

**PROCESO DE REFORMA Y FUNCIONAMIENTO DE LA MAQUINA SLITTER
BHS EN LA EMPRESA DE PAPELES Y CARTONES PAPELSA S.A**

**KEVIN YESID PALACIOS RIVERO
DAVID HUMBERTO HERRERA ARCE
WILBER ALEXANDER GAVIRIA HENAO**

**INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO
FACULTAD DE INGENIERIA
TECNOLOGÍA MECATRÓNICA
MEDELLIN
2012**

**PROCESO DE REFORMA Y FUNCIONAMIENTO DE LA MAQUINA SLITTER
BHS EN LA EMPRESA DE PAPELES Y CARTONES PAPELSA S.A**

**DAVID HUMBERTO HERRERA ARCE
WILBER ALEXANDER GAVIRIA HENAO
KEVIN YESID PALACIOS RIVERO**

**Trabajo de grado como requisito para optar al título de
TECNOLOGO MECATRONICO**

**Asesor
MAURICIO VELASQUEZ**

**INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO
FACULTAD DE INGENIERIA
TECNOLOGÍA MECATRONICA
MEDELLIN
2012**

DEDICATORIA

Este trabajo de tesis de grado está dedicado a DIOS, por estar con nosotros en cada paso que damos, igualmente por fortalecer nuestros corazones e iluminar nuestras mentes, por darnos la vida a través de nuestros queridos padres, quienes con mucho cariño, amor y ejemplo han hecho de nosotros, unas personas con principios y valores, que nos van a ayudar a desenvolvernos de una mejor forma tanto en nuestra vida personal como profesional.

AGRADECIMIENTOS

Nos complace de sobre manera a través de este trabajo exteriorizar nuestro sincero agradecimiento a la empresa de papeles y cartones PAPELSA S.A por abrirnos las puertas y permitirnos aportar nuestras ideas a este proyecto.

A los tecnólogos electrónicos Sergio Restrepo y John Fernando Restrepo por acompañarnos en todo este proceso de aprendizaje.

No podemos dejar a un lado los aportes que nos brindó la INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO por medio de sus docentes, nuestro asesor de grados Mauricio Velásquez por darnos los últimos aportes en este proceso.

CONTENIDO

	PAG
INTRODUCCION	
1. DESCRIPCION DEL PROBLEMA	16
2. JUSTIFICACION	17
3. OBJETIVOS	18
3.1 OBJETIVO GENERAL	
3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS	
4. REFERENTES TEORICOS	19
4.1 HISTORIA DEL PAPEL	
4.2 PAPELES Y CARONES PAPELSA S.A.	21
4.2.1 Reseña histórica	
4.2.2 Breve descripción del proceso en planta molino	
4.2.3 Breve descripción de la planta corrugadora	24
4.3 CARTON CORRUGADO	26
4.3.1 Bobinas de papel	
4.3.2 Cartón corrugado	27
4.3.3 Consistencia y resistencia	28
4.3.4 Proceso de fabricación de la plancha de cartón corrugado	
4.3.5 Proceso de terminación de la plancha	
4.3.6 Reciclado	29
4.3.7 Cartón corrugado e industria	
4.3.8 Una caja para cada mercado	

4.3.9 Durabilidad, logística y estética	30
4.4 HISTORIA SIMON	31
4.4.1 Slitter Simon	33
4.5 HISTORI BHS	36
4.5.1 Hitos en el camino	37
4.6 SLITTER BHS	39
4.7 ¿QUE ES UN AUTÓMATA PROGRAMABLE?	40
4.7.1 Campos de aplicación	
4.7.2 Aplicaciones generales	41
4.7.3 Ventajas e inconvenientes de los Plc	
4.7.4 Inconvenientes	42
4.8 SENSOR	42
4.9 EQUIPOS A UTILIZAR EN LA SLITTER BHS	43
4.9.1 Plc Allen Bradley	44
4.9.2 Plc point I/O	
4.9.3 Servomotores Baumuller ds 45 – 100	45
4.9.4 Sensores Home	46
4.9.5 Afilado automático de cuchillas	
4.9.6 Control electroneumático de afilado de cuchillas	47
4.9.7 Switche Moxa	
4.10 OTROS COMPONENTES DE LA MAQUINA	48
4.10.1 Drivers Baumuller	

4.10.2 Cuchillas	49
4.10.3 Scores	
4.10.4 Ventajas de la Slitter bhs	50
5. METODOLOGIA	51
6. DESARROLLO DEL TRABAJO	52
6.1 UBICACIÓN DE SCORES Y CUCHILLAS	53
6.2 FUNCION PRINCIPAL DE LA SLITTER BHS	
6.3 PRESUPUESTO	55
6.3.1 Rubro equipos	
6.3.2 Justificación de los equipos	
6.4 CUADRO DE COMPARACION	56
6.5 PRUEBAS DE ENSAYO – ERROR	58
6.5.1 Seguridad del personal	
6.5.2 Verificación de las partes mecánicas, eléctricas y/o electrónicas	59
6.5.3 Energizado de la máquina	60
7. CONCLUSIONES	55
8. RECOMENDACIONES	56
BIBLIOGRAFIA	
ANEXOS	

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Rollos o bobinas de papel	23
Figura 2. Proceso de obtención de papel	23
Figura 3. Proceso del corrugador	25
Figura 4. Proceso de reciclado del cartón	31
Figura 5. Slitter Simon	33
Figura 6. PLC Kinetix 6000	34
Figura 7. Servomotor	34
Figura 8. Robot ubicador de score y cuchillas	35
Figura 9. Eje de score	35
Figura 10. Eje de cuchillas	36
Figura 11. Slitter BHS	39
Figura 12. Eje de score	39
Figura 13. PLC Allen Bradley	44
Figura 14. Point I/O	45
Figura 15. Servomotor Baumuller	45
Figura 16. Sensor Home	46

Figura 17. Sistema afilado de cuchillas	47
Figura 18. Control electroneumático	47
Figura 19. Switche Moxa	48
Figura 20. Driver Baumuller	48
Figura 21. Eje de cuchillas	49
Figura 22. Eje de score	49
Figura 23. Ubicación de scores y cuchillas	53
Figura 24. Diagrama de flujo	54
Figura 25. Seguridad de la slitter	58
Figura 26. Partes mecánicas y eléctricas	59
Figura 27. Partes electrónicas	59

LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Rubro Equipos	49
Tabla 2. Cuadro de comparación	51

LISTA DE ANEXOS

	pág.
ANEXO A Modulo de control 1	58
ANEXO B Modulo de control 2	58
ANEXO C Modulo de control 3	59
ANEXO D Modulo de potencia	59
ANEXO E Sensores Home	60
ANEXO F Servomotores	60
ANEXO G Slitter BHS	61

GLOSARIO

Slitter: Cortadora.

Score: Disco encargado de hacer hendidos en el cartón.

Hendido: Grieta más o menos profunda en una superficie plana.

Corrugado: Risos u ondulaciones que se le hace a una superficie plana.

Conmutar: Cambiar de estado, es decir, pasar de una posición a otra.

RESUMEN

El propósito principal de este trabajo es el de realizar la reforma a la máquina cortadora Slitter BHS en la empresa de papeles y cartones Papelsa s.a, dando a conocer así detalles sobre la necesidad de este proyecto, equipos a utilizar en la máquina y resultados obtenidos en la puesta en marcha de la máquina.

Se conocerá un poco acerca de la historia de la empresa de papeles y cartones Papelsa s.a. explicando un poco acerca de los procesos de fabricación del papel en la planta molino, continuando con la explicación de los procesos en la planta corrugadora, las máquinas que se utilizan para la elaboración final del cartón, enfocándose un poco más en esta planta, porque aquí es donde se encuentra la máquina Slitter Simon, que es la encargada de hacer hendidos y cortes al cartón, la cual será reemplazada por una máquina que cumpla con la misma parte del proceso, conocida como Slitter BHS, a la cual se le hará la reforma, con el fin de buscar mejoramientos en la parte de mantenimiento y velocidades de producción.

En resumen este proyecto se trata de la reforma de una máquina cortadora de cartón corrugado llamada Slitter BHS, la cual fue comprada de segunda con un deterioro en su estructura, que se le harán las respectivas reformas y modificaciones para suplir las necesidades que deja la actualmente máquina funcionando Slitter Simon, las cuales cumplen la misma función, pero buscando un objetivo que es el de mejorar los niveles de producción de la planta corrugadora.

INTRODUCCIÓN

La competitividad industrial es una medida de la capacidad inmediata y futura del sector industrial para diseñar, producir y vender bienes cuyos atributos logren formar un paquete más atractivo que el de productos similares ofrecidos por los competidores, donde el objetivo final es el cliente. Es por esto que Papelsa s.a busca ser cada vez mejor en la parte de niveles de producción, mejoramiento de la calidad y los más importante tiempos de entrega al cliente, para buscar la satisfacción del mismo.

PAPELSA es una empresa que lleva 30 años en el mercado nacional, la cual está dedicada a la producción, comercialización y distribución de papel, láminas y cajas de cartón corrugado.

Cuenta con dos plantas de producción, una encargada de la producción de papel llamada planta molino y la otra está encargada de la fabricación de láminas y cartón corrugado, conocida como planta corrugador.

La planta corrugadora en su infraestructura cuenta con tres máquinas flexo impresoras donde se hace la imprenta y el producto final terminado, una maquina troqueladora para las cajas con más complejidad de cortes, contiene su propio centro de reciclaje para que la materia prima sea utilizada completamente, también cuenta con dos cabezotes B y C respectivamente, las cuales están encargadas de hacer las flautas o también conocidas como corrugado y a su vez hacer el proceso de engomado, este proceso de engomado pasa por un tren de secado el cual es alimentado por una caldera de vapor, hasta que llega a la Slitter Simon que es la parte del proceso donde se enfocará el proyecto.

La Slitter Simon es una máquina que cumple un papel importante en el proceso, porque es la encargada de hacer cortes a cada lado del cartón con unas cuchillas y también de hacer los hendidos con unos scores que es la parte donde el cartón se dobla.

