

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA

"REDISEÑO DEL CONTROL ELECTRICO Y ELECTRONICO PARA UNA MAQUINA  
IMPRESORA Y FORMADORA DE CAJAS DE CARTON".

INFORME TECNICO

PREVIA A LA OBTENCION DEL TITULO DE

INGENIERO EN ELECTRICIDAD

ESPECIALIZACION: ELECTRONICA.

PRESENTADA POR:

FUAD ALBERTO MANZUR HANNA.

GUAYAQUIL - ECUADOR

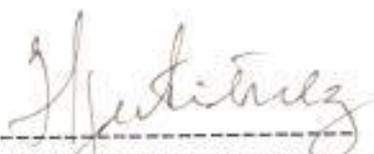
1987

## AGRADECIMIENTO

AL ING. GUSTAVO BERMUDEZ FLORES,  
SUPERVISOR DE ESTE INFORME TECNICO,  
POR SU COLABORACION EN LA  
ELABORACION DE ESTE TRABAJO, Y  
AL PERSONAL DOCENTE DE LA ESPOL  
QUE CONTRIBUYERON EN MI FORMACION.

## DEDICATORIA

- A MIS PADRES
- A MI ESPOSA
- A MIS HIJOS



-----  
ING. HERNAN GUTIERREZ VERA  
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL



-----  
ING. GUSTAVO BERMUDEZ FLORES  
PROFESOR SUPERVISOR



-----  
ING. RODRIGO BERREZUETA P.  
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

## DECLARACION EXPRESA

"LA RESPONSABILIDAD POR LOS HECHOS, IDEAS Y DOCTRINAS EXPUