

Instituto Tecnológico de Costa Rica

Escuela de Ingeniería en Electrónica



**Industria Flexográfica Centroamericana S. A.
IFCASA**

**“Control del Sistema de tensión del sustrato y chequeo de la calidad de
impresión en la prensa flexográfica Mark Andy 4110”**

**Informe de Proyecto de Graduación para optar por el Grado de Bachiller en
Ingeniería Electrónica**

Pei-Xing Mu Wen

Cartago, 2000



A mis padres...

Agradezco a Dios por darme la oportunidad de estar en este mundo y hacerme lo que hoy soy; a mis padres por su infinita apoyo incondicional, los que me dieron la enseñanza de la vida misma y de sus valiosos consejos que mucho me han servido en el transcurso de mi vida.

A los profesores del Instituto Tecnológico de Costa Rica que me brindaron todo el conocimiento que hoy poseo, y muy especialmente al profesor **Ing. Carlos Incer** por sus valiosos consejos y sugerencias para finalizar con éxito esta carrera.

A la empresa Industria Flexográfica Centroamérica S.A. que me dieron la confianza y la oportunidad de realizar la prueba práctica del proyecto, un agradecimiento muy especial y sincero al **Ing. Walter Araya Gochéz** y al **Ing. Jorge Fernández Chaves** por su gran apoyo al proyecto, su gran interés y sacrificio de culminar con éxito esta práctica.

INDICE GENERAL

| | |
|---|-----------|
| CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN..... | 10 |
| 1.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA Y SU IMPORTANCIA. | 12 |
| 1.3 OBJETIVOS..... | 13 |
| 1.3.1 <i>Objetivo general.</i> | 13 |
| 1.3.2 <i>Objetivos Específicos.</i> | 13 |
| CAPÍTULO 2: ANTECEDENTES..... | 15 |
| 2.1 ESTUDIO DEL PROBLEMA A RESOLVER. | 16 |
| 2.1.1 <i>Descripción del funcionamiento de la máquina Mark Andy 4110.</i> | 16 |
| 2.1.2 <i>Análisis de la tensión irregular del sustrato.</i> | 19 |
| 2.2 REQUERIMIENTOS DE LA EMPRESA. | 21 |
| 2.3 <i>SOLUCIÓN PROPUESTA.</i> | 21 |
| 2.3.1 <i>Control del sistema de tensión del sustrato.</i> | 21 |
| 2.3.2 <i>Sistema para chequear la calidad del producto de impresión.</i> | 23 |
| CAPÍTULO 3: PROCEDIMIENTO METODOLÓGICO..... | 24 |
| CAPÍTULO 4: ANÁLISIS Y RESULTADOS | 27 |
| 4.1 CAMBIOS ENCONTRADOS EN LA MÁQUINA MARK ANDY 4120. | 28 |
| 4.2 REPARACIÓN DE LA MÁQUINA MARK ANDY 4120. EL SISTEMA ELÉCTRICO..... | 30 |
| 4.3 EXPLICACIÓN DEL DISEÑO DE LOS CONTROLADORES DE TENSIÓN. | 33 |
| 4.3.1 <i>Zonas de tensión de la máquina.</i> | 33 |
| 4.3.2 <i>Modelado matemático de la planta para la zona desembobinado.</i> | 33 |
| 4.3.3 <i>Implementación del controlador DFC-90 para el freno magnético en la estación del desembobinado.</i> | 43 |
| 4.3.4 <i>Implementación de los motores de corriente directa con sus respectivos controladores en la estación de rebobinado.</i> | 45 |
| 4.4 DISEÑO DE LA LUZ ESTROBOSCÓPICA. | 49 |
| CAPÍTULO 5: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 51 |
| BIBLIOGRAFÍA | 53 |
| ANEXO 1: DATOS DE FABRICANTES | 55 |
| A. CONTROLADOR DEL MOTOR DE CORRIENTE DIRECTA PARA LA ESTACIÓN DE REBOBINADO BC-154..... | 56 |
| B. MOTOR DE CORRIENTE DIRECTA PARA LA ESTACIÓN DE REBOBINADO CPD 3436..... | 57 |
| C. CONTROLADOR DEL BRAZO OSCILANTE DFP-90..... | 57 |
| D. FRENO ELECTROMAGNÉTICO..... | 60 |
| APENDICE 1: MANUAL DE OPERACIONES DE LOS CONTROLADORES DE TENSIÓN EN LA MÁQUINA 4110..... | 61 |
| L. PROPÓSITO | 62 |

| | | |
|--|----------------------------------|-----------|
| LL. | ALCANCE | 62 |
| LLL. | PROCEDIMIENTO | 62 |
| A. | <i>Estación de desembobinado</i> | 62 |
| B. | <i>Estación de rebobinado</i> | 63 |
| APENDICE 2: MANUAL DE CALIBRACIÓN DE LOS CONTROLADORES DE TENSIÓN EN LA MÁQUINA 4110..... | | 65 |
| L. | PROPÓSITO | 66 |
| LL. | ALCANCE | 66 |
| LLL. | PROCEDIMIENTO | 66 |
| A. | <i>Controlador DFP90.</i> | 66 |
| B. | <i>Controlador BC154</i> | 67 |

INDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| FIGURA 1. LA MÁQUINA <i>MARK ANDY 4110</i> , CON SUS DIFERENTES ESTACIONES. | 16 |
| FIGURA 2. ESTACIÓN DE DESEMBOBINADO. | 17 |
| FIGURA 3. DIAGRAMA DE FUERZAS DEL BRAZO OSCILANTE. | 17 |
| FIGURA 4. DIAGRAMA SIMPLIFICADO DE UNA ESTACIÓN DE IMPRESIÓN. | 18 |
| FIGURA 5. SISTEMA DE CONTROL DE TENSIÓN DEL SUSTRATO EN LA ESTACIÓN DE DESEMBOBINADO. | 22 |
| FIGURA 6. UBICACIÓN DE LOS MOTORES DE CORRIENTE DIRECTA EN LA ESTACIÓN DE REBOBINADO (VISTA IZQUIERDA DE LA MÁQUINA). | 23 |
| FIGURA 7. ZONAS DE TENSIÓN EN LA MÁQUINA <i>MARK ANDY 4110</i> | 33 |
| FIGURA 8. DIAGRAMA DE CUERPO LIBRE DE LA PLANTA. | 34 |
| FIGURA 9. MODELO SIMPLIFICADO DE LA PLANTA. | 35 |
| FIGURA 10. MODELO ELÉCTRICO DEL FRENO | 36 |
| FIGURA 11. RELACIÓN DE ENGRANES. | 37 |
| FIGURA 12. REOGRAMA DEL SISTEMA. | 40 |
| APLICANDO LA FÓRMULA DE MASÓN | 41 |
| FIGURA 13. CABLEADO DEL CONTROLADOR DFC-90 CON EL SISTEMA DE ACTUADORES (VISTA TRASERA DE LA MÁQUINA) | 44 |
| FIGURA 14. PROGRAMACIÓN DEL CONTROLADOR. INDICANDO LAS POSICIONES DE LOS PUENTES Y DE LOS POTENCIÓMETROS. | 48 |
| FIGURA 15. CIRCUITO DE LA LUZ ESTROBOSCÓPICA. | 50 |
| FIGURA 16. UBICACIÓN DEL INTERRUPTOR DE ENCENDIDO/APAGADO DE LA ESTACIÓN DEL DESEMBOBINADO. | 62 |
| FIGURA 17. POSICIÓN DE LOS CONTROLADORES PARA LOS MOTORES DE CORRIENTE DIRECTA. | 63 |

INDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| TABLA 1. COMPARACIÓN DE LAS SEÑALES ELÉCTRICAS ENTRE EL TEÓRICO Y EL REAL. | 31 |
| TABLA 1 CONTINUACIÓN. COMPARACIÓN DE LAS SEÑALES ELÉCTRICAS ENTRE EL TEÓRICO Y EL REAL. | 32 |
| TABLA 2. VALORES OBTENIDOS DE LOS DATOS DEL FABRICANTE PARA LOS PARÁMETROS DE LA PLANTA NECESARIOS PARA OBTENER LA FUNCIÓN DE TRANSFERENCIA. | 42 |

RESUMEN

La calidad óptima de etiquetas adhesivas que se imprime por el sistema de la flexografía se obtiene a través de un control preciso de la tensión sobre el sustrato en el proceso de impresión. En máquinas fabricados por la *Mark Andy* de modelos de los años sesentas no presenta sistemas de controles de tensión tan precisos en comparación con los modelos más recientes.

La máquina *Mark Andy 4110* no presenta controles de tensión sobre el sustrato. Para cumplir con el objetivo de mejorar la tensión en dicha máquina se implementó un controlador electrónico analógico el modelo DFP-90 fabricado por la empresa *Magnetic Power Systems Inc.*, en la estación de desembobinado de la máquina. El control de tensión en la estación de rebobinado se implementó motores de corriente directa.

En una máquina vieja en buen estado mecánico, al implementar controladores electrónicos de tensión estas pueden igualar la calidad de impresión en comparación con las máquinas modernas.

Cabe destacar que el costo de implementar estos dos sistemas de control de tensión asciende a \$ 2 500 dólares. Un costo muy por debajo en comparación con una máquina nueva, que puede superar los \$500 000 dólares.

Palabras claves: Flexografía, Etiquetas adhesivas, Mark Andy, Controlador de tensión, Sustrato, Desembobinado, Rebobinado

ABSTRACT

The optimum quality of adhesive labels that is printed for the system of the flexography is gotten through a precise control of the tension on the web in the process of print. In machines manufactured by the Mark Andy of models of the sixty's years doesn't introduce systems of precise controls of tension in comparison with the most recent models.

The machine Mark Andy 4110 doesn't introduce controls of tension on the web. In order to fulfill the objective of improving the tension in this machine it installed a controller analog electronic the model DFP-90 manufactured by the company Magnetic Power Systems Inc., in the unwind station of the machine. The control of tension in the rewind station installed motors of direct current.

In an old machine in good been a mechanic, to the installed controllers electronic of tension these could equal the quality of printing in comparison with the modern machines.

It fit highlight that the cost of installed these two systems of control of tension ascend \$ 2 500 of dollars. A cost very for under in comparison with a new machine, that could overcome the \$500 000 dollars.