La empresa Papelsa s.a centra su desarrollo constante en una palabra que es muy utilizada en Japón, "KAISEN" que significa mejoramiento continuo, es entonces que esta empresa día tras día procura ser cada vez más con el mejoramiento de su maquinaria, una de ellas es la Slitter Simon, en la cual se centra este proyecto, donde se le hará una reforma buscando una mayor eficacia en la producción, por ende reducir tiempos de entrega al cliente.

Actualmente en la empresa Papelsa s.a existe una maquina funcionando llamada Slitter Simon, que es encargada de hacer los hendidos y cortar láminas, la cual en su proceso es un poco lenta, dando una producción de 100 a 120 metros/minuto, fuera de esto el mantenimiento debe de ser constante, ya que las cuchillas se desgastan por su continuo uso, esto genera paradas obligatorias y pérdidas de tiempo de producción.

Por lo anterior es que se reformará una máquina de diferente marca llamada Slitter BHS, que haga el mismo proceso, pero que de mejores resultados tanto en la parte de producción, como de mantenimiento.

1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

La empresa Papelsa S.A cuenta con dos plantas de producción para la elaboración final de cartón corrugado, una de esas plantas llamada corrugador utiliza el papel que es enviada en rollos desde la planta molino para fabricar el cartón.

El papel pasa por un proceso de corrugado y engomado donde generalmente se utilizan tres rollos de papel para hacer una capa más fina, la cual pasa por la maquina SLITTER SIMON que es encargada de hacer los hendidos y cortar láminas con las medidas deseadas.

Esta máquina actualmente funcionando es un poco lenta por lo que solo cuenta con un motor para mover todo un eje de scores y otro para cuchillas, estos ejes cada uno tienen un robot para posicionar los scores y las cuchillas, entonces este posicionamiento es un poco lento por la cantidad de scores y cuchillas que tienen que posicionar respectivamente, además a esto también se le agrega el desgaste diario que tienen las cuchillas por el corte continuo de las láminas, entonces se le debe dedicar mucho tiempo de mantenimiento para mantenerla a punto, lo cual genera pérdida de tiempo que se convierte en atrasos para el cliente y pérdida de dinero para la empresa.

2. JUSTIFICACION

Se ve la necesidad de cambiar la maquina Slitter Simon, por la actualizada y mejorada Slitter BHS, que a la final desempeñan la misma labor, pero el funcionamiento se va a ver reflejado en el mejoramiento del proceso, ya que la Slitter Simon tiene una velocidad promedio de producción de 100 a 102 metros/minuto de láminas de cartón, mientras que las Slitter BHS su promedio de velocidad va a oscilar un promedio entre 150 a 180 metros/minuto láminas aproximadamente. Esto para la empresa Papelsa s.a es un beneficio tanto económico, como en la reducción de tiempos de entrega para el cliente, lo cual se traduce en la mejora de la competitividad a nivel industrial., A parte de esto, el mantenimiento en la Slitter Simon es constante ya que las cuchillas que cortan el cartón se desgastan por su permanente uso, entonces se tiene que realizar paradas obligatorias para poderles hacerles mantenimiento, lo cual también genera pérdidas de tiempo de producción, mientras que la Slitter BHS va a contar con un sistema automático de afilado de cuchillas.

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Reforma de la máquina Slitter BHS para el beneficio de la empresa de papeles y cartones Papelsa s.a en el mejoramiento de sus procesos.

3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

Identificar y conocer con profundidad cada uno de los equipos que se utilizarán en la máquina a la cual se le hará la reforma.

Seleccionar las mejores alternativas que cumplan con la mejor eficiencia en desempeño para ser implementadas en la máquina.

Implementar cada una de las alternativas seleccionadas que cumplan con las necesidades de la empresa para reducir el mantenimiento en la máquina y los tiempos de entrega al cliente.

Realizar pruebas de ensayo – error para verificar el buen funcionamiento de la máquina.

4. REFERENTES TEORICOS

4.1 HISTORIA DEL PAPEL

La historia del papel es larga y muy antigua. Como otras muchas invenciones, procede de la minería china. Según cuentan, la creación de este material se atribuye a Han Hsin, hombre que vivió entre los años 247 y 194 antes de la era cristiana. En un principio, su primera utilización pretendía ser un tejido para vestir. También se observó que podría emplearse para escribir, aunque se desestimó y se siguió con las tiras de bambú, madera o huesos para este menester.

Fueron pasando los años y en la etapa de la dinastía Han, el emperador Hai, encargó a su ministro Tsai Lun la búsqueda de nuevos materiales para escribir. Esto sucedía entre el 250 y el 150 de la era cristiana.

Acordándose del anterior precedente, experimentó con la hilatura proveniente de la seda y se obtuvo una hoja resistente y flexible que permitía la escritura. Otra materia que demostró servir para este fin, fue la ropa vieja. Ya por aquella época, existía un avanzado concepto de aprovechamiento de materias residuales.

Pero no solo eran los chinos los que buscaban soportes que permitiesen transmitir su lenguaje escrito más antiguo y de procedencia vegetal era conocido en el antiguo Egipto, el papiro o papyrus. Hay constancia de su uso en el año 3.000 a.c.

Más adelante los egipcios aprovecharon las pieles curtidas de cabras y ovejas que denominaron pergamino. Al menos desde el reinado de Fumenes II del 238 al 197 a.c.

Otros pueblos se servían de tablillas de materiales arcillosas o similares para comunicarse entre ellos.

Durante mucho tiempo, permaneció en China el papel desconocido para el resto del mundo. Será con motivo de las guerras entre árabes y chinos, que tuvieron lugar en Turquestán oriental, corriendo el año 751, cuando los pueblos árabes se enteraron de su existencia.

Hoy sin lugar a dudas, el primer cliente del consumo forestal, es la industria papelera. La pasta de celulosa obtenida por sofisticados procedimientos, es luego convertido en papel y cartón de mil usos distintos. Variando en calidades y formatos. La cotidianidad de nuestra vida se ve rodeada por el papel. No sólo los libros, las revistas, los periódicos o cuadernos. Desde el humilde papel de uso doméstico, hasta el más sofisticado envoltorio. Incluso el dinero se emite en papel. Es un indicador de bienestar social el consumo de papel por habitante. Hay una relación entre aumento de papel y socialización de hábitos culturales. Conforme el saber se ha ido expandiendo, la utilidad del papel aumenta. Millones y millones de lectores lo exigen.

Debido a este reinado del papel, sin duda beneficioso, se debe cambiar la materia prima de una forma inmediata, por el reciclado de papel y cartón, cuyos beneficios ya se han expuesto al comienzo de este informe, si queremos no perder la masa forestal que por otro lado es imprescindible para todos los ecosistemas, incluso para la vida. (1)

4.2 PAPELES Y CARTONES PAPELSA S.A.

4.2.1 RESEÑA HISTÓRICA

El origen de Papelsa se remonta a la década de los 50s cuando se impulsó en Antioquia la actividad reforestadora para proteger sus cuenca hidrográficas, entre las empresas que promovieron esta industria se destacaron Cipreses de Colombia, e Industrias Forestales Doña María.

Estudios realizados tendientes a buscar uso de las maderas provenientes de estos cultivos, dieron como resultado la creación de una empresa productora de pulpa de papel. Es así, como en el año 1973 nace la Productora de Celulosa S.A. "PROCECOLSA", ubicada en el municipio de Barbosa, Antioquia.

En 1978 la empresa integra verticalmente el proceso e inicia los montajes de Planta Papelera y Planta de Corrugado destinadas a la producción de papel liner, kraft, corrugado medio, Papel para tubos, papel para sacos, láminas y cajas de cartón corrugado. Con la puesta en marcha de estas dos plantas nace en 1981 Papeles y Cartones S.A. "PAPELSA".

En 1995, PAPELSA, buscando ampliar su capacidad en Bogotá compra una Planta de Corrugados orientada a brindar una atención más oportuna a los clientes de esa zona.

En 1997 la empresa implementa su sistema de Gestión de Calidad y obtiene el Sello ICONTEC de conformidad con la NTC 452 para cajas de cartón corrugado, pared sencilla y NTC 1202 para cajas de cartón corrugado pared doble.

A finales del 2001, PAPELSA registra uno de sus mayores logros con la Certificación de Gestión de Calidad bajo la norma ISO 9001 versión 2000, para las Plantas de Cartón Corrugado de Barbosa y Bogotá.

Cuenta con dos plantas de producción, una para la producción de papel conocida como molino y la otra para la producción de cartón corrugado.

Es así como hoy PAPELSA es una empresa preparada para atender el mercado de empaques a escala nacional e internacional, con productos de calidad certificada y a unos precios competitivos.

4.2.2 BREVE DESCRIPCION DEL PROCESO EN PLANTA MOLINO

Las pacas de cartón reciclado entran a una especie de licuadora llamada pulper, para ser molido y convertirlo en pasta, después esta pasta pasa al área de pilas de pasta donde se consigue la consistencia y temperatura deseada para que la pasta pueda ser procesada en la siguiente fase, aquí mismo se hace un proceso llamado cleaners (en español limpieza), donde hay unos filtros que separan los sólidos de la pasta, tales como vidrios, piedras, plásticos, entre otros.

La pasta se bombea desde los cleaner hasta la mesa de formación, en esta parte ya se forma el papel y se le quita un porcentaje de agua al papel, por medio de unas boquillas de succión, después pasa por un largo tren de secado que consiste en 40 rodillos que en su interior contienen vapor de agua proveniente de una caldera, para terminar con el otro porcentaje existente de humedad en el papel.

Por último el papel se envuelve en rollos con un peso aproximado de 2 toneladas aproximadamente, se corta el largo del papel con una medida específicas para el siguiente proceso en la otro planta de corrugado.



Figura 1. Rollos o bobinas de papel

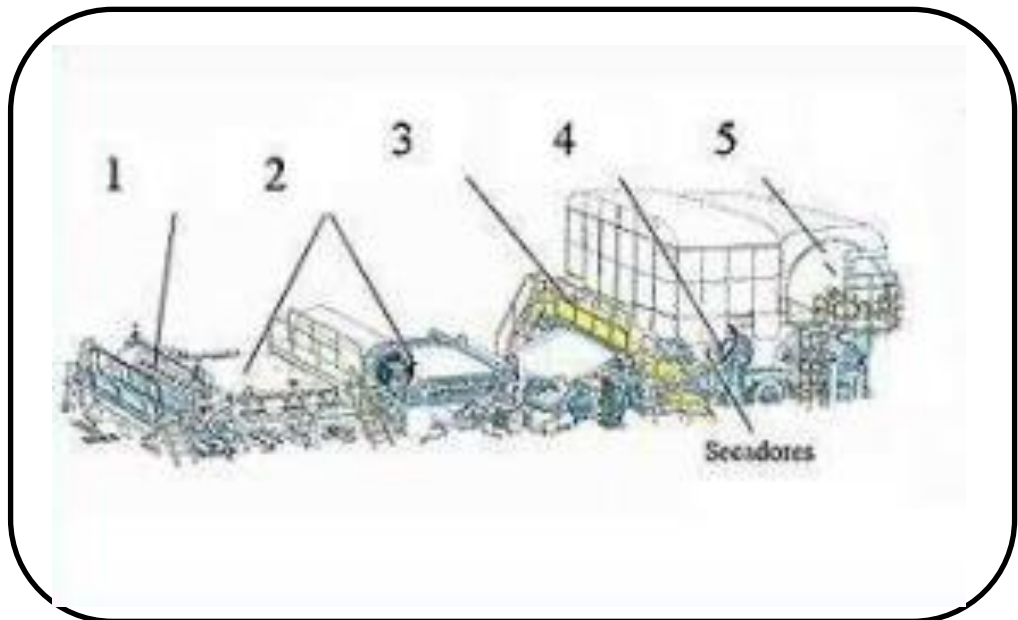


Figura 2. Proceso de obtención del papel

1. Entrada de la pasta acuosa que contiene las fibras y caen sobre la tela para formar los enlaces.
2. Tela en la que se desplaza la pasta acuosa y el exceso de agua cae por efectos de la gravedad.
3. Prensa secadoras donde la hoja de papel pasa por prensas que por presión y succión eliminan parte del agua.
4. Cilindros Secadores en esta parte la hoja de papel húmedo pasa por distintos grupos de cilindros secadores que por transferencia de calor se produce el secado y evaporación de líquido impreso en el papel.
5. Rebobinadora. El papel es enrollado para luego ser cortado con las medidas requeridas.

4.2.3 BREVE DESCRIPCION DE LA PLANTA CORRUGADORA

Una vez los rollos ya producidos por la planta molino, llegan a la planta corrugadora donde pasan por una serie de procesos para hacer un producto final el cual es el cartón corrugado.

Las cajas de cartón se fabrican en una amplia variedad de tamaños, formas y colores., la mayoría tiene tres componentes estructurales básicos, una hoja de papel ondeada conocida como flauta, aprisionado entre dos hojas de papel, juntos forman lo que se conoce como cartón corrugado.

La producción se inicia con un enorme rollo de papel con un peso aproximado de dos toneladas, el ancho del papel varía dependiendo del tamaño de las cajas que se vayan a hacer, el rollo de papel es ubicada en un montarrollo, esta alimenta una máquina corrugadora, la maquina aprisiona el papel entre dos rodillos con formas ondeadas para darle forma a la flauta, otro rodillo aplica goma a un lado de la flauta, después la máquina adhiere una de las hojas seguida de la otra, hasta esta parte se forma una capa fina de cartón. Hay ocasiones donde es necesario dos o más flautas, esto con el fin de darle más resistencia al cartón.

El siguiente paso del proceso es lo que se conoce como tren de secado, por donde el papel pasa y se le inyecta vapor de agua alimentada desde una caldera, con el fin de quitarle la humedad que deja el proceso de engomado, después esta lámina pasa por la máquina cortadora Slitter, donde se hacen los hendidos, que es la parte de quiebre del cartón y por supuesto el corte de las láminas, nueve a la vez, esto dependiendo del pedido que se esté realizando, ya que en algunos pedidos el cartón tiene dimensiones más grandes. La última función de la corrugadora es apilar las láminas de cartón en estibas para su siguiente proceso.

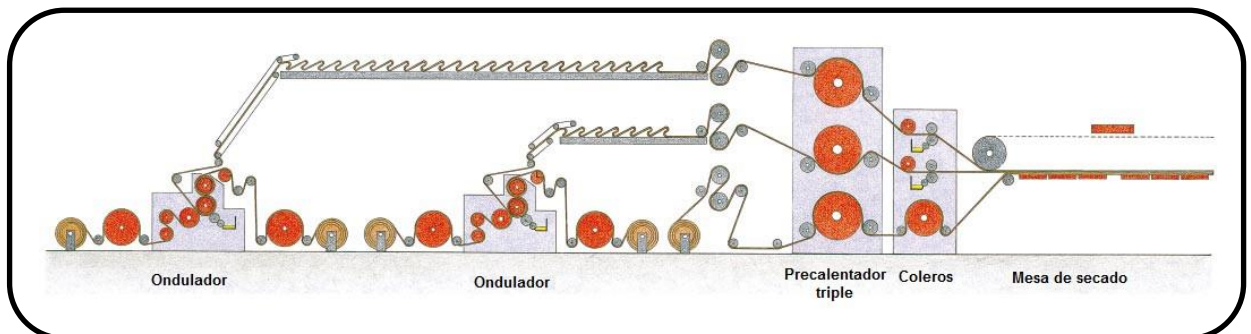


Figura 3. Proceso del corrugador

Para los siguientes procesos Papelsa s.a cuenta con diferentes tipos de maquinaria, según los pedidos que se deban hacer. Cuenta con tres máquina flexo impresoras, flexo 1,2,3 las cuales se les asignan diferentes pedidos según el tamaño del cartón. La función de estas máquinas flexo impresoras es el de imprimir las imágenes solicitadas por el cliente, y además de esto troquelar el cartón, es decir, cortar el cartón para hacerles las tapas.

También cuenta con una máquina troqueladora llamada Curioni, el cual su función es el troquelar o cortar cartones, los cuales hay que hacerles varios cortes.

En todos los procesos de las tres máquinas flexo impresoras y la troqueladora, se aprovecha toda la materia prima, es decir, no hay desperdicio de las sobras de cartón, ya que cuenta con una banda transportadora que envía todo este material reciclado a una máquina embaladora de papel, donde se tritura y se apilan y amarran para ser reutilizadas en la planta molino.

4.3 CARTÓN CORRUGADO

4.3.1 Bobinas de papel

La celulosa, principal componente del papel se obtiene de tres fuentes: la madera (fibra virgen), del papel reciclado y de fibras vegetales (por ejemplo, la paja de cereales). La diversa combinación de estas variables configura distintos tipos de papeles, con los cuales se fabricará el cartón corrugado.

4.3.2 Cartón corrugado

El cartón corrugado, también conocido como cartón ondulado, es una de las principales materias primas para la fabricación de cajas, envases y embalajes, interviniendo en la mayoría de las cadenas de producción y distribución a nivel mundial.

En su formato básico, el cartón corrugado está compuesto por una primera capa de papel liso, una segunda capa de papel ondulado y una tercera de carácter también liso.

Esta composición estándar tricapa puede variar en sus características físicas de acuerdo a los tipos de papeles utilizados. La estructura descrita brinda a su composición una importante resistencia mecánica, constituyéndose en uno de los principales insumos en las cadenas productivas y comerciales de todos los países. Además de su forma simple tricapa, el cartón corrugado posee otras tres presentaciones:

Cartón corrugado Doble-doble: A la plancha tricapa se le agrega una segunda onda interna.

.Cartón corrugado simple cara: una onda y un papel liso.

Cartón corrugado triplex o doble-triple: tres ondas y siete papeles.

4.3.3 Consistencia y resistencia

La consistencia del cartón corrugado está dada por dos factores: el gramaje de los papeles y la altura de la onda. Estos dos factores determinan la consistencia ECT y la resistencia a la compresión vertical BCT.

El factor que determina la resistencia al peso por estiba o apilado, es la resistencia a la compresión BCT. Es esta última variable el principal elemento que debe tener cuenta el consumidor a la hora de solicitar su caja o envase.

La maquinaria que fabrica el cartón corrugado ha tenido una importante evolución a lo largo de las décadas, pero en esencia el proceso elemental se mantiene incólume. El proceso puede dividirse en dos grandes etapas: proceso de fabricación de la plancha de cartón corrugado y proceso de conversión de la plancha en cajas o envases.

4.3.4 Proceso de fabricación de la plancha de cartón corrugado.

El proceso consiste en el acoplado de las capas de papel necesarias y la ondulación de las capas centrales. La máquina a tal efecto, se denomina corrugadora. Estas máquinas se componen de varios cuerpos, entre los cuales, el principal se denomina cabezal corrugador.

4.3.5 Proceso de terminación de la plancha.

Una vez producida la plancha, la misma es transformada en el producto deseado, los más tradicionales son: caja de aletas o solapas, caja troquelada, parasol o estuche. Para cada uno de esos productos finales, se utilizan máquinas específicas para cada fin.

4.3.6 Reciclado.

El cartón corrugado es un producto reciclable, pudiendo volver a utilizarse. De esta forma, se convierte también en una materia prima secundaria. La recuperación del cartón corrugado permite integrarlo nuevamente al ciclo productivo, como fibra reciclada. En el caso de que el cartón corrugado no sea apto para el reciclaje, gracias a su biodegradabilidad puede ser utilizado para la producción de biocombustibles u otros materiales.

4.3.7 Cartón corrugado e Industria.

La OMS establece que en los países desarrollados, las pérdidas alimenticias debido a deficiencias en las cajas y embalajes es de menos del 3%. En cambio, en los países en vías de desarrollo, las pérdidas en alimentos son superiores al 45%. En la República Argentina, ese indicador nos habla de que la industria de las cajas y embalajes de cartón corrugado tiene mucho camino por desarrollarse todavía, en calidad, cantidad, investigación e innovaciones.

La industria del cartón corrugado aumenta a medida que se desarrolla el consumo a nivel nacional y mundial. Esto obliga a todos los operadores existentes en el mercado, a adaptarse continuamente a las demandas de cada sector. La clave del desarrollo radica en brindar a los clientes cajas, estuches y embalajes cada vez más eficientes, simples y estéticamente llamativos.

4.3.8 Una caja para cada mercado.

El fabricante o comercializador usa las cajas de cartón corrugado como protección, conservación, transportación y/o presentación de su producto.

En la caja confluyen así elementos químicos, mecánicos, técnicos y estéticos a fin de conjugar necesidades físicas reales y de marketing.

Los distribuidores necesitan que las cajas sean acordes a los productos que distribuyen. No es lo mismo distribuir manzanas, que frutillas, ni lácteos que electrodomésticos. Por lo tanto, cajas, envases y embalajes deben articularse de forma armónica con los requerimientos logísticos de cada cadena productiva.

4.3.9 Durabilidad, logística y estética.

Las cajas deben conjugar armoniosamente tres aspectos: durabilidad, logística y estética, con el objetivo de brindar al distribuidor todas las facilidades a la hora de la estiba y la gestión de las cargas mediante montacargas u otros medios. (2)

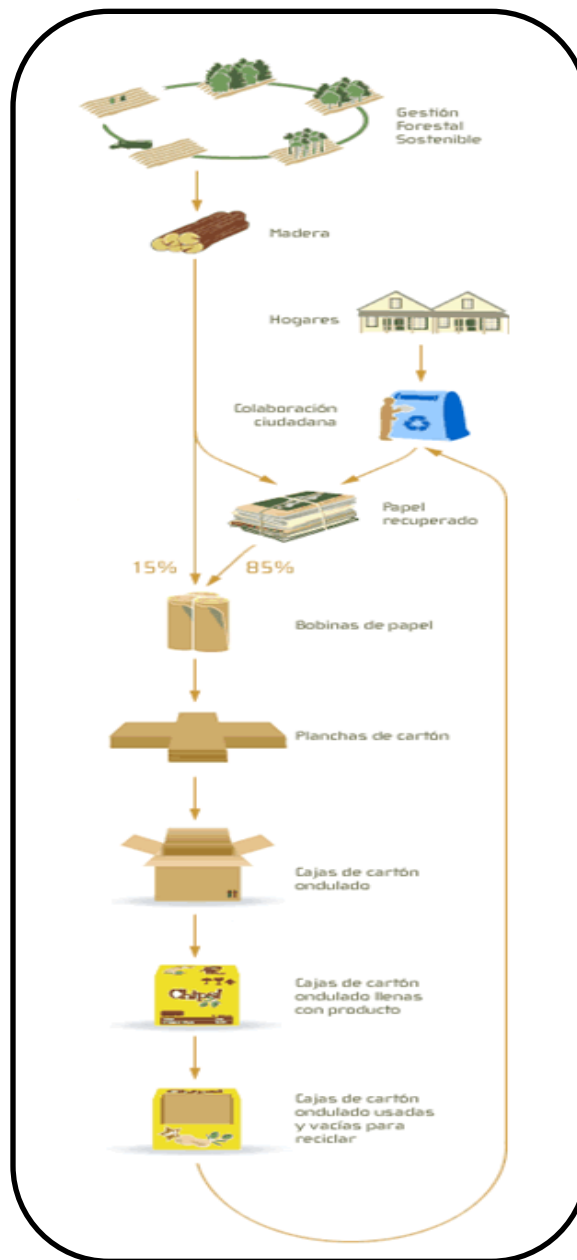


FIGURA 4. PROCESO DE RECICLADO DE CARTON

4.4 HISTORIA SIMON

Todo comenzó en 1878 cuando Henry Simon Henry Simon establecido Ltd, una compañía que se convertiría en una organización mundialmente famoso - el Grupo Simon Ingeniería.

Henry Simon nació en 1835 en Brieg, Alemania, en la provincia prusiana de Silesia. Estudió ingeniería en Zurich, se practica en Europa y llegó a Manchester, Inglaterra, en 1860.

En 1878, construyó su primer molino de harina rodillo (Henry Simon Ltd) y su primera planta de hornos de coque en 1881 (Simon Carves Ltd) y dedicó el resto de su vida al desarrollo de estas dos empresas industriales.

En la década de 1950, Simon Container Machinery Ltd fue establecida. Un acuerdo de licencia firmado con Koppers de Baltimore, EE.UU. y SIMON fabrican y venden máquinas de ondulación en el resto del mundo.

A principios de la década de 1960, SIMON compró 'REVCO', con sede en Agawam, Massachusetts, EE.UU.. La integración de esta compañía, llamado Simón Container Machinery Inc., establecida SIMON en América del Norte y sigue funcionando de esta planta en la actualidad.

Una vez finalizado el acuerdo con Koppers, SIMON siguió adelante con el desarrollo de su equipo acanalados, resultando en la corrugadora Serie 300.

SIMON también desarrolló su propia gama de Casemakers, incluyendo el renombrado GL35, GL50, 230, 350, 470 y serie Legend, muchos de los cuales todavía están obteniendo excelentes resultados en la actualidad.

En 1990, Simon lanzó el SHORTPRESS Heat Transfer System - un producto revolucionario que sustituyó a los tradicionales rollos de peso en Facers dobles, aumentando dramáticamente la velocidad de marcha y la mejora de la calidad del tablero.

Casi 600 instalaciones del SHORTPRESS aún se están ejecutando en todo el mundo el logro de ventajas excepcionales para sus clientes.

4.4.1 SLITTER SIMON

Actualmente en la empresa de Papeles y cartones Papelsa s.a hay dos máquinas slitter funcionando, 1 y 2 respectivamente, con el fin de hacer relevos en los pedidos, mientras una está funcionando, la otra se está posicionando.

La función principal de la máquina en la empresa es de hacerle los cortes (nueve a la vez dependiendo de los pedidos) al cartón formando láminas, a su vez también está encargada de hacer los hendidos, que es la parte donde el cartón se dobla.

Estas dos slitter Simon serán desmontadas con todas sus partes, también se incluye la parte de control de la máquina. Se trasladará a Papelsa Bogotá. En su posición se ubicará la máquina slitter bhs cumpliendo la misma función en el proceso, pero con mejores resultados tanto en la parte de velocidades de producción y tiempos de mantenimientos.



Figura 5. Slitter Simon

Esta máquina cuenta principalmente con:

PLC Kinetix 6000 el cual está encargado de controlar los servomotores que mueven los robots tanto de las cuchillas, como de los scores.



Figura 6. PLC Kinetix 6000

Hay dos servomotores en la máquina, uno mueve un robot para el posicionamiento de los scores y el otro para las cuchillas.

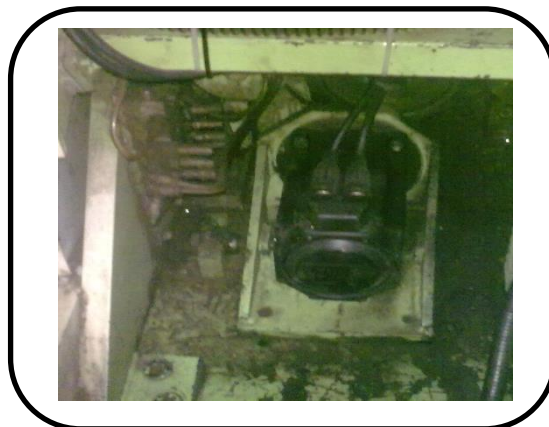


Figura 7. Servomotor

Este robot se mueve en un eje de forma horizontal, ubicando así los scores o las cuchillas, según las medidas establecidas por el operario.



Figura 8. Robot ubicador de score y cuchillas

Eje de scores los cuales su función es el de hacer Los hendidos a las láminas de cartón.



Figura 9. Eje de score

Eje de cuchillas que se encargan de cortar láminas con medidas específicas.

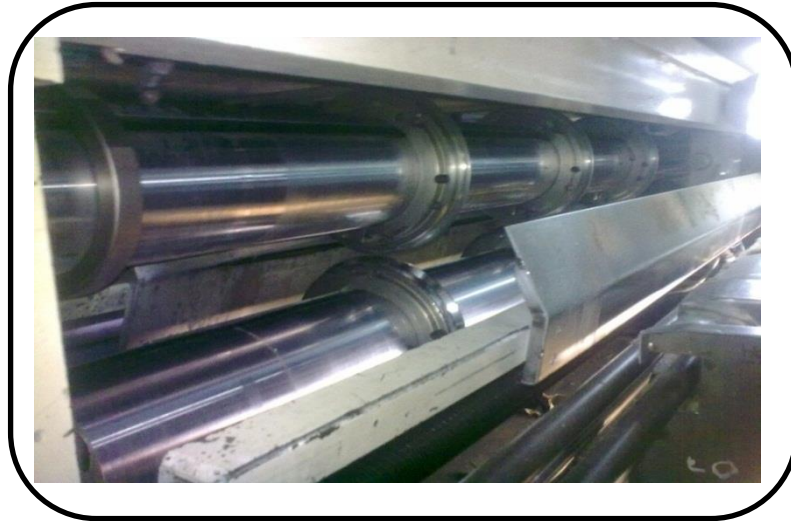


Figura 10. Eje de cuchillas

Hay dos máquinas Slitter Simon actualmente operando en la empresa, mientras una está funcionando, la otra se va posicionando para el siguiente pedido. Trabajan a una velocidad de producción que oscila entre 100 a 120 metros/minuto, dependiendo de los pedidos. Esto es una gran desventaja porque la empresa busca ser cada vez más competitivo en la industria, entonces los niveles de producción tienen que aumentar sin que se vea afectada la calidad del cartón fuera de ello mejorar los tiempos de entrega al cliente.

4.5 HISTORIA DE BHS

Los orígenes de BHS se remontan a un pasado muy lejano. Hace más de 280 años se fundó en Weiherhammer una planta siderúrgica y se comenzaron así a fundir artículos de hierro para la armería real de Viena.

En 1959 se tomó la decisión de desarrollar una máquina para la fabricación de cartón ondulado. Y sólo dos años después se enviaba la primera máquina a Lenggries.

Entretanto BHS se ha convertido en un “global player”. Estamos con nuestros empleados allí donde están nuestros clientes. En las 22 sedes y representaciones, más las 8 fábricas, repartidas todas por los 5 continentes trabajan más de 1500 personas para que nuestros productos sean aún mejores y nuestros clientes logren más éxitos, esto es algo que nos hemos propuesto. Entonces como hoy.

4.5.1 Hitos en el camino

1717

El duque Teodoro von Eustach ordenó en 1717 la construcción de una planta siderúrgica en Baviera. Weiherhammer nació cuando se establecieron las familias de los trabajadores. El primer producto de la nueva planta fue el fundido de munición para la armería real en Viena. Con el paso de los años, la empresa fue cambiando pasando a ser fábrica de construcción y, finalmente, fábrica de máquinas.

1960

Se inicia la construcción de máquinas para la fabricación de cartón ondulado. La primera planta onduladora se suministra en 1961 a la empresa Stahl en Fleck, cerca de Lenggries. Parte del gran éxito corresponde a Paul Engel, Edmund Bradatsch y Lothar Jobst.

1969

La proporción de onduladoras es entretanto del 80% de la producción total de máquinas. Las primeras plantas con una velocidad de producción de más de 150 m/min se envían a Hannover, Viena y Pretoria en Sudáfrica.

1993

Edmund Bradatsch y Paul Engel se hacen cargo de BHS. Aquí comienza un fuerte proceso de reestructuración con el fin de poder reaccionar más rápidamente a los cambios en la demanda del mercado.

1995

Se desarrolla el sistema de cambio de formato swing-change. Una velocidad de producción constante y una banda lateral sinfín aumentan la seguridad del proceso y la calidad y producción.

1997

BHS presenta la primera planta del mundo con una velocidad de producción de 400 m/min.

1999

BHS Corrugated gana en Niza el primer premio “FEFCO Award 1st. Prize” por la mejor innovación técnica en la recién desarrollada portabobinas. La entrada en el rodillo se realiza por primera vez de forma completamente automática y al más del doble de velocidad que en las máquinas existentes hasta la fecha.

2000

Con una facturación de más de 500 millones de antiguos marcos alemanes y más de 1200 empleados en todo el mundo, BHS Corrugated GmbH se ha convertido en el líder mundial de mercado para el sector de plantas onduladoras.

BHS Corrugated presenta la primera onduladora con un ancho de trabajo de 3,30 m y lleva con ello a la industria hacia una nueva era.

2004

BHS Corrugated inaugura la primera fábrica de producción en Croacia y China.

(3)

4.6 SLITTER BHS

La empresa Papelsa s.a ya viendo la necesidad de mejorar su rendimiento, decide comprar una máquina usada llamada Slitter BHS, buscando una mejor productividad. Esta máquina se va a intervenir instalándole equipos tanto de potencia como de control, buscando cubrir las necesidades que deja la Slitter Simon.

La máquina venia originalmente en toda su estructura con los dos ejes de scores y cuchillas, los motores de ac que mueven los ejes, tres plc siemens, estos plc se quitarán y se montaran otros plc más modernos de allen bradley. Se adecuará la máquina instalándole equipos nuevos.



Figura 11. Slitter BHS



Figura 12. Eje de score

4.7 ¿Qué es un autómata programable?

Hasta no hace mucho tiempo el control de procesos industriales se venía haciendo de forma cableada por medio de contactores y relés. Al operario que se encontraba a cargo de este tipo de instalaciones, se le exigía tener altos conocimientos técnicos para poder realizarlas y posteriormente mantenerlas. Además cualquier variación en el proceso suponía modificar físicamente gran parte de las conexiones de los montajes, siendo necesario para ello un gran esfuerzo técnico y un mayor desembolso económico.

En la actualidad no se puede entender un proceso complejo de alto nivel desarrollado por técnicas cableadas. El ordenador y los autómatas programables ha intervenido de forma considerable para que este tipo de instalaciones se hayan visto sustituidas por otras controladas de forma programada.

El Autómata Programable Industrial (API) nació como solución al control de circuitos complejos de automatización. Por lo tanto se puede decir que un API no es más que un aparato electrónico que sustituye los circuitos auxiliares o de mando de los sistemas automáticos. A él se conectan los captadores (finales de carrera, pulsadores, etc...) por una parte, y los actuadores (bobinas de contactores, lámparas, pequesos receptores, etc...) por otra.

4.7.1 Campos de aplicación

Un autómata programable suele emplearse en procesos industriales que tengan una o varias de las siguientes necesidades:

A. Espacio reducido.

- B.** Procesos de producción periódicamente cambiantes.
- C.** Procesos secuenciales.
- D.** Maquinaria de procesos variables.
- E.** Instalaciones de procesos complejos y amplios.
- F.** Chequeo de programación centralizada de las partes del proceso.

4.7.2 Aplicaciones generales:

- A.** Maniobra de máquinas.
- B.** Maniobra de instalaciones.
- C.** Señalización y control.

Tal y como dijimos anteriormente, esto se refiere a los autómatas programables industriales, dejando de lado los pequeños autómatas para uso más personal (que se pueden emplear, incluso, para automatizar procesos en el hogar, como la puerta de un cochera o las luces de la casa).

4.7.3 Ventajas e inconvenientes de los PLC

Entre las ventajas tenemos:

- A.** Menor tiempo de elaboración de proyectos.
- B.** Posibilidad de añadir modificaciones sin costo añadido en otros componentes.
- C.** Mínimo espacio de ocupación.
- D.** Menor costo de mano de obra.
- E.** Mantenimiento económico.
- F.** Posibilidad de gobernar varias máquinas con el mismo autómata.
- G.** Menor tiempo de puesta en funcionamiento.
- H.** Si el autómata queda pequeño para el proceso industrial puede seguir siendo de utilidad en otras máquinas o sistemas de producción.

4.7.4 Inconvenientes:

A. Adiestramiento de técnicos.

B. Costo. (4)

4.8 Sensor

Se denomina sensor a todo elemento que es capaz de transformar señales físicas en señales eléctricas, estas señales físicas pueden ser: temperatura, intensidad lumínica, distancia, aceleración, inclinación, desplazamiento, presión, fuerza, torsión, humedad, pH, etc. Las mediciones que realiza un sensor pueden ser de indicación directa (p.e un termómetro de mercurio) o pueden estar conectados a un indicador (posiblemente a través de un convertidor analógico a digital, un computador y un display) de modo que los valores detectados puedan ser leídos por un humano, estas últimas son de gran ayuda en áreas de aplicación como la Industria automotriz, Industria aeroespacial, Medicina , Industria de manufactura, Robótica , etc.

Podemos clasificar los sensores según el parámetro físico que miden: temperatura, presión, posición, longitud, nivel etc. En concreto, el sensor de presencia , es un tipo de sensor que activa o desactiva automáticamente el mecanismo eléctrico al que esta conectado, cuando detecta o no, la presencia de un objeto dentro de un radio de acción determinado.

Esta detección puede hacerse con o sin contacto con el objeto. En el primer caso, se trata siempre de un interruptor, abierto o cerrado, dependiendo de la aplicación que se quiera hacer, y segundo caso se utilizan diferentes principios físicos para detectar la presencia, dando lugar a los diferentes tipos de sensores.

Los sensores inductivos , se basan en el cambio de inductancia que provoca un objeto metálico en un campo magnético, constan básicamente de una bobina y de un imán, su funcionamiento es sencillo: si se detecta una corriente en la bobina, algún objeto ferromagnético a entrado en el campo del imán, tienen el inconveniente de que son limitados a objetos ferromagnéticos.

Los sensores capacitivos , se basan en la detección de un cambio en la capacidad del sensor provocado por una superficie próxima a éste. Constan de dos elementos ; por un lado está el elemento cuya capacidad se altera (que suele ser un condensador formado por electrodos) y por otra parte el dispositivo que detecta el cambio de capacidad (un circuito electrónico conectado al condensador).la gran ventaja que detectan la proximidad de objetos de cualquier naturaleza.

Las aplicaciones más comunes de los sensores de presencia, son en lugares de paso como escaleras, pasillos, recibidores, accesos a viviendas... son los más recomendables para su uso, ya que son zonas de ocupación intermitente y por ello susceptibles a dejar las luces encendidas a nuestro paso, dependiendo del caso pueden llegar a ahorrar hasta un 20%, también son componentes habituales de casi todas las instalaciones de seguridad su función es la siguiente, al detectar presencia envían una señal a la sirena para que se active, se utilizan en locales comerciales o como elementos adicionales a los sistemas de alarma convencionales. (5)

4.9 EQUIPOS A UTILIZAR EN LA SLITTER BHS

Esta máquina va a cumplir la misma función que la otra, pero con la instalación de estos nuevos equipos lo que se pretende es que mejore tanto su proceso de producción en cuanto a velocidad de productividad, como a la cantidad de intervenciones de mantenimiento a la máquina.

4.9.1 PLC Allen Bradley

Esta máquina va a contar con dos plc allen bradley de 13 slots, con los cuales se va a controlar toda la parte de automatizado de la máquina, dirigiendo así servomotores tanto de ejes como de cuchillas, motores de ac de los ejes, comunicaciones, entre otras funciones.

Es escogido este PLC porque proporciona una alta velocidad de comunicación de red modular y escalable de datos y un alto rendimiento, además ofrece amplias opciones de E/S tanto digitales como análogas.



Figura 13. PLC Allen Bradley

4.9.2 PLC Point I/O

Este PLC de entradas y salidas digitales controla toda la parte de switches de la máquina. Este módulo es escogido para las aplicaciones secundarias de la máquina, por su bajo costo, reducción de espacio y facilidad de manejo.

Además, el módulo puede ser monitoreado y controlado desde otros equipos, por medio de las redes de comunicación Ethernet.

