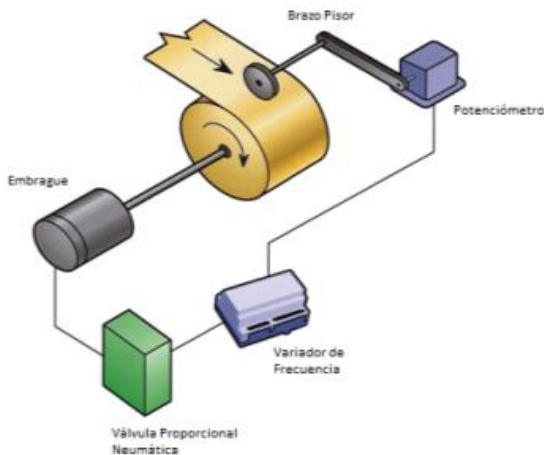
- Zona de Desbobinado
- Zona intermedia o de Proceso
- Zona de Rebobinado



**Figura 6.** Diferentes zonas de tensión presentes en la conversión de materiales flexibles

En la máquina, la tensión se controla en lazo abierto, tanto en el desbobinador como en los rebobinadores.

En el rebobinador tenemos un brazo pisor, que mediante un piñón, produce variación en un potenciómetro, que ubicado en uno de los rebobinadores, afecta directamente a unas válvulas neumáticas proporcionales, que actúan sobre un pistón, colocado en la base de cada uno de los rebobinadores, haciendo que los embragues colocados en estos ejes, giren a menor o mayor velocidad.

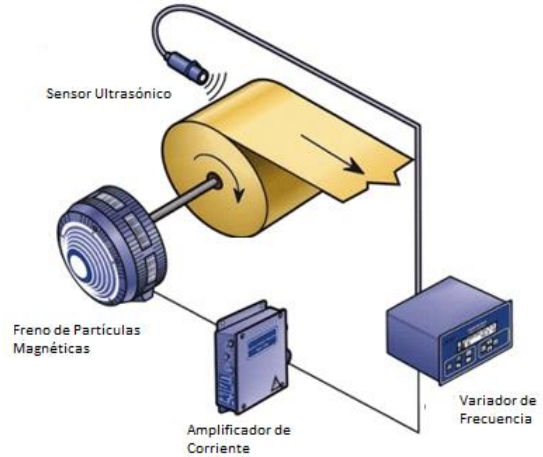


**Figura 7.** Control de tensión en rebobinador a lazo abierto

Para cada válvula proporcional, la máquina consta de un potenciómetro que marca el valor mínimo y máximo de aire, con que trabajarán los desbobinadores, teniendo en cuenta, que esto depende, exclusivamente de lo que el operador de máquina considere necesario.

En el desbobinador, se encuentra otro lazo abierto, donde se tiene el mismo principio, en este caso, existe un freno de partículas magnéticas, que es el que genera la tensión, conforme el motor de máquina, que produce el torque para mover el material; además, se tiene un

sensor ultrasónico, que se encarga de enviar la señal del diámetro de la bobina.



**Figura 8.** Control de tensión en desbobinador a lazo abierto

#### 4. INGENIERÍA

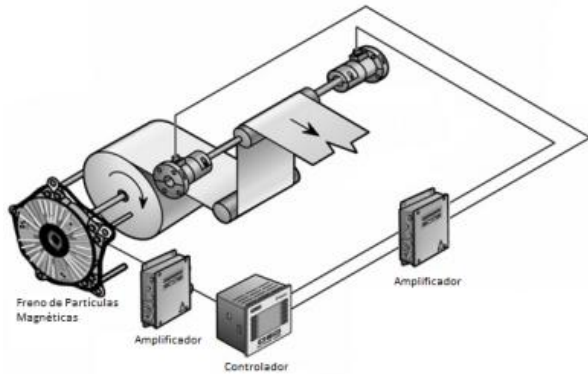
##### Tensión Aplicada al Desbobinador

En este caso, se tiene un lazo cerrado, conformado por las celdas de carga, el controlador y el freno de partículas, donde la tensión aplicada al material, depende del porcentaje de freno, colocado al mismo, que es medido por las celdas de carga y controlado por el PLC.

Así, se tiene que instalar las celdas de carga, en un eje ubicado cerca del desbobinador que permita obtener una medida de la tensión exacta y éstas mediante un amplificador, envían una señal de 0-10v al PLC, que según sea necesario, ésta será analógica de 0-10v, a un amplificador de corriente, que incrementa al nivel de trabajo del freno electromagnético y el voltaje depende de la señal enviada desde el PLC.

Se utilizará en este lazo de control, el freno de partículas magnéticas, para generar la tensión deseada en la máquina y no es necesaria alguna instalación extra.

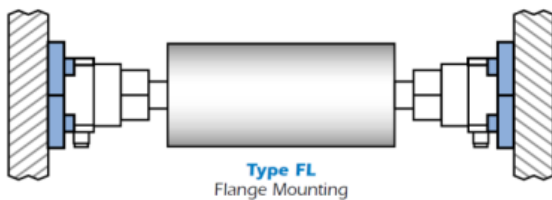
Este tipo de lazo de control, es más eficiente, que el original que brinda la ventaja de saber la tensión aplicada al material y que ésta varíe, según su necesidad.



**Figura 9.** Esquema de funcionamiento de control de tensión en el desbobinador implementado

### Tensión aplicada en Rebobinador

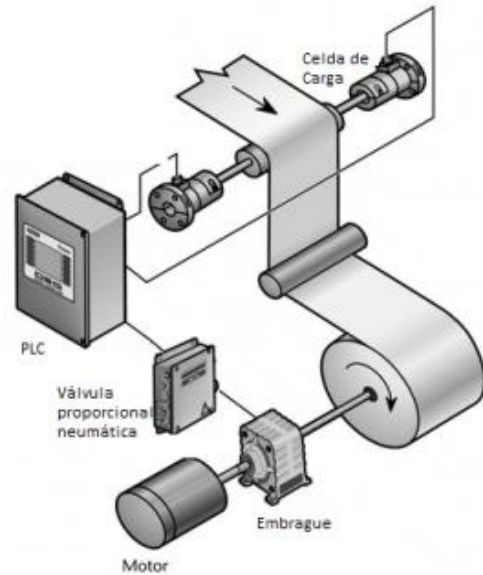
En la parte del rebobinador, la tensión está dada directamente por la presión axial, generada por las válvulas neumáticas proporcionales, que actúan sobre los embragues presentes en los ejes rebobinadores y que son los responsables de generar la tensión deseada, la cual se medirá con las celdas de carga.



**Figura 10.** Montaje tipo brida para celdas de carga

De esta manera, se mide constantemente la tensión que se aplicará a las bobinas mejorando la calidad de las misma y garantizando a los clientes un producto de mejor calidad.

Las celdas de carga entregan un valor en mV por lo que, se utilizan amplificadores para obtener una señal estándar de 0-10v, de igual manera el PLC envía una señal de 0-10v a los embragues neumáticos, mediante válvulas proporcionales neumáticas, obteniendo un lazo de control cerrado y más eficiente que el anterior.



**Figura 11.** Esquema de funcionamiento de control de tensión en rebobinador implementado

## 5. IMPLEMENTACIÓN

Para la instalación del tablero, primero se debe, ver la funcionalidad de los dispositivos, que van a ser instalados en el mismo; además, de la integración que queremos, con el tablero principal, según esto se escoge, que la posición más adecuada, es en la parte trasera de la máquina, utilizando señales que ya posee ésta, pero administrándola, mediante el controlador nuevo.



**Figura 12.** Nuevo diseño de tablero de control implementado



También, se debe tener en cuenta la comunicación que se va, a implementar entre los tableros, por lo que se debe tener rutas de intercambio entre los dispositivos que serán:

- Control
- Potencia
- Comunicación

De esta manera para el control, se utiliza un cable múltiple de 18 hilos para entrelazar señales entre los mandos, variadores, relés de seguridad, sensores y actuadores y el PLC.