Keywords: Flexography, Adhesive labels, Mark Andy, Controller of tension, Web, Unwind, Rewind



CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN

1.1 Descripción de la empresa.

La actividad principal de Industria Flexográfica Centroamericana S.A. (IFCASA¹) en donde se realizó el proyecto es la impresión de etiquetas adhesivas, mediante el sistema de *flexografía*². El presidente de dicha empresa es el Ing. José Miremberg Gudes.

La empresa IFCASA fue fundada el 16 de octubre 1969 por los señores Jorge Granados y Gorgonio Herrero; posteriormente el Sr. Granados deja la sociedad y el Sr. Herrero integra a la empresa a sus familiares, desde este momento IFCASA se constituye como empresa de carácter familiar y así opera hasta 1997 cuando abre su capital y sufre una serie de cambios administrativos, que conducen a cambios en la Junta Directiva y la Gerencia General. Con la participación de nuevos socios se desarrollan proyectos de actualización en equipos y personal, para responder mejor a las condiciones de un mercado altamente competitivo.

Conforme se desarrolló la empresa fue necesario completar servicios abarcando el diseño, artes finales, fotograbado y fotomecánica, lo cual demandó nuevas inversiones en equipo y el aumento en el número de personal.

La empresa cuenta con aproximadamente 29 personas distribuidas en todos sus departamentos. La empresa se subdivide principalmente en cinco departamentos:

- Junta Directiva
- Gerente General
- Departamento de Producción
- Departamento de Contabilidad
- Departamento de Ventas

¹ Industria Flexográfica Centroamericana S.A.

² Flexografía: Método de impresión utilizando el concepto de los sellos de hule.

El proyecto se realizó en el departamento de producción específicamente en el área de impresión, en donde se elabora la penúltima etapa del proceso de producción. En esta área se cuenta con cinco máquinas de impresión, todas las máquinas son de la marca *Mark Andy*³

1.2 Definición del problema y su importancia.

Las exigencias de los clientes de la industria flexográfica ante un producto de mayor calidad van en aumento. Esto conlleva a la búsqueda de nuevas ideas para mejorar la calidad del producto. El presente proyecto pretende hacer mejoras en la máquina *Mark Andy 4110*, de manera que la misma produzca etiquetas de mayor calidad y mayor seguridad a los operarios.

Las máquinas flexográficas de la marca *Mark Andy* son muy robustas mecánicamente y tienen principalmente actuadores eléctricos y neumáticos para el control del proceso de impresión.

La máquina *Mark Andy 4110*, cuya fabricación data desde los inicios de los años sesenta, presenta las siguientes problemáticas: corrimiento de los registros, variación de la tensión en el sustrato⁴ en el momento de la impresión y dificultad para el operario de chequear la calidad de producto final así como detectar una falla en la impresión y corregirlo a tiempo. Las anteriores situaciones provocan una baja sustancial en la eficiencia de la producción.

Los problemas descritos hacen que la impresión de dicha máquina no satisfaga los requerimientos de calidad de muchos clientes, por lo que se justifica sus mejoras.

³ Empresa fabricante de las impresoras flexo gráficas.

⁴ Término utilizado para referirse a los distintos materiales de impresión.

1.3 Objetivos.

1.3.1 Objetivo general.

Diseñar e implementar un sistema que mejore el control de la tensión del sustrato y así aumentar la calidad del producto final impreso en la máquina de impresión *Mark Andy 4110*.

1.3.2 Objetivos Específicos.

1. Estudiar el manual de operación y el funcionamiento de la máquina de impresión *Mark Andy 4120*.
2. Calibrar los controles actuales de la máquina *Mark Andy 4120*.
3. Localizar todas las modificaciones eléctricas que se le han practicado a la máquina *Mark Andy 4120*.
4. Estudiar en el manual técnico de la máquina todos los apartados concernientes a los circuitos eléctricos y su relación con el control de tensión del sustrato y los valores de las señales eléctricas necesarios para el buen funcionamiento del equipo.
5. Verificar, detectar y corregir las fallas eléctricas que provocan el funcionamiento incorrecto de la máquina *Mark Andy 4120*.
6. Determinar por medio de la investigación y observación todas las posibles causas del problema con el fin de tener una referencia posterior.
7. Investigar los tipos de sensores y actuadores que se adapten a la solución.
8. Adquirir dos motores de corriente directa y dos tarjetas controladoras.

9. Adquirir el controlador del brazo oscilante.
10. Implementar el freno magnético y su respectivo controlador.
12. Diseñar e implementar los circuitos para las luces estroboscópicas.
13. Elaborar el manual de operación y calibración de los diferentes controladores instalado en la máquina *Mark Andy 4110*.
14. Capacitar al personal que opera la máquina *Mark Andy 4110* sobre el modo de operación y calibración de los controladores.
15. Elaborar el informe final.



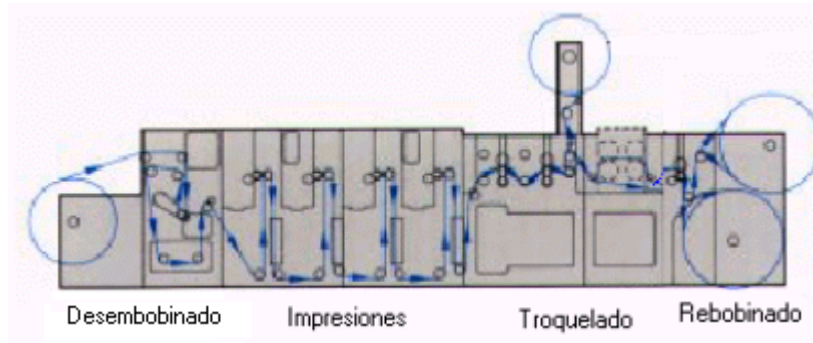
CAPÍTULO 2: ANTECEDENTES

2.1 Estudio del problema a resolver.

2.1.1 Descripción del funcionamiento de la máquina *Mark Andy 4110*.

La prensa de impresión Mark Andy 4110 es del tipo lineal. Sus estaciones de color son unidades completas, separadas, dispuestas horizontalmente e impulsadas por un eje de transmisión común. La prensa 4110 tiene la versatilidad de imprimir sobre ambos lados del sustrato.

La máquina 4110 presenta las siguientes estaciones: desembobinado, impresión, troquelado y rebobinado (figura 1).



Paint

Figura 1. La máquina *Mark Andy 4110*, con sus diferentes estaciones.

La estación de desembobinado (figura 2), es la primera estación; en ella se introduce el rollo del sustrato. El sustrato se fija sobre el rodillo *Coreholder*⁵. Este rodillo trae una válvula neumática que al aplicar presión de aire sobre ella empuja unas astillas que ejercen presión sobre la parte interna del rollo del sustrato, asegurando el sustrato sobre la máquina. El *coreholder* esta conectado con un freno mecánico, que se encarga de frenarlo y así mantener la tensión del sustrato.

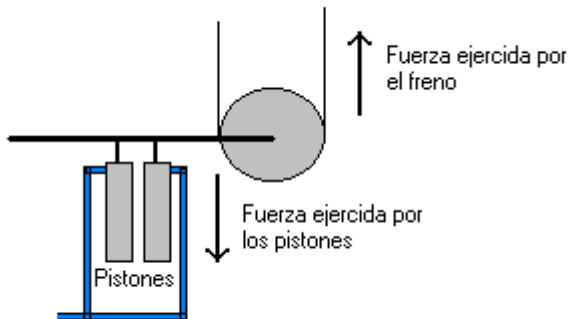
⁵ Rodillo del desembobinado donde se coloca en rollo del sustrato.

Para el frenado, el operario regula manualmente el paso del aire necesario para obtener la tensión requerida. La problemática más grave ocurre cuando el diámetro del rollo de sustrato se reduce conforme avanza la impresión, ya que se debe suspender la impresión pues no se mantienen los registros. La tensión depende de dos parámetros principalmente: el frenado y la presión de aire ejercida en los pistones conectados al brazo oscilante. En los pistones no existe regulación de aire, por lo que se encuentra con toda la presión de aire existente en las tuberías (figura 3).



Paint

Figura 2. Estación de desembobinado.



Paint

Figura 3. Diagrama de fuerzas del brazo oscilante.

En las estaciones intermedias (Estaciones de impresión y troquelado) no existe ningún sistema de control de tensión a pesar de ser la parte más crítica para la adecuada impresión. Además, tampoco existen reguladores de aire en las prensas (nip rolls).

La máquina 4110 cuenta con seis estaciones de impresión (figura 4). Cada estación imprime un color determinado. El arte que se desea imprimir es fijado por medio de un proceso fotomecánico en una foto polímero o hule. Este se monta y fija en un rodillo porta hules por medio de una cinta adhesiva.

Cada tinta se deposita en una bandeja específica y de ahí es trasladada al rodillo porta hules por medio de un rodillo dosificador y un rodillo de hule. El rodillo porta hules inmerso de tinta es presionado contra otro rodillo llamado rodillo impresor. El papel pasa entre el rodillo impresor y el rodillo porta hules. La presión de ambos rodillos produce que se imprima en el sustrato el diseño del hule establecido, luego el papel impreso pasa por una cámara de secado por aire caliente.

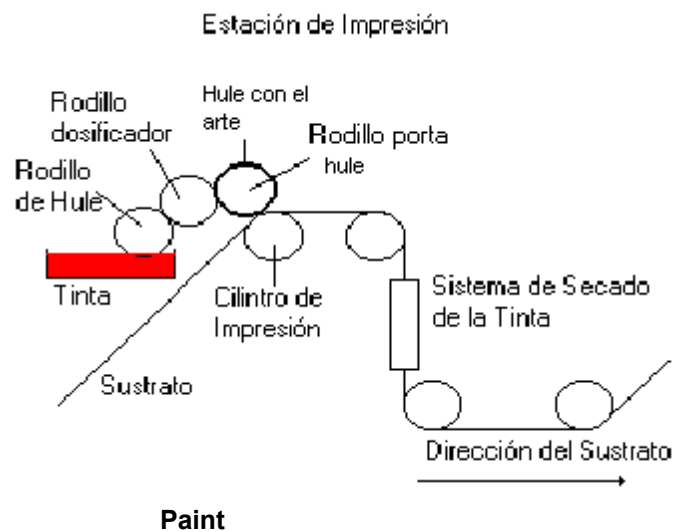


Figura 4. Diagrama simplificado de una estación de impresión.