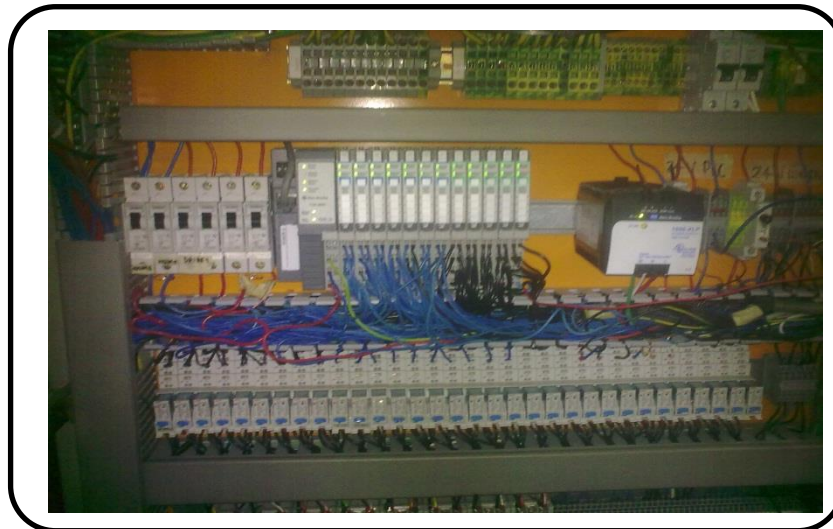


Figura 14. Point I/O

4.9.3 SERVOMOTORES BAUMULLER DS 45 – 100

La máquina slitter bhs contiene tres ejes, dos de scores los cuales a su vez tienen doce scores cada uno, y un eje de cuchillas con un total de nueve cuchillas. Cada uno de estos scores y cuchillas van a ser manejadas por un servomotor Baumuller ds 45 – 100.



Figura 15. Servomotores Baumuller

4.9.4 Sensores Home

Cuando hallan cambios de pedidos, tanto los scores como las cuchillas buscan una posición inicial, los cuales se ubican en los extremos de los ejes, es aquí donde entran los sensores home, evitando una colisión entre scores o cuchillas.

Los sensores son inductivos que detectan un metal ubicado en la parte superior de las cuchillas y los scores. Es utilizado por su fácil ubicación y su aplicabilidad a la máquina.

Estos sensores home son el punto cero o punto inicial de los scores y cuchillas, ya que en la parte superior cuentan con un metal que este mismo detecta, la máquina cuenta con 33 sensores home para cada cuchilla y score.



Figura 16. Sensor Home

4.9.5 Afilado automático de cuchillas

Las nueve cuchillas que tiene la máquina, van a contar cada uno con un sistema controlado de afilado electroneumático, este sistema se controla desde un plc Allen Bradley donde cada cierto tiempo de funcionamiento de la máquina emite señales a las electroválvulas y estas a su vez cumplen su función. Esto con el fin de mantener un buen corte del cartón.

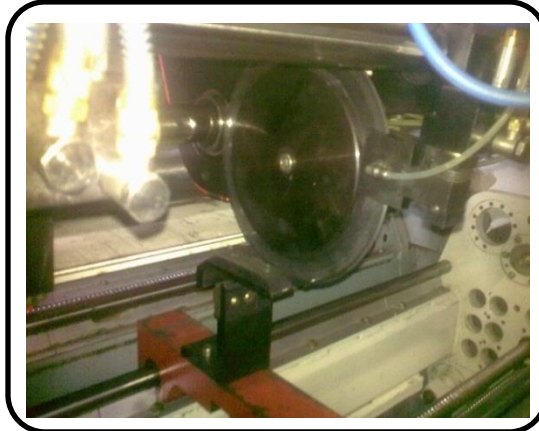


Figura 17. Sistema de afilado de cuchillas

4.9.6 Control electroneumático del afilado de cuchillas

Desde este control Festo se dirige el sistema de afilado de cuchillas.



Figura 18. Control electroneumático

4.9.7 switche Moxa

Este switche será utilizado para la comunicación, es decir, intercambio de datos de los equipos de la máquina con otros equipos externos a la máquina, por medio de un sistema de red conocido como devicenet.

El switch Moxa es un conmutador Ethernet que contiene 5 puertos, con un rango de temperatura de funcionamiento de -10 a 60°C. El voltaje de entrada es de 12 a 48VDC, o de 18 a 30 VCA.

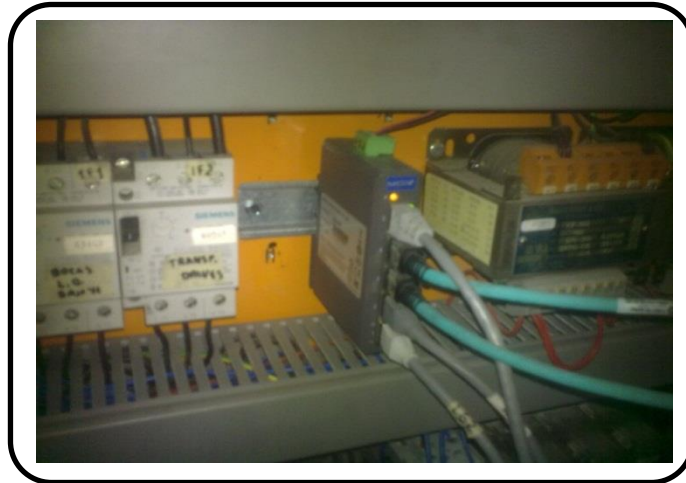


Figura 19. Switch Moxa

4.10 Otros componentes de la máquina

4.10.1 Driver Baumuller

Los drivers Baumuller venían originalmente con la máquina, serán aprovechados porque suministran la potencia necesaria para los servomotores, es decir, que cada servomotor ya sea de cuchilla o de score se alimentarán desde estos drivers.

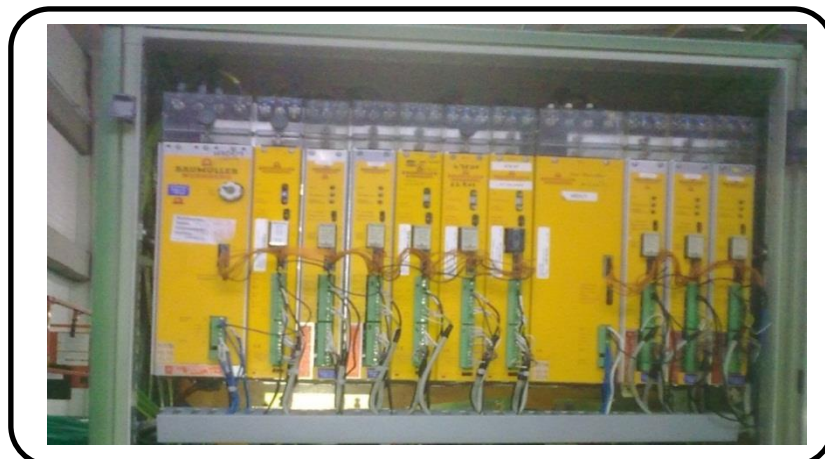


Figura 20. Driver Baumuller

4.10.2 Cuchillas

La máquina slitter BHS cuenta con nueve cuchillas, todas contienen sistema automático de afilado, son encargadas de hacer cortes para crear láminas de cartón con diferentes medidas.



Figura 21. Eje de cuchillas

4.10.3 scores

La máquina cuenta con dos ejes de scores, cada uno con doce scores, con el fin de que cuando uno haya terminado un pedido, en cuestión de segundos el otro se ubique en las posiciones determinadas, esto posicionamiento rápido se va a dar gracias a los servomotores.



Figura 22. Eje de score

4.10.4 Ventajas de la Slitter BHS

Lo que se presente con la máquina Slitter BHS es aumentar los niveles de producción, con lo equipos que se utilizarán ya sean de control o potencia, disminuir las intervenciones en la máquina en cuanto el mantenimiento, con el fin de buscar disminuir los tiempos de entrega al cliente.

En cuanto a la calidad del cartón va a mejorar, ya que con el sistema automático de afilado de cuchillas, lo que se busca siempre es un corte fino, entonces las velocidades de producción no afectarían.

5 METODOLOGIA

Para buscar el éxito de este proyecto, primero se debe tener muy en cuenta la necesidad que tiene la empresa con respecto a la máquina Slitter Simon, analizar lo positivo y negativo que tiene la máquina, para dar así soluciones significativas con el desarrollo de este proyecto.

Una vez identificado el objetivo principal del proyecto se busca una máquina que supla las necesidades que deja la Slitter Simon. Se escoge una máquina conocida como Slitter BHS, la cual cumple las mismas funciones de la anterior pero los resultados se va a ver reflejados en el mejoramiento de los procesos.

Una vez escogida la máquina se estudiarán, qué equipos se pueden utilizar tanto de control como de potencia en la máquina, para que su funcionamiento sea óptimo y cumpla con los objetivos buscados por la empresa, ya sea en la parte de facilidades de mantenimiento, como de mejores resultados de producción.

6. DESARROLLO DE TRABAJO

Este proyecto se trata de la reforma de una máquina cortadora de cartón corrugado llamada Slitter BHS, la cual fue comprada de segunda con un deterioro en su estructura, que se le harán las respectivas reformas y modificaciones para suplir las necesidades que deja la actualmente máquina funcionando Slitter Simon, las cuales cumplen la misma función, pero buscando un objetivo que es el de mejorar los niveles de producción de la planta corrugadora.

La máquina Slitter BHS va a contar con tres ejes principales, dos ejes de scores, cada uno con doce scores y un eje de cuchillas con nueve cuchillas respectivamente, servomotores baumuller DS 45 – 100 para cada score y cuchilla, los cuales son controlados por drivers baumuller bus 3 – 10/10-30, estos a su vez son controlados por dos plc Allen Bradley y un point I/O. las cuchillas van a contar con un sistema automático de afilado controlado desde el un plc.

Se van a instalar sensores home, con una función principal, de que cuando los scores y cuchillas terminen un pedido, ellos buscan un punto de inicio el cual se ubica a los extremos de los ejes, evitando así una colisión entre los mismos.