También se utiliza un cable Ethernet para comunicar el PLC con el HMI, y un cable PROFIBUS para la red, entre el PLC y los variadores de frecuencia.

Para la parte de potencia, se necesita alimentar los equipos del tablero, como son el PLC, el variador del alineador, los amplificadores de las celdas de carga y una fuente de 24v para alimentar a los dispositivos.



**Figura 13.** Controlador BST obsoleto

La potencia a implementar, no representa mayor cambio o exigencia, en cuanto a la capacidad de los dispositivos de protección predeterminados, que posee la máquina, es por eso que, se debe cambiar, solo las protecciones que estaban destinadas para el alineador de la máquina, en este caso, el motor a utilizar, junto

con los equipos, ubicados en el nuevo tablero, que serán alimentados, mediante esta ramificación, lo que, permitirá usar, de manera eficiente, el espacio original en el tablero de la máquina.



**Figura 14.** Montaje y pruebas del tablero de control

Para la instalación del alineador, es necesario la instalación de mandos para el manejo del mismo, por lo que será pertinente la instalación de un nuevo tablero de control, pero en el tablero de mandos posterior de la máquina se observa que se puede usar el espacio que no se utiliza, e implementar estos mandos, permitiendo optimizar los dispositivos, con esta instalación, se beneficia a los operadores de las máquinas, ya que los cambios realizados, no representan mayor variación en su rutina de trabajo.



**Figura 15.** Tablero de control posterior

## 6. PRUEBAS Y RESULTADOS

Acoplado los subsistemas, instalados con los ya existentes en la máquina, se tiene una mejora sustancial en la producción y calidad del producto terminado, tanto en eficacia de alineado de la bobina, cantidad solicitada por el cliente y tensión de rebobinado, evitando defectos como Curling o conos colapsados.

El sistema, ha mejorado la manera de trabajar de los operadores, ya que facilita el manejo por producción de las bobinas y permite detectar fallos antes de que afecten el producto terminado.

**Producto:** Lay's Artesanas Naturales 250g.

**Tipo de bobinado:** 2

**Ancho de material:**  $520 \pm 2$  mm

**Diámetro:** 285

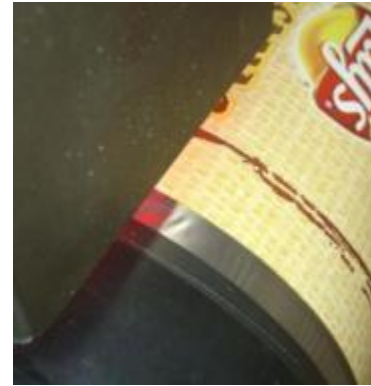
**Número de bloques:** 2

En la Bobina madre cargada en el desbobinador lista para ser cortada se observa la bobina, colocada en el desbobinador, para ser procesada en la máquina. En este material se obtiene 2 bloques pequeños, además, de cortar los filos del mismo, precisando las especificaciones del cliente.



**Figura 16.** Bobina madre cargada en el desbobinador lista para ser cortada

Según el material, el operador debe seleccionar la mejor opción, para garantizar la alineación del producto final, en este caso, se escoge el borde de la impresión.



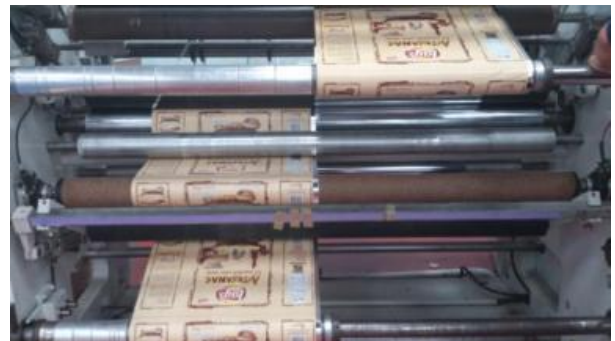
**Figura 17.** Selección de borde de impresión en material

Selección del tipo de producción, en este caso, según el pedido, se realizará por diámetro.