La estación de troquelado, es la encargada de dar la forma final a la etiqueta. El troquel es una lámina que cuenta con cuchillas con la forma final de la etiqueta, y se fija en un rodillo magnéticamente. El proceso de troquelado es similar al proceso de impresión. Además, se cuenta con cuchillas que cortan el sustrato para darle el ancho adecuado. Los rodillos de impresión, dosificador y troquelado son movidos por un motor de corriente directa.

La estación de rebobinado utiliza un motor de corriente alterna monofásico. Este motor tiene la particularidad de que su velocidad no es variable y siempre debe estar en funcionamiento, lo que provoca un consumo innecesario de energía eléctrica. Para el control de la velocidad del rebobinador se cuenta con un embrague mecánico neumático (embrague de fibra de amianto). El operario regula el paso del aire manualmente dependiendo de la tensión requerida.

2.1.2 Análisis de la tensión irregular del sustrato.

El control de la tensión de la banda juega un papel muy importante en cualquier máquina que procese banda continua de sustrato, porque en gran parte, ella determina la eficiencia del equipo y la calidad del producto final. Un control inadecuado de tensión puede limitar sensiblemente el funcionamiento de las prensas modernas.

Un sistema moderno de control de tensión aplicado a una máquina vieja en buenas condiciones, puede mejorar su funcionamiento y llegar a igualar o sobrepasar a las prensas modernas.

La tensión presenta variaciones en el proceso de impresión por la presión irregular en el sistema neumático. A la vez el coeficiente de fricción del freno mecánico y del embrague es muy irregular, por lo que el proceso de frenado no es uniforme. Además, no existen medidores de tensión, lo que obliga al operario a determinar la tensión requerida para cada tipo de impresión según su experiencia. Otro punto a tomar en cuenta es el desgaste progresivo de la fibra del freno. Esto produce un calentamiento de la fibra lo que se refleja en un funcionamiento inadecuado del freno.

2.2 Requerimientos de la empresa.

El propósito último del proyecto es de mejorar la tensión del sustrato en la máquina *Mark Andy 4110*, así como facilitar el chequeo de la calidad de impresión al operario. Otro requerimiento a cumplir es la implementación de sistemas de seguridad accesibles para el operario, de manera que disminuya el riesgo de accidentes y aumente la eficiencia operativa.

2.3 Solución propuesta.

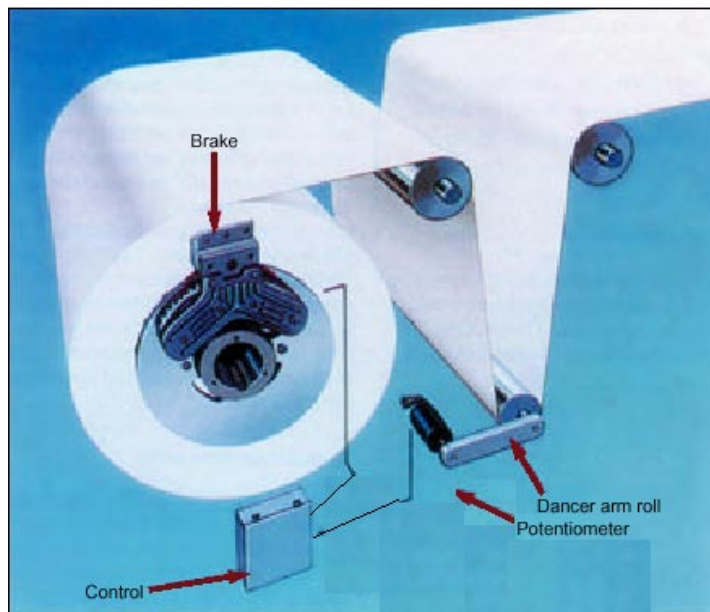
2.3.1 Control del sistema de tensión del sustrato.

Existen tres puntos claves para implementar los controles de tensión, estas son: la estación de desembobinado, la parte intermedia que incluye las estaciones de impresión y troquelado, y por último la estación de rebobinado.

En la estación de desembobinado se sustituye el freno mecánico neumático por un freno electromagnético fabricado por la empresa “Magnetic Power Systems Inc (Magpwr)”, esto ayuda a mejorar el frenado pues no depende de la parte neumática, lo que puede presentar variaciones de presión de aire cuando todas las máquinas estén en funcionamiento. La gran ventaja de este freno es que no existen puntos físicos de contacto superficie contra superficie; los frenos electromagnéticos producen el torque mediante la formación de uniones entre partículas, similar a las limaduras de hierro, en el espacio entre las partes rotativas y las partes fijas. Las partículas se acomodan en el espacio a lo largo de las líneas del flujo magnético producido por la corriente eléctrica en la bobina del freno. La fortaleza de estas uniones varía con la fuerza del campo magnético, el cual a su vez es determinado por la corriente.

Para el control de este freno se implementa el controlador eléctrico analógico, utilizando el brazo oscilante como el dispositivo de realimentación.

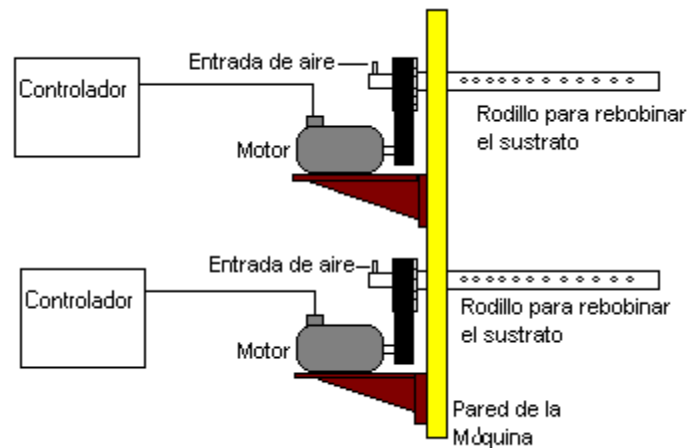
Además, se implementa un regulador de aire a los pistones, este regulador funciona como el sistema de regulación de tensión de sustrato presentado en la siguiente ilustración (figura 5).



Paint

Figura 5. Sistema de control de tensión del sustrato en la estación de desembobinado.

En la estación de rebobinado se reemplaza todo el sistema actual por motores de corriente directa con sus respectivos controladores, ambos fabricados por la empresa Baldor. Todo esto asegura un mejor control de la velocidad y tensión del sustrato (figura 6).



Paint

Figura 6. Ubicación de los motores de corriente directa en la estación de rebobinado (Vista izquierda de la máquina).

2.3.2 Sistema para chequear la calidad del producto de impresión.

Se implementa un mecanismo de control de la calidad de impresión por medio de una lámpara estroboscópica, la cual facilita y aumenta la productividad del operario. La ventaja que ofrece con este nuevo sistema es que el operario podrá observar con más facilidad la etiqueta en el momento de la impresión. La frecuencia de este sistema debe relacionarse con la velocidad de operación del sistema para lograr su operación óptima.

CAPÍTULO 3: PROCEDIMIENTO METODOLÓGICO

A continuación se enumeran los pasos seguidos para la realización del proyecto:

- 1) Estudio del manual técnico de la máquina *Mark Andy 4120* para comprender su funcionamiento. Además, se observó el funcionamiento tanto de la máquina 4120 como de la 4110, así como de los productos elaborados por ambas, para determinar todas las posibles causas del problema con el fin de contar con una referencia posterior durante el desarrollo del proyecto. (7 días).
- 2) Se calibró la máquina 4120 siguiendo los procedimientos dados en el manual técnico. (0.5 días).
- 3) Se reconocieron todas las modificaciones encontradas a la máquina 4120. Para ello se realizó una comparación entre el manual técnico y la situación actual física de la máquina. (4 días).
- 4) Se estudiaron y analizaron todos los circuitos eléctricos de la máquina *Mark Andy 4120*, y de los valores de las señales eléctricos para el óptimo funcionamiento. (20 días).
- 5) Se verificaron todas las señales eléctricas, se corrigieron todas las fallas eléctricas. (30 días).
- 6) Se investigaron por medio de internet los modelos más actualizados de las máquinas de Mark Andy, y se adquirieron ideas acerca de las mejoras que se le puede implementar a la máquina 4110. (2.5 días).
- 7) Se investigó por medio de internet toda la amplia gama de sensores que se utiliza para medir la tensión del sustrato, así como los sistemas más comunes utilizados para mantener una tensión adecuada en el sustrato. (8 días).

- 8) Se investigaron por medio de internet acerca de los diferentes distribuidores de motores de corriente directa con las siguientes características: $\frac{3}{4}$ hp, 180 V de armadura, 1800 rpm. También se investigó sobre el controlador óptimo que se adaptaba a la solución. Una vez seleccionada la empresa distribuidora se realizó su adquisición. Se instalaron y se calibraron los motores de corriente directa con sus respectivos controladores. (18 días).
- 9) Se adquirió el controlador DFC90. (0,5 días)
- 10) Se implementó el controlador del freno magnético y a la vez se estableció una posición adecuada para el freno magnético. (3 días).
- 11) Se investigaron por medio de internet los diferentes distribuidores de luces estroboscópicas que se adaptaban a la solución. Una vez seleccionado el proveedor distribuidor se realizó adquisición. (5 días).
- 12) Se diseñaron los circuitos necesarios para la adaptación de la luz estroboscópica con la máquina. (5 días).
- 13) Se elaboró un manual de operación dirigido a los operarios de planta de IFCASA, de los nuevos sistema de control de tensión y el chequeo de la calidad con que cuenta la máquina. (3 días).
- 14) Se capacitó al personal de la planta mediante una charla acerca de los métodos de calibración y operación del nuevo sistema de control de la tensión en la máquina *Mark Andy 4110*. (1,5 días).
- 15) Se elaboró un informe final del proyecto. (8 días).

CAPÍTULO 4: ANÁLISIS Y RESULTADOS

4.1 Cambios encontrados en la máquina Mark Andy 4120.

El subpanel de control de tensión presenta seis ranuras para la conexión de diferentes tarjetas.

La primera ranura cuenta con la rotulación “3B43 PCB-1 Rewind N° 1” y su función consiste en controlar uno de los motores de corriente directa ubicados en la estación de rebobinado. Esta tarjeta fue reemplazada por otro tipo de tarjeta. Las variables de entrada de esta tarjeta son: interruptor de encendido/apagado, potenciómetro de 1 k Ω . La salida es un voltaje entre 0 – 180 Vcd.

La segunda ranura cuenta con la rotulación “3B43 PCB-2 Rewind N° 2” y su función consiste en controlar uno de los motores de corriente directa ubicado en la estación de rebobinado. Esta tarjeta fue reemplazada por otro tipo de tarjeta. Las variables de entrada de esta tarjeta son: interruptor de encendido/apagado, potenciómetro de 1 k Ω . La salida es un voltaje entre 0 – 180 Vcd.

La tercera ranura cuenta con la rotulación “3B44 PCB-3 Unwind” y su función consiste en controlar la estación de desembobinado. No fue necesario sustituir esta tarjeta. Las variables de entrada las proporcionan los potenciómetros del brazo oscilante de 1 K Ω , de posición horizontal y un interruptor de encendido/apagado. Su salida de voltaje es de entre 0-85 Vcd para controlar el freno magnético, modelo C-10.

La cuarta ranura cuenta con la rotulación “3B76 PCB-4 Aid Clutch” y su función consiste en disminuir la tensión del sustrato. Esta tarjeta fue retirada. La variable de entrada es proporcionada por la tarjeta PCB-6. La salida es un voltaje entre 0-65 Vcd para controlar un freno magnético, modelo C-1.

La quinta ranura cuenta con la rotulación “3B76 PCB-5 Retard Clutch” y se utiliza para aumentar la tensión del sustrato. Esta tarjeta se encuentra actualmente. La variable de entrada es proporcionada por la tarjeta PCB-6. La salida es un voltaje entre 0-65 Vcd para controlar un freno magnético, modelo C-10R.

La sexta ranura rotulada “3B77 PCB-6 Xducer Amp.”, Y se utiliza para enviar las señales hacia las tarjetas 3B76. Esta tarjeta se encuentra actualmente. Las variables de entrada de esta tarjeta son proporcionadas por un potenciómetro de 10 K Ω y los sensores de transductancia de fuerza. Las salidas son las siguientes: Señal de voltaje que maneja un medidor de tensión localizado en el panel de control en la estación maestro y señales para control de las tarjetas 3B76.

Se verificó la inclusión de dos nuevas tarjetas controladoras con el siguiente número de parte 600160-S2, utilizado para controlar los dos motores de corriente directa ubicado en la estación de rebobinado. La ubicación de estas tarjetas ha sido modificada, por su tamaño físico que es mayor. El cableado fue modificado de posición pero respetando las numeraciones.

Además, se detectó la inserción de una estación de impresión extra a la máquina 4120. Con esto se amplía la capacidad de la máquina de imprimir en siete colores en lugar de seis como estaba originalmente. Esta ampliación incluye otro acople mecánico y nuevas instalaciones eléctricas.

Se le anexó un nuevo sistema de secado del barniz de luz ultravioleta (UV). Este nuevo sistema ofrece mayor seguridad para el operario. El modelo anterior por su antigüedad poseía muchos escapes del gas ozono que contaminaban la planta, por lo que se vio en la obligación de adquirir el equipo actual.

Se respetaron las modificaciones anteriormente practicadas a la máquina 4120. Estas tienen por objeto el mejoramiento de la seguridad operativa y de la productividad de la misma y por tales razones no fueron eliminadas.

4.2 Reparación de la máquina Mark Andy 4120. El sistema eléctrico

El principio de operación para la impresión de una determinada etiqueta es el siguiente:

- Una vez que el arte está listo y ha sido traspasado por medio de un proceso fotomecánico a la foto polímero o hule, el operario procede a fijarlo a los rodillos porta hules por medio de una cinta con goma a ambas caras.

- El operario distribuye los rodillos que portan los hules en las distintas estaciones de impresión, colocando los colores más claros en las primeras estaciones y los colores más oscuros en las siguientes.

- Una vez fijados los rodillos que portan los hules, se procede a encender a velocidad mínima la máquina para la adecuada calibración de los registros. Este proceso se realiza con cada color que se va a imprimir.

- Con los colores calibrados adecuadamente, se aumenta la velocidad de la máquina para dar inicio al proceso de impresión de la etiqueta.

La máquina Mark Andy 4120 presenta la problemática de que cuando un operario termina de calibrar los registros, estos se pierden en forma aleatoria en todos los colores. Lo anterior atenta negativamente contra la calidad del producto final.

Para la localización de fallas se procedió a verificar los valores de las señales eléctricas que presenta la máquina. La tarjeta 3B77 encargada de amplificar la señal de los sensores transductores presenta un valor de voltaje negativo, lo que indica una falla evidente en esta tarjeta, pues en su óptimo funcionamiento presenta un valor de voltaje positivo. Se verificó el estado de todos los componentes pasivos que presenta la tarjeta encontrándose con su óptimo funcionamiento. Por la ubicación de la tarjeta y la falta de equipo de medición adecuado en la empresa no se pudieron realizar otras pruebas. Se envió la tarjeta a la empresa *DigiControl* para su respectiva reparación

Con la tarjeta reparada y colocada de nuevo en su lugar, el problema persistía. Se empezaron a verificar todos los actuadores eléctricos, a saber, los motores eléctricos de corriente directa y los embragues magnéticos y se determinó que estos funcionan adecuadamente.

Se realizó una prueba para descartar la posibilidad de fallas eléctricas. La prueba consistió en realizar impresiones con dos estaciones alterando el orden de las estaciones utilizadas. Se encontró que los errores de impresión no son uniformes, es decir, varían según la estación. Con este resultado y con las mediciones de los parámetros eléctricos (Tabla 1), se descartó la posibilidad de fallas eléctricas.

Tabla 1. Comparación de las señales eléctricas entre el teórico y el real.
Word

| Puntos de medición | Valor Teórico | Valor Medido |
|---|--|---|
| Potenciómetro del brazo oscilante: 1. Entre los terminales TB2-7 (+) y TB2-9 (-) 2. Entre los terminales TB2-8 (+) y TB2-9 (-), mover lentamente el brazo oscilante | 2.5 Vcd El voltaje podría variar ente 0 - 2.5 Vcd | 2.51 Vcd Variación del voltaje 1.41 Vcd a 2.51 Vcd |
| Transformador T-2 1. Primario 2. Secundario | 120 Vca 120 Vca | 117.8 Vca 122.8 Vca |

Tabla 1 Continuación. Comparación de las señales eléctricas entre el teórico y el real.
Word

| Puntos de medición | Valor Teórico | Valor Medido |
|--|--|---|
| Potenciómetro para la regulación de tensión. 1. Entre los terminales TB2-15(-) y TB2-14 (+) 2. Entre los terminales TB2-15(-) y TB2-13 (+) | Entre 0 y 12 Vcd 12 Vcd | Entre 0 y 11.81 Vcd 11.81 Vcd |
| Tarjeta Transducer Amplifier (PCB-4) 1. Girar el potenciómetro para la regulación de la tensión al máximo: Entre los pines TP-1 (-) y Tp-3 (+) 2. Girar el potenciómetro para la regulación de la tensión al mínimo: Entre los pines TP-1 (-) y Tp-3 (+) | + 5 Vcd 0 ó voltaje negativo | + 5.64 Vcd - 5.75 Vcd |
| Tarjeta Retard Power Amplifier (PCB-3) 1. Girar el potenciómetro para la regulación de la tensión al máximo: Entre los pines TP-1 (-) y Tp-2 (+) 2. Girar el potenciómetro para la regulación de la tensión al mínimo: Entre los pines TP-1 (-) y Tp-2 (+) | 30 Vcd hasta 90 Vcd menos de 15 Vcd | 82.3 Vcd 0 Vcd |
| Prueba del Retard Clutch Girar el potenciómetro para la regulación de la tensión al máximo y medir entre los terminales #18 y #19 y directamente del conector del clutch | Entre 30 Vcd y 90 Vcd | 82.3 Vcd |
| Prueba a los transductores J-1 medir las resistencias entre los pines: B y C B y D C y D J-2 medir las resistencias entre los pines: B y C B y D C y D Resistencia en los pines B J-1 y B J-2 | 120 Ω | 115.6 Ω 118.2 Ω 233 Ω 128.1 Ω 123.8 Ω 251 Ω 121.8 Ω |
| Freno magnético Colocar el brazo oscilante en su posición más baja, encender la estación de desbobinado. Medir el voltaje de alimentación del freno | 30 Vcd ó más | 89 Vcd |

4.3 Explicación del diseño de los controladores de tensión.

4.3.1 Zonas de tensión de la máquina.

La máquina *Mark Andy 4110* presenta cuatro zonas de tensión (figura 7). La zona de desembobinado está formada por un freno mecánico. La zona intermedia (impresión/troquelado) está compuesta por tres prensas neumáticas y la zona de rebobinado está formada por un embrague mecánico.

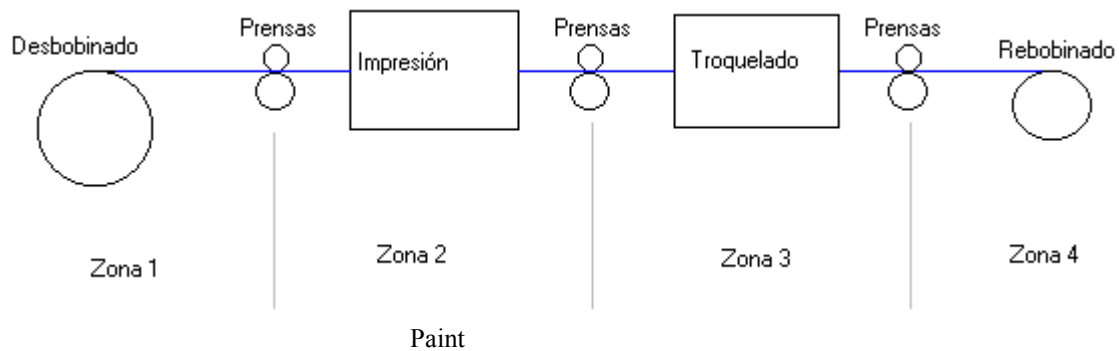
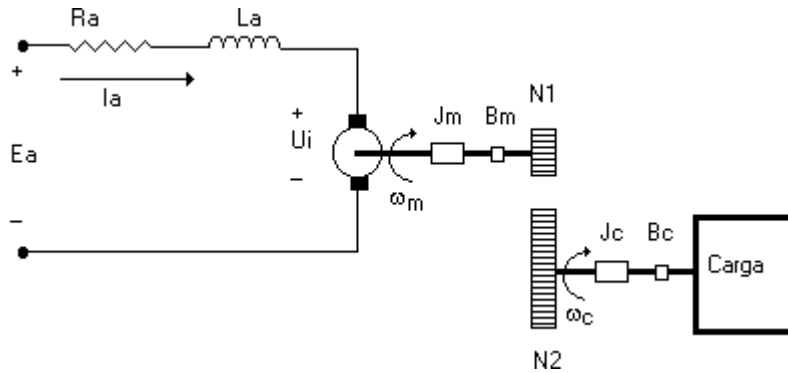


Figura 7. Zonas de tensión en la máquina Mark Andy 4110.

La tensión más importante para la calidad del producto se encuentra en las zonas 2 y 3, o sea en las zonas de impresión y de troquelado. Esto a la vez es dependiente de la tensión en las zonas 1 y 4 en donde se encuentra el freno y el embrague mecánico respectivamente.

4.3.2 Modelado matemático de la planta para la zona desembobinado.

La planta del sistema a controlar representa el freno magnético mientras que la carga consiste del rollo del sustrato. El diagrama de cuerpo libre total de la planta a controlar se puede apreciar en la figura 8.



Plant

Figura 8. Diagrama de cuerpo libre de la planta.

Donde:

Ra: Resistencia de armadura.

La: Inductancia de armadura.

Ia: Corriente de armadura.

Ea: Voltaje aplicado al freno.

Ui: Voltaje inducido del freno.

Jm: Momento de inercia del freno.

Bm: Coeficiente de viscosidad del freno.

ω_m : Velocidad angular del freno

N1: Número de engranajes de la polea conectado al freno.

N2: Número de engranajes de la polea conectado a la carga.

ω_c : Velocidad angular de la carga.

Jc: Momento de inercia de la carga.

Bc: Coeficiente viscosa de la carga.

Se simplifica el diagrama de cuerpo libre anterior, de tal forma que se visualiza el sistema de carga reflejado hacia el lado del freno. Se reduce el sistema a únicamente el coeficiente de fricción viscosa total y el momento de inercia total. (figura 9).

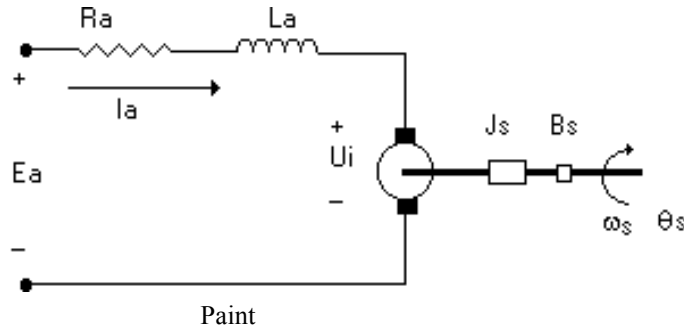


Figura 9. Modelo Simplificado de la planta.

Donde:

J_s : Momento de inercia del freno y la carga.

B_s : Coeficiente de viscosidad del freno y la carga.

ω_s : Velocidad angular del freno y la carga.

θ_s : Posición angular del freno y la carga.

A partir del modelo simplificado de la planta, mostrado en la figura 10 es posible obtener el modelado matemático de la planta. El análisis del modelado se presenta por las siguientes ecuaciones:

- Aplicando Kirchoff a la malla mostrada en la siguiente figura:

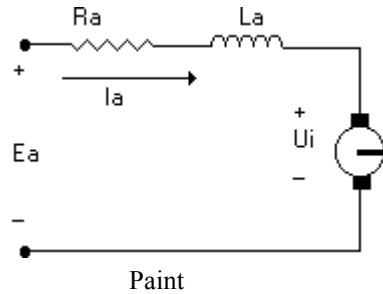


Figura 10. Modelo eléctrico del freno

$$E_a = I_a R_a + L_a \frac{dI_a}{dt} + U_i \quad (1)$$

$$U_i = K_m \omega_s \quad (2)$$

Donde:

K_m : Constante del freno magnético

Sustituyendo la ecuación 2 en la ecuación 1 y despejando la derivada

obtenemos:

$$\frac{dI_a}{dt} = -\left(\frac{R_a}{L_a}\right)I_a - \left(\frac{K_m}{L_a}\right)\omega_m + \left(\frac{1}{L_a}\right)E_a \quad (3)$$

- Por la relación de torques, de la figura siguiente, obtenemos las siguientes ecuaciones:

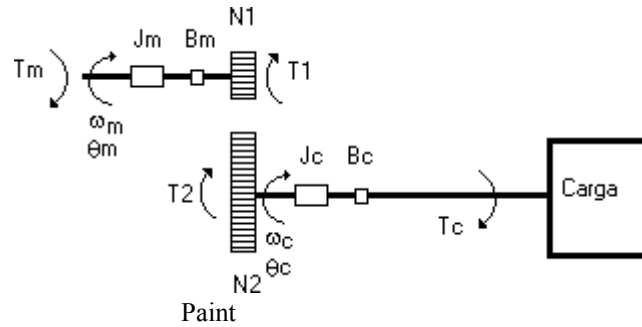


Figura 11. Relación de engranes.

Donde:

T_m : Torque del freno.

T_1 : Torque de la polea conectado al freno.

T_2 : Torque de la polea conectado a la carga.

T_c : Torque de la carga.

El torque del freno viene dado:

$$T_m = J_m \frac{d\omega_m}{dt} + B_m \omega_m + T_1 \quad (4)$$

$$T_m = K_m I_a \quad (5)$$

El torque del engrane 2 viene dado:

$$T_2 = J_c \frac{d\omega_c}{dt} - B_c \omega_c + T_c \quad (6)$$

Relación entre el engrane 1 y el engrane 2 viene dado:

$$T_1 = \left(\frac{N_1}{N_2} \right) T_2$$
$$T_1 = \left(\frac{N_1}{N_2} \right)^2 J_c \frac{d\omega_m}{dt} - \left(\frac{N_1}{N_2} \right)^2 B_c \omega_m + \left(\frac{N_1}{N_2} \right) T_c \quad (7)$$

Sustituyendo la ecuación 5 y 6 en la ecuación 4 y despejando la derivada obtenemos:

$$\frac{d\omega_m}{dt} = \left(\frac{K_m}{J_s} \right) I_a - \left(\frac{B_s}{J_s} \right) \omega_m - \left(\frac{a}{J_s} \right) T_c \quad (8)$$

donde:

$$J_s = J_m + \left(\frac{N1}{N2}\right)^2 J_c$$

$$B_s = B_m - \left(\frac{N1}{N2}\right)^2 B_c$$

$$a = \frac{N1}{N2}$$

Los momentos de inercia están comprendidos por:

$$J_m = J_{motor} + J_{en\ gra\ ne1}$$

$$J_c = J_{en\ gra\ ne2} + J_{eje} + J_{caja} + J_{roles} + J_{hule}$$

La relación entre la velocidad angular y la posición angular viene dado:

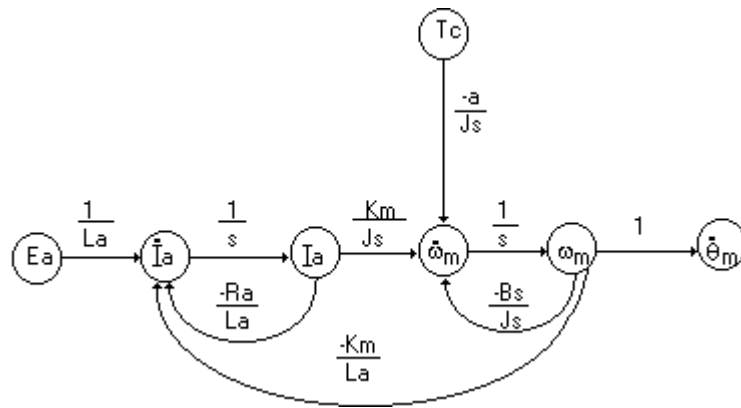
$$\frac{d\theta_m}{dt} = \omega_m \quad (9)$$

A partir de las ecuaciones 3, 8 y 9 se obtiene la siguiente matriz de estado:

$$\frac{d}{dt} \begin{bmatrix} I_a \\ \omega_m \\ \theta_m \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{-R_a}{L_a} & \frac{-K_m}{L_a} & 0 \\ \frac{K_m}{J_s} & \frac{-B_s}{J_s} & 0 \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_a \\ \omega_m \\ \theta_m \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \frac{1}{L_a} & 0 \\ 0 & \frac{-a}{J_s} \\ 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} E_a \\ Tc \end{bmatrix}$$

A partir de la matriz anterior se obtiene el siguiente reo⁶grama:

⁶ Diagrama de estado del freno magnético.



Paint

Figura 12. Reograma del Sistema.

Aplicando La Fórmula de Masón

- *Trayectorias Directas:*

$$M1 = \frac{K_m}{S^3 L_a J_s} \quad (10)$$

- *Mallas:*

$$L1 = \frac{-R_a}{S L_a}$$

$$L2 = \frac{-B_s}{S J_s} \quad (11)$$

$$L3 = \frac{-K_m^2}{S^2 L_a J_s}$$

- *Mallas que no se tocan entre si:*

$$L11 = \frac{R_a B_s}{S^2 L_a J_s} \quad (12)$$

Como todas las mallas se tocan con la trayectoria directa, se tiene que: $\Delta_1=1$

De donde se obtiene que la función de transferencia viene dada por:

$$H(s) = \frac{\theta'_m}{E_a}$$

$$H(s) = \frac{M1}{1 - (L1 + L2 + L3) + L11} \quad (13)$$

$$H(s) = \frac{\frac{K_m}{S^3 L_a J_s}}{1 - \left(\frac{-R_a}{S L_a} - \frac{B_s}{S J_s} - \frac{K_m^2}{S^2 L_a J_s} \right) + \frac{R_a B_s}{S^2 L_a J_s}}$$

Simplificando la ecuación anterior se obtiene:

$$H(s) = \frac{\left(\frac{K_m}{L_a J_s} \right)}{S^3 + \left(\frac{R_a J_s + L_a B_s}{L_a J_s} \right) S^2 + \left(\frac{K_m^2 + R_a B_s}{L_a J_s} \right) S} \quad (14)$$

En la tabla 2 se muestra el valor obtenido para cada uno de los parámetros de la planta. En el anexo 2 se presenta los datos del fabricante del freno magnético.

Tabla 2. Valores obtenidos de los datos del fabricante para los parámetros de la planta necesarios para obtener la función de transferencia.

Word

| PARÁMETRO | VALOR OBTENIDO |
|--|---|
| Momento de Inercia del Sistema (J_s) | $3,4076 \times 10^{-3} \text{ Kg m}^2$ |
| Coficiente de Fricción Viscosa del Sistema (B_s) | $103,76 \times 10^{-6} \text{ N m s / rad}$ |
| Resistencia de Armadura (R_a) | 274Ω |
| Inductancia de Armadura (L_a) | 15 mH |
| Constante del Freno (K_m) | $44,025 \times 10^{-3} \text{ V s / rad}$ |

Sustituyendo estos valores en la ecuación 14 se obtiene:

$$\frac{C(s)}{R(s)} = \frac{861.31}{S^3 + 18270S^2 + 594S}$$

Con el resultado de la ecuación anterior se seleccionó el controlador DFC-90 para el control del freno magnético.

4.3.3 Implementación del controlador DFC-90 para el freno magnético en la estación del desembobinado.

El brazo oscilador o rodillo loco, que tiene libertad para moverse en un arco bajo la influencia de la tensión del sustrato y la presión del aire ejercido en el pistón. Se coloca un sensor para detectar la posición del brazo, y la señal de su posición es alimentada a un regulador que la compara con la posición de referencia, usualmente ubicada en la mitad del viaje del brazo, fijado por el operario de la máquina. La fuerza debido al pistón es aproximadamente dos veces la tensión deseada en el sustrato, y el brazo mantendrá la posición en el medio de su viaje mientras subsista esta situación. Si la tensión aumenta, el brazo se eleva, moviendo el sensor y enviando una señal al controlador para reducir el torque, haciendo que el brazo regrese a su posición original. Si la tensión disminuye la secuencia contraria ocurre. La tensión es determinada por la variación de la presión del aire a un rodillo de carga.

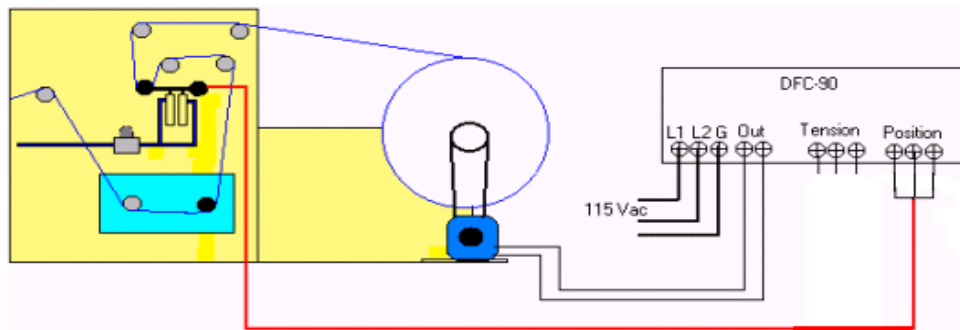
El controlador *Dancer/Follower Arm Control* (DFC-90) está diseñado para la aplicación de control del freno electromagnético modelado anteriormente. Este controlador se trabaja bajo el principio del PID⁷, proporciona una entrada para que el usuario fije la señal de referencia a través de un potenciómetro. Esta referencia se traduce físicamente en la posición del brazo oscilante. Además, suministra otra entrada a la señal de realimentación dado por el potenciómetro de posición conectado con el brazo oscilante. Además este controlador es inmune al ruido.

⁷ Controlador que presenta los efectos proporcional-integral-derivativo.

Las características del controlador son las siguientes:

- Voltaje de alimentación: 115 Vac \pm 10%, 50/60 Hz, 1.1 Amp Máximo.
- Señal de entrada: Potenciómetro de posición de 1 K Ω , ¼ watt mínimo.
- Señal de entrada: Potenciómetro de posición de 10 K Ω , ¼ watt mínimo.
- Señal de salida: -3.6 a 90 Vcd, ajustable para cuatro rangos de corriente: 1/8, ¼, ½ y 1 Amp.
- Señal de salida: Voltaje de referencia 10 Vcd, 10 mA máximo.
- Rango de temperatura operación: 0 °C a 50 °C.
- Rango de temperatura de almacenaje: -30 °C a 80 °C.

Las conexiones del controlador DFC-90 con los actuadores se muestra en la figura 13.



Paint

Figura 13. Cableado del controlador DFC-90 con el sistema de actuadores (Vista trasera de la máquina)

4.3.4 Implementación de los motores de corriente directa con sus respectivos controladores en la estación de rebobinado.

El requisito básico de un buen sistema de tensión de rebobinado es formar rollos que tengan bordes perfectos y densidad uniforme, mientras se preserva la exactitud del registro.

La potencia requerida por el rebobinador es determinada por los siguientes factores: la velocidad lineal expresada en pies por minuto, la tensión del eje expresada en libras por pulgada, el ancho de la cinta expresada en pulgadas, la razón total del diámetro total del rollo al diámetro del centro, la disminución gradual; que es la tensión seleccionada para el centro dividida entre la tensión del rollo completo; el factor de las pérdidas por fricción; que están presentes en los varios componentes mecánicos de cualquier equipo de rebobinado.

El motor del rebobinador es del tipo de corriente directa. El operario puede variar el nivel de tensión para acomodarlo a los diferentes calibres y anchos del material por medio del ajuste de la velocidad del motor. Ver anexo 1.

El controlador es del tipo analógico que utiliza cuatro tiristores para el control de la velocidad, y presenta las siguientes características:

- Número de catálogo: BC-154
- Alimentación: 230 VAC, 60 Hz para controlar motores de 180 VCD de armadura.
- Puente para seleccionar el control de velocidad ó de torque.

- Dispositivo de visualización utilizando diodos led, los cuales indica: Encendido (on), Parado (Stop) y Sobre carga (OI).
- Potenciómetro para la variación de la velocidad.
- Salida: 180 VCD, 15 A máximo.
- Interruptor de Inicio/Parada (Star/Stop).

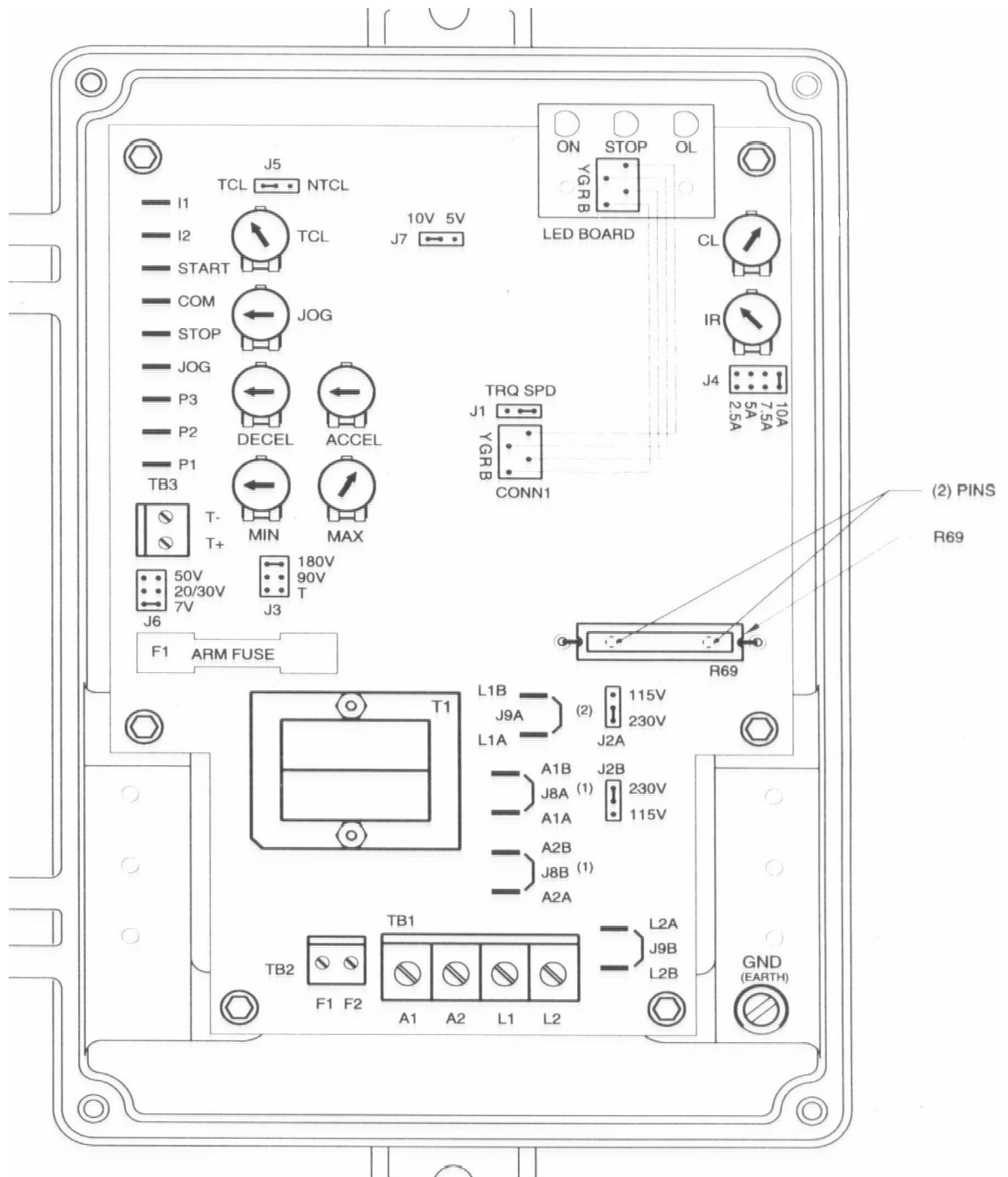
Características del motor de corriente directa:

- Fabricante: Baldor
- Catálogo: CPD3436
- Voltaje de armadura: 180 Vcd
- Potencia: $\frac{3}{4}$ Hp.
- Revoluciones: 1750 rpm

El motor se acopla directamente con el rodillo de rebobinado (figura 6) y se ubica detrás de la máquina. El controlador se encuentra en la parte frontal de la máquina para facilitar al operario el acceso a los controles.

El controlador BC-154 viene dispuesto para otros tipos de motores de corriente directa. Se tuvo que realizar la programación para que pudiera controlar el motor anteriormente descrito. Su programación se basa en colocar los puentes en las siguientes posiciones:

- El controlador funciona en dos modos que son: Velocidad y Torque. Para seleccionar el modo de funcionamiento se coloca el puente J1 en la posición TRQ.
- Para controlar el motor CDP3436 se debe alimentar el controlador con 230 Vac, de manera que los puentes J2A y J2B se coloquen en la posición de 230 V.
- El puente J3 se utiliza para seleccionar el tipo de motor a controlar. Se debe colocar en la posición de 180 V para controlar un motor CDP3436.
- El motor CDP3436 es de $\frac{3}{4}$ HP de potencia por lo tanto el puente J4 debe estar en la posición de 5A.
- El puente J5 debe colocarse en la posición NTCL para el modo de funcionamiento de torque.



Paint

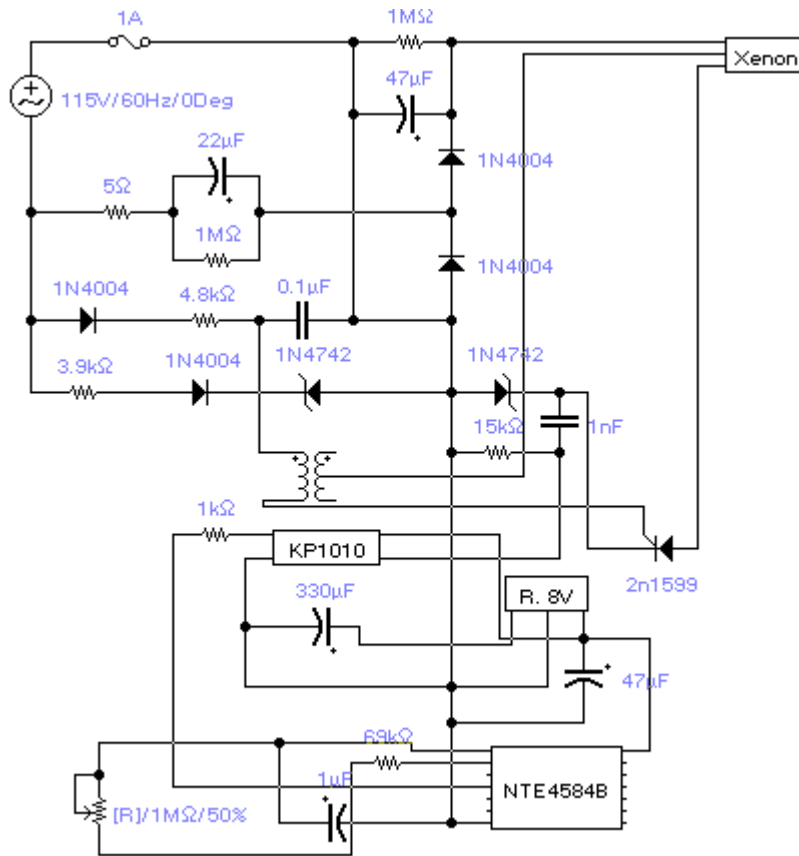
Figura 14. Programación del controlador. Indicando las posiciones de los puentes y de los potenciómetros.

4.4 Diseño de la luz estroboscópica.

El diseño de la luz debe cumplir con un rango de frecuencia de operación de entre 10 Hz y 100 Hz para que se adapte satisfactoriamente a las diferentes velocidades en que puede operar la máquina.

El bombillo que se utiliza para esta aplicación es fabricado por medio de gas xenón, para prolongar la vida del bombillo. Este bombillo funciona con picos de voltaje de más de 4 kV, por tal motivo se debe operar con la precaución del caso. El diseño se basa en cuatro partes fundamentales a saber: la alimentación, los capacitores de carga a alto voltaje, el circuito aislador y el circuito de disparo del bombillo.

Se adquirió una luz estroboscópica utilizada en las disco móviles, esta luz no presentaba un ajuste de frecuencia adecuado para aplicación buscada, por lo que se le cambió el potenciómetro de ajuste y la resistencia de la red RC para disminuir el tiempo de carga y descarga de los capacitores y así aumentar la frecuencia de operación (figura 15).



Paint

Figura 15. Circuito de la luz estroboscópica.

CAPÍTULO 5: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Mantener un buen estado de las máquinas permite obtener un producto satisfactorio para el cliente y cumplir con el tiempo de producción establecido para dicho trabajo. Se recomienda a la empresa IFCASA, tener un programa de mantenimiento preventivo en todos sus equipos de planta, así como contar con repuestos para el cambio inmediato cuando se dañe o se amerite reemplazar algún elemento de un equipo en particular. A la vez, se recomienda contar con una bitácora de las reparaciones hechas a las máquinas y los cambios de repuestos realizados. De esta manera se contribuirá a asegurar el óptimo funcionamiento de las máquinas.

El parámetro de la tensión del sustrato es la parte más crítica en la impresión flexográfica. Una manera de mejorar el control de la tensión es incorporar nuevas tecnologías a máquinas rudimentarias. Así se puede obtener a un bajo costo una máquina que permita imprimir con altas calidades. Está Comprobado que las máquinas con controles electrónicos de tensión poseen mayor precisión de registro que aquellas con sistemas de control mecánicos y neumáticos.

Con el sistema de la luz estroboscópica el operario puede trabajar con más velocidad y darse cuenta si algún registro se ha perdido antes de que transcurra mucho tiempo, lo que lógicamente disminuirá el desperdicio y tiempo improductivo..



BIBLIOGRAFÍA

Direcciones de internet:

www.markandy.com

www.baldar.com

www.baldor.com

www.magpowr.com

www.warnerelectric.com

www.montalvo.com

www.dfe.com

www.entran.com

www.revistaconversion.com

Libro:

Siconolfi, Frank. Flexo grafía Principios y Practicas. Cuarta edición. Editorial Foundation of Flexographic Technical Association, Inc. U.S.A. 1991.

ANEXO 1: DATOS DE FABRICANTES

A. Controlador del motor de corriente directa para la estación de rebobinado BC-154.



Paint
BC 154

CATALOG DATA

CATALOG ITEM: BC154
DESCRIPTION: 120V-1HP, 230V-2 HP NEMA 4X MTR CONTROL
HORSEPOWER: 1.00/2.00
MULTIPLIER SYMBOL: A1
SHIPPING WEIGHT: 5
LIST PRICE: 313

MOTOR DATA

AC INPUT VOLTAGE: 115/230
ARMATURE OUTPUT CURRENT CONT.: 10.2
ARMATURE OUTPUT CURRENT PEAK:
SIZE:

B. Motor de corriente directa para la estación de rebobinado CPD 3436.



Paint

CATALOG DATA

| | | | |
|-----------------------|---------|-------------------------|-----|
| CATALOG ITEM: | CDP3436 | NEMA FRAME: | 56C |
| HORSEPOWER: | 0.75 | MULTI SYMBOL: | K |
| BASE SPEED: | 1750 | SHIPPING WEIGHT: | 39 |
| MAX SPEED: | | LIST PRICE: | 476 |
| "C" DIMENSION: | 14.63 | | |

MOTOR DATA

| | | | |
|------------------------|------|-------------------|--------------|
| ARMATURE: | 180 | ENCLOSURE: | TEFC |
| FIELD VOLTAGE: | PM | MOUNTING: | F1 |
| FIELD AMPS: | | BASE: | RG |
| INSULATION: | F | SPEC NUM: | 34-5990-3946 |
| D.E. BEARING: | 6203 | RATING: | 40C |
| O.D.E. BEARING: | 6203 | | |

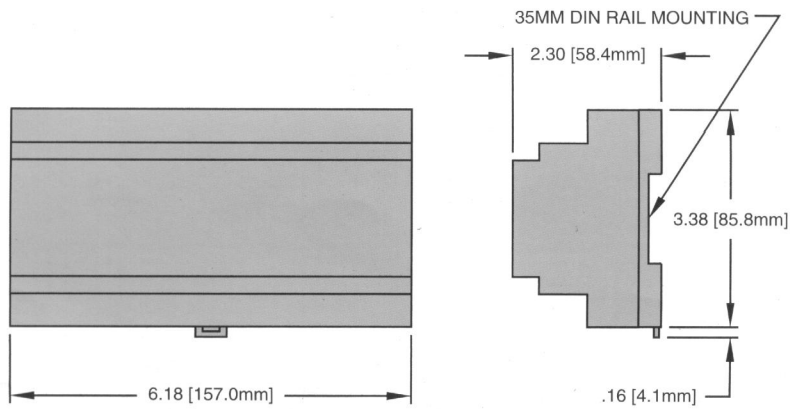
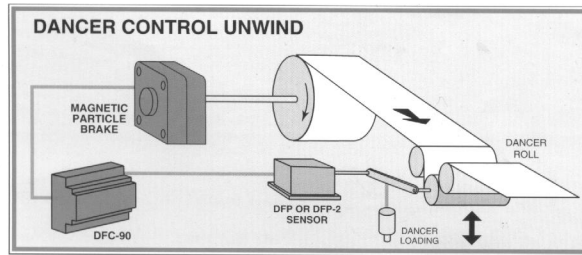
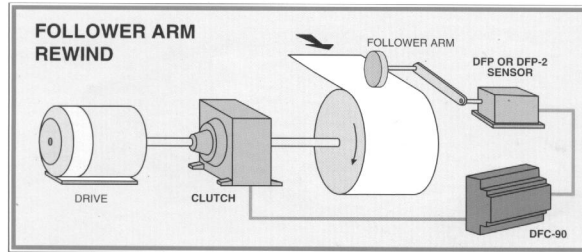
C. Controlador del brazo oscilante DFP-90.

| | |
|--------------------|--|
| Supply Voltage: | 115 VAC, +/- 10%, 50/60 Hz, 1.1 amp maximum, sinusoidal |
| Fuses: F1, F2 | 1.6 amp, Littelfuse Part No. 2160.6, or Wickmann Part No. 19194-053-FS |
| Enclosure: | IP20 |
| Climatic Class: | 3K3 (EN60721) |
| Temperature Range: | |
| Operating: | 0 °C to 50 °C |
| Storage: | -30 °C to 80 °C |



| | |
|--|---|
| Relative Humidity: | 5% to 85% |
| Pollution Degree: | 2 (IEC664-1) |
| Altitude: | 0 to 2000 m |
| Compatible Residual Current Device Types: | A or B (IEC755) |
| Worst Case Fault Current: | 1.6 amp ac |
| Inputs: | |
| Signal: | DFP or DFP2 Potentiometer: 1 to 10 kohm, ¼ watt minimum Tension Potentiometer: 10 kohm minimum, ¼ watt minimum |
| RUN/STOP: | Contact closure, 30 ohm maximum, 1.2 vdc maximum |
| Outputs: | |
| Clutch / Brake: Voltage: | -3 to 90 vdc, full wave, phase controlled |
| Current: | Adjustable in four ranges: -0.004 to 0.125 adc -0.008 to 0.25 adc -0.016 to 0.5 adc -0.032 to 1.0 adc |
| Regulation: | <1% of range |
| Meter Signal: | 0 to 1 madc, +/- 2% into 3 kohm maximum |
| DFP Reference Voltage: | 10 V +/- 2%, 10 madc maximum |

DFC-90 APPLICATIONS & DIMENSIONS




MAGPOWER

Paint

D. Freno electromagnético.

| | |
|---------------------|----------------|
| Supply Voltaje vdc | 0-90 |
| Maximum Current adc | 0.37 |
| Temperature Range: | |
| Operating | 0EC to 40EC |
| Storage | -30EC to +80EC |
| Relative Humidity: | 5% to 85% |
| Pollution Degree: | 2 (IEC664-1) |
| Altitude: | 0-2000 meters |

APENDICE 1: MANUAL DE OPERACIONES DE LOS CONTROLADORES DE TENSIÓN EN LA MÁQUINA 4110.

| | | | |
|---|---|-----------------------------------|-------------|
|  | Manual de Operaciones De Los Controladores de Tensión en la Máquina 4110 | | P.IF.01 |
| | Escrito: Pei Xing | Fecha de Emisión: 14/01/01 | Revisión: 1 |
| | Aprobado: Ing. Jorge Fernández | Fecha de Aprobación: 22//01/01 | 1/3 |

I. Propósito

Este manual tiene como objetivo mostrar el método de operación de los diferentes controles que conforman el sistema de control de tensión de la máquina Mark Andy 4110.

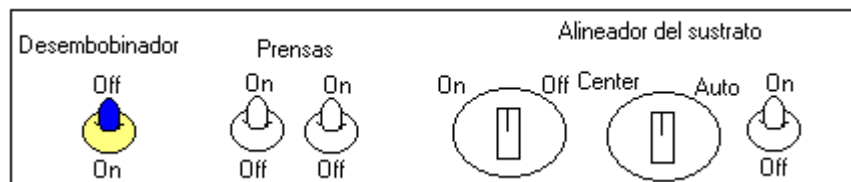
II. Alcance

Este manual únicamente es aplicable a la máquina Mark Andy 4110

III. Procedimiento


A. Estación de desembobinado

Encender la estación activando el interruptor hacia la posición inferior. Este interruptor se encuentra ubicado en la parte superior de la estación de desembobinado. (Figura 16).



Paint

Figura 16. Ubicación del interruptor de encendido/apagado de la estación del desembobinado.

| | | | |
|---|---|-----------------------------------|-------------|
|  | Manual de Operaciones De Los Controladores de Tensión en la Máquina 4110 | | P.IF.01 |
| | Escrito: Pei Xing | Fecha de Emisión: 14/01/01 | Revisión: 1 |
| | Aprobado: Ing. Jorge Fernández | Fecha de Aprobación: 22//01/01 | 2/3 |

El control de la tensión del sustrato se realiza mediante un regulador que se encarga de dosificar el aire que se inyecta en el cilindro del brazo oscilante, ubicado en la parte trasera de la máquina. Se debe levantar el seguro del regulador y girar la perilla en dirección de las manecillas del reloj para aumentar la tensión o en dirección contraria para disminuirla.

B. Estación de rebobinado

Para encender los rebobinadores se debe mover el interruptor hacia la posición superior hasta que la luz indicadora de stop se apague. (figura 17)

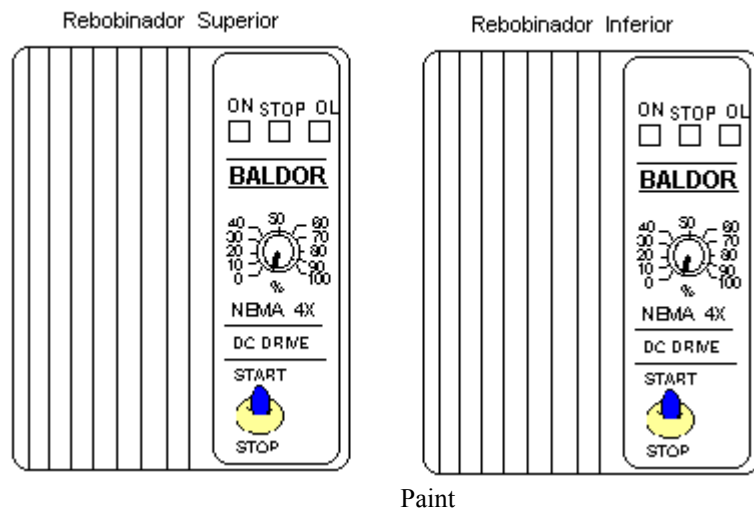



Figura 17. Posición de los controladores para los motores de corriente directa.

| | | | |
|---|---|-----------------------------------|-------------|
|  IFCASA | Manual de Operaciones De Los Controladores de Tensión en la Máquina 4110 | | P.IF.01 |
| | Escrito: Pei Xing | Fecha de Emisión: 14/01/01 | Revisión: 1 |
| | Aprobado: Ing. Jorge Fernández | Fecha de Aprobación: 22//01/01 | 3/3 |

Para aumentar la tensión del sustrato se debe girar la perilla del controlador en dirección hacia las manecillas del reloj. Para disminuir la tensión del sustrato girar la perilla del controlador en dirección contraria de las manecillas del reloj.

Indicación de las luces pilotos:


ON Indicación de encendido el controlador.

STOP Indicación del apagado del motor.

OL Indicación de sobre carga al motor.

Fin del Procedimiento

APENDICE 2: MANUAL DE CALIBRACIÓN DE LOS CONTROLADORES DE TENSIÓN EN LA MÁQUINA 4110.

| | | | |
|---|---|-----------------------------------|-------------|
|  | Manual de Calibración De Los controladores de Tensión en la Máquina 4110 | | P.IF.02 |
| | Escrito: Pei Xing | Fecha de Emisión: 14/01/01 | Revisión: 1 |
| | Aprobado: Ing. Jorge Fernández | Fecha de Aprobación: 22//01/01 | 1/3 |

I. Propósito

Este manual tiene como objetivo mostrar el método de calibración y ajuste de los diferentes controladores que conforman el sistema de tensión de la máquina Mark Andy 4110.

II. Alcance


Este manual únicamente es aplicable a la máquina Mark Andy 4110

III. Procedimiento

A. Controlador DFP90.

1. Coloque los siguientes potenciómetros y el interruptor a las siguientes posiciones:

| | |
|----------------------|---|
| F interruptor | PD |
| P | Totalmente a favor de las manecillas del reloj |
| D | Mitad de su rotación (aprox. 11 vueltas) |
| CORE | Totalmente en contra de las manecillas del reloj. |
| STOP TIME | Totalmente en contra de las manecillas del reloj. |
| STOP MULT | Totalmente en contra de las manecillas del reloj. |

| | | | |
|---|---|-----------------------------------|-------------|
|  | Manual de Calibración De Los controladores de Tensión en la Máquina 4110 | | P.IF.02 |
| | Escrito: Pei Xing | Fecha de Emisión: 14/01/01 | Revisión: 1 |
| | Aprobado: Ing. Jorge Fernández | Fecha de Aprobación: 22//01/01 | 2/3 |

2. Con la máquina corriendo y con cinta, ajuste la posición central del brazo oscilante. Utilizando el potenciómetro **POS1**.
3. Ajuste el potenciómetro **D** para minimizar los sobresaltos.
4. Si los sobresaltos no se pueden eliminar, gire el potenciómetro **P** totalmente en contra de las manecillas del reloj y repite el paso 3.

B. Controlador BC154

1. Ajuste de la velocidad mínima: Colocar la perilla de regulación de la tensión al mínimo. Girar el potenciómetro **MIN** en dirección en contra de la manecilla del reloj hasta que el motor deje de girar.
2. Ajuste de la velocidad máxima: Colocar la perilla de regulación de la tensión al máximo. Girar el potenciómetro **Max** en dirección de la manecilla del reloj hasta que el motor gire a la velocidad denominado como el máximo.
3. Ajuste del tiempo de aceleración: El potenciómetro **ACCEL** esta calibrado para acelerar en un segundo. Si se desea que la aceleración sea más rápido, girar el potenciómetro en contra de las manecillas del reloj. Tiempo máximo de aceleración es de aproximadamente de quince segundos.
4. Ajuste del tiempo de desaceleración: El potenciómetro **DECEL** esta calibrado para desacelerar en un segundo. Si se desea que la desaceleración sea más

| | | | |
|---|---|-----------------------------------|-------------|
|  | Manual de Calibración De Los controladores de Tensión en la Máquina 4110 | | P.IF.02 |
| | Escrito: Pei Xing | Fecha de Emisión: 14/01/01 | Revisión: 1 |
| | Aprobado: Ing. Jorge Fernández | Fecha de Aprobación: 22//01/01 | 3/3 |

rápido, girar el potenciómetro en contra de las manecillas del reloj. Tiempo máximo de desaceleración es de aproximadamente de quince segundos.

5. Ajuste del limite de la corriente: Girar la perilla de ajuste de la tensión al máximo. Conectar un amperímetro en al línea A1. Girar el potenciómetro **CL** en dirección de las manecillas del reloj hasta que el amperímetro indique una lectura de 5.7 Amperios.

Fin del procedimiento.