En la parte de programación de los PLC, por reglamento interno de la empresa, no se permite dar cualquier tipo de información.

6.1 Ubicación de scores y cuchillas

En la siguiente figura se mostrará la ubicación tanto de los scores como de las cuchillas, donde S = score, C = cuchillas y M = servomotor.

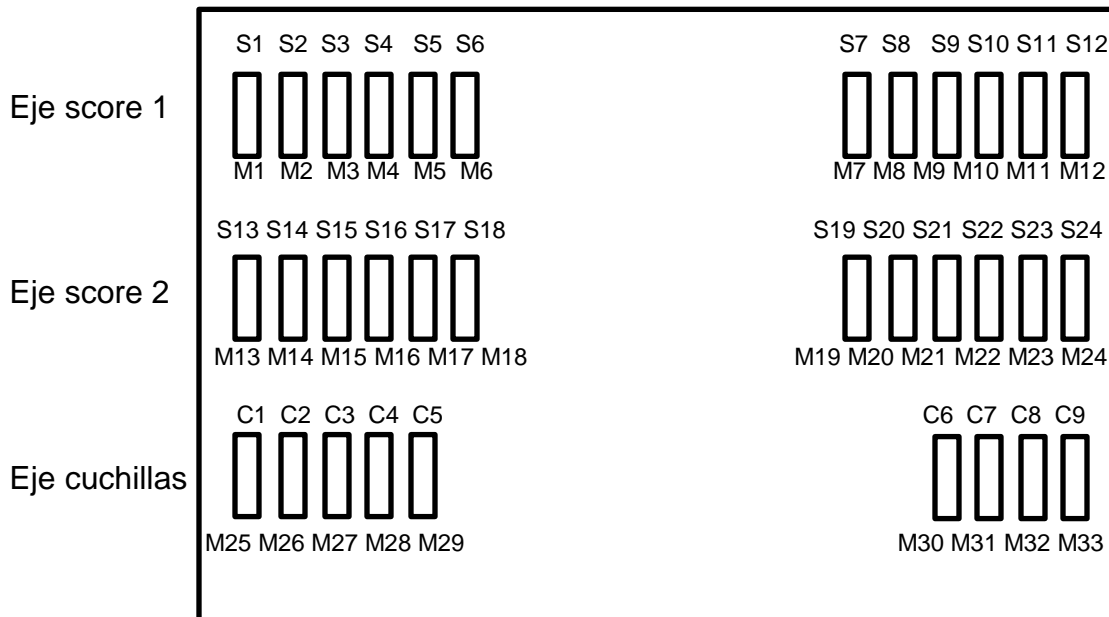


Figura 23. Ubicación de scores y cuchillas

6.2 Función principal de la slitter BHS

A continuación se mostrará de una forma muy generalizada la función principal que cumple la máquina slitter BHS, en un diagrama de flujo, donde:

Se leen la posición de los scores y cuchillas, esto con el fin de buscar la posición inicial o posición cero de cada uno, que se obtiene por medio de los sensores home, ubicados en la parte superior de la máquina, en total son 33 sensores, para cada score y cuchilla.

Después se le da la orden a los servomotores para que se enciendan y cumplan su función de ubicar los sores y cuchillas requeridos para el pedido que se va a realizar.

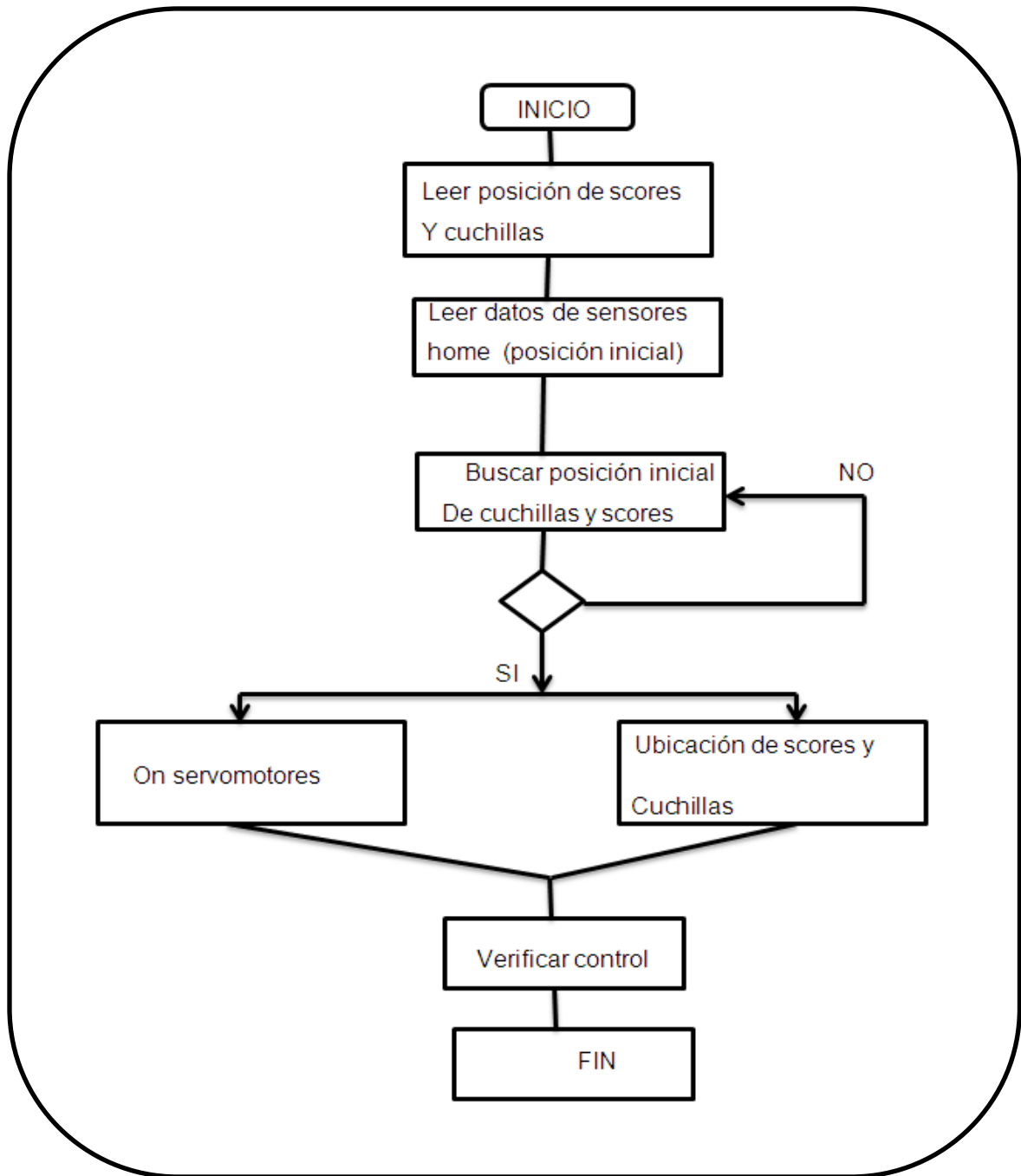


Figura 24. Diagrama de flujo

6.3 PRESUPUESTO

Por el alto costo de los equipos a utilizar en la máquina la empresa está encargada de suministrar la parte económica en cuanto a los gastos.

6.3.1 RUBRO EQUIPOS

Equipo	Cantidad	Costo por unidad en pesos	Total
Servomotor baumuller ds 45 – 100	33	242.459	8'001.147
PLC Allen Bradley	2	4'235.400	8'470.800
PLC Allen Bradley Point I/O	1	1'800.350	1'800.350
Switche Ethernet Moxa	1	981,310.57	981,310
		Total	19'253.607

Tabla 1. Rubro equipos

6.3.2 Justificación de los equipos

A) Servomotor baumuller ds 45 – 100: Serán utilizados para el movimiento independiente tanto de los scores como de las cuchillas.

B) PLC Allen Bradley: Van a controlar todos los equipos en general.

C) PLC Allen Bradley Point I/O: Va a controlar toda la parte de botonería, es decir, los switches que contenga la máquina.

D) Switche Ethernet Moxa: Es la comunicación de los equipos de la máquina con la red principal de la empresa.

E) Dispositivos de afilado de cuchillas: Controlan el desgaste continuo de las cuchillas por el constante uso.

6.4 Cuadro de comparación

	Slitter Simon	Slitter BHS
Ventajas	<ul style="list-style-type: none"> - La empresa cuenta con dos slitter Simon, mientras que una estaba en el proceso la otra se posicionaba para el siguiente pedido. 	<ul style="list-style-type: none"> - Las velocidades de producción van a aumentar entre 150 a 180 metros/minuto de papel. - La intervención en la máquina en cuanto a mantenimiento va reducir por los equipos instalados en la máquina. - Como sólo es una máquina reemplazando el trabajo de dos los costos de servicios de energía y aire comprimido, van a reducir. - Cumpliendo lo anterior lo más

		importante es que se van a reducir los tiempos de entrega del producto al cliente.
Desventajas	<ul style="list-style-type: none"> - Como hay dos slitter Simon los costos en cuanto a servicios, ya sean de aire comprimido o energía eléctrica son altos. - Las velocidades de producción oscilan entre 100 a 120 metros/minuto de papel. - El mantenimiento fuera de que es a dos máquinas, debía ser constante por el continuo uso de las mismas y por el desgaste de las cuchillas. - Los ejes de scores y cuchillas sólo cuentan con un robot para cada eje cuando se van a ubicar. 	- Como sólo es una máquina si llegara a haber un problema se tiene que detener la producción.

Tabla 2. Cuadro de comparación

6.5 Pruebas de ensayo - error

Para la consecución de las pruebas de ensayo – erro se tuvieron en cuenta tres aspectos principales:

6.5.1 Seguridad del personal



Figura 25. Seguridad de la Slitter

De los tres aspectos a tratar a la hora de energizar la máquina, este es el de mayor importancia, porque por encima de cualquier cosa está primero la seguridad laboral y la integridad del personal ajeno o encargado del proyecto. Para esto se informó a todo el personal del riesgo que se corría al estar cerca de la máquina mientras se hacían las pruebas, fuera de esto se aisló la máquina con cintas de precaución, para mantener separado al personal ajeno del proyecto.

6.5.2 Verificación de partes mecánicas, eléctricas y/o electrónicas



Figura 26. Partes mecánicas y eléctricas

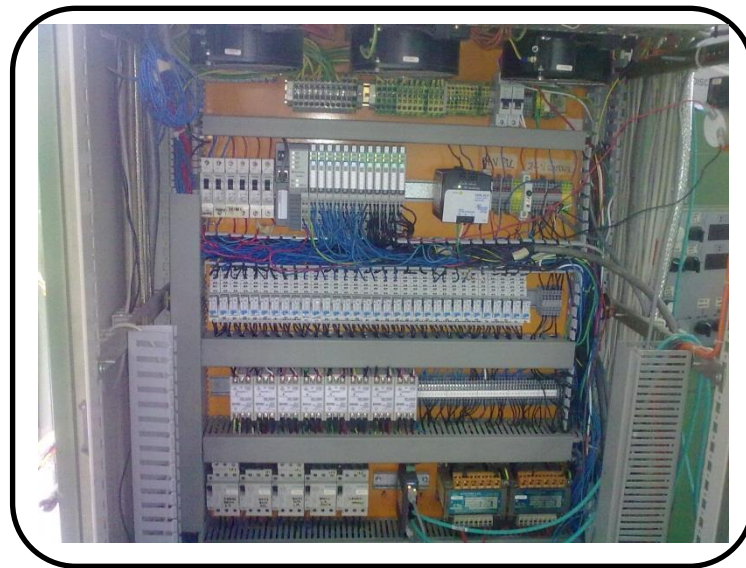


Figura 27. Partes electrónicas

Toda la máquina debía ser inspeccionada minuciosamente para evitar posibles cortos, explosiones, caída de objetos, entre otros.

En la parte mecánica se requintó toda la tornillería, se lubricaron todas las partes móviles mecánicas y se revisó la transmisión de los servomotores. En cuanto a la parte eléctrica se verificaron todas las conexiones, especialmente en los transformadores, por su alto nivel de riesgo eléctrico. Por último en la parte electrónica e instrumentación se verificaron conexiones, ya que cualquier conexión mala por mínima que sea podrá generar un daño en cualquier equipo, también se revisaron manqueras neumáticas, válvulas, actuadores entre otros.

6.5.3 Energizado de la máquina

Una vez completado los aspectos anteriormente mencionados, se procede a energizar la máquina por primera vez, este procedimiento se hace paso por paso, es decir, se le da potencia a la máquina empezando desde unos fusibles de seguridad, estos a su vez alimentan tres transformadores que alimentan todos los breakers de la máquina. Se suben breaker por breaker y se revisa lo que pasa con cada uno, hasta completar todos los breakers.

Cuando la máquina halla pasado por todo el proceso de energizado, se procede a hacer la función principal de la máquina, el cual es la ubicación de las cuchillas y los scores, se hace repetitivamente durante dos días para verificar el buen funcionamiento de la máquina.

A pesar de las revisiones minuciosas que se le hicieron a la máquina, en el proceso de energizado se quemaron tres drivers, los cuales son los encargados de darles potencia a los servomotores. Esto generó retrasos y más gastos económicos para el proyecto. El problema se produjo por mal conexión. Una vez arreglado los drivers se vuelven a instalar y se conectan con más cuidado.

7. CONCLUSIONES

El proceso de realización de este proyecto es muy importante en la formación académica del estudiante, ya que nos ubica en un aspecto más real del ámbito laboral. Los problemas presentados nos permiten desarrollar habilidades de observación, pensamiento, y recursividad para dar solución a las dificultades presentadas.

Con este proyecto se hicieron varias actividades que uno como estudiante en el proceso de aprendizaje quizás se llegó a decir que “esto para que sirve”, gracias a esto uno se da cuenta que todo por muy pequeño que sea, es muy importante en la preparación del estudiante.

8. RECOMENDACIONES

A) Para obtener mejores resultados de los esperados, es necesario un poco más de tiempo para la planificación, reforma y puesta en marcha de la máquina.

B) Como el tiempo de entrega de la máquina era muy corto, todo el equipo de mantenimiento ya sean eléctricos, mecánicos y/o electrónicos trabajaban todos al mismo tiempo en la máquina, por esto se presentaron varios inconvenientes, lo ideal para que esto no vuelva a pasar es organizar días específicos para que cada equipo trabaje en la máquina, teniendo en cuenta que algunas veces es necesario varios equipos.

BIBLIOGRAFIA

- 1.** Diputación Provincial De Barcelona (1968), EXPOSICIÓN SOBRE LA HISTORIA MONOGRAFICA DEL PAPEL (SIGLOS XII AL XIX), Primera edición, Barcelona.
- 2.** <http://www.cajas.com.ar/carton-corrugado.html>
- 3.** <http://www.bhs-corrugated.cn/BHS/es/unternehmen/historie/index.php?navId=12>
- 4.** WikiCiencia - Electrónica y Electricidad - Electricidad y control - Los PLC (controladores lógicos programables)
- 5.** Ingeniatic Tecnologías de la Información y la Comunicación E.U.I.T. de Telecomunicación, UPM Ctra. de Valencia (2010)

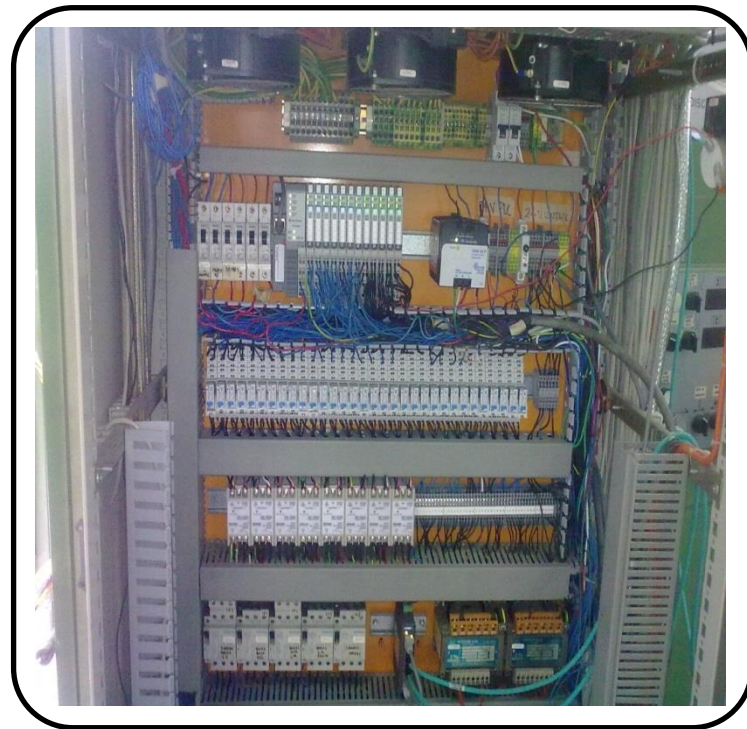
ANEXOS



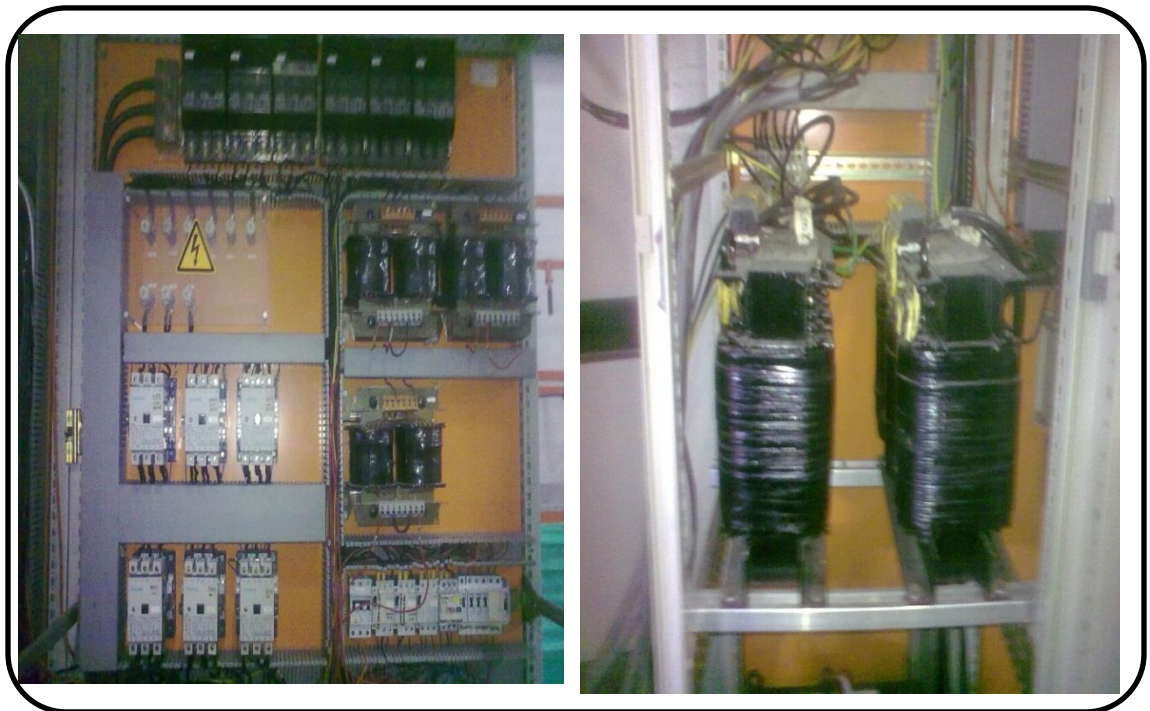
Anexo A. Módulo de control 1



Anexo B. Módulo de control 2



Anexo C. Módulo de control 3



Anexo D. Módulo de potencia



Anexo E. Sensores Home



Anexo F. Servomotores



Anexo G. Slitter BHS