**Figura 18.** Selección de tipo de producción por parte del operador

Se obtienen dos bloques iguales, cumpliendo con el requerimiento de producción, además, debido a la recalibración de la máquina y a la selección de valores en el HMI, se puede garantizar el desempeño de ésta, durante toda la producción.



**Figura 19.** Comienzo del proceso de corte



Figura 20. Producto final obtenido después del proceso

## 7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### Conclusiones

- El empleo de un controlador central en este tipo de procesos, permite vigilar y supervisar cada aspecto importante en su funcionamiento.
- Es posible utilizar motores trifásicos AC y tener un control de posición exacto, siempre y cuando, se tenga un controlador y una programación apropiada para el tipo de revisión que se necesite.
- La utilización de celdas de carga, para la medición de tensión en el material, beneficia considerablemente, la manera en cómo se produce este tipo de materiales, ya que así se puede garantizar la calidad del producto, tanto para la empresa que lo fabrica, como para la empresa que lo va a adquirir.

### Recomendaciones

- Para implementar un proyecto de este tipo, se debe realizar una investigación, acerca de todo el proceso y todas las variables a intervenir, esto permite dimensionar los problemas o dificultades que se pueden tener.
- Se debería hacer más investigación, acerca del desarrollo en este tipo de procesos, ya que esto repercute, directamente en la forma de solucionar problemas y libera a las empresas de tener sistemas propietarios.
- Al momento de utilizar entradas analógicas, es recomendable la usar filtros por software, para evitar variaciones producidas por las líneas de alimentación, además de filtros de muestreo, para mantener valores sostenibles, sin que estos tengan variaciones bruscas.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

- [1] D. Liarte, «xatakafoto,» 15 05 2012. [En línea]. Available: <http://www.xatakafoto.com/camaras/sensores-con-tecnologia-ccd-vs-cmos>.
- [2] Maxcess, «Fife,» 11 05 2012. [En línea]. Available: <http://fife.maxcessintl.com/es/guiado-de-banda/procesadores>.
- [3] NATIONAL INSTRUMENTS, «<http://www.ni.com/white-paper/7138/es>,» 10 10 2012. [En línea]. Available: <http://www.ni.com/white-paper/7138/es>.
- [4] Escobar, Em, «[www.ing.uc.edu.ve](http://www.ing.uc.edu.ve),» 15 12 2012. [En línea]. Available: [http://www.ing.uc.edu.ve/~emescobar/automat\\_I/contenido\\_menu/Unidad\\_III/Contenido/pagina8/pagina8.htm](http://www.ing.uc.edu.ve/~emescobar/automat_I/contenido_menu/Unidad_III/Contenido/pagina8/pagina8.htm).
- [5] BST International, "www.bst-international.com," 02 06 2012. [Online].

Available: <http://www.bst-international.com/entrance/products/web-guiding/guiding-devices/controlled-unwinding-rewinding.html>.

[online.com/mag/2889-paper-web-tension](http://www.bst-international.com/mag/2889-paper-web-tension).

[6] Grupo I.F.I, S.L,  
«[www.ifimoto.com](http://www.ifimoto.com),» 06 06 2012. [En línea]. Available:  
[http://www.ifimoto.com/Spanish/Variadores/CF\\_Menu.htm](http://www.ifimoto.com/Spanish/Variadores/CF_Menu.htm).

[7] Departamento de Tecnología  
Electrónica Universidad de Vigo,  
«[www.dte.uvigo.es](http://www.dte.uvigo.es),» 12 07 2012. [En línea]. Available:  
<http://www.dte.uvigo.es/recursos/inductivos/INDUCTIVOS/Frames.htm>.

[8] Rockwell Automation,  
«[www.ab.com](http://www.ab.com),» 08 07 2012. [En línea].  
Available:  
<http://www.ab.com/es/epub/catalogs/3377539/5866177/3378076/7131359/print.html>.

[9] J. Damour, «[www.pffc-online.com](http://www.pffc-online.com),» 08 07 2012. [En línea].  
Available: <http://www.pffc-online.com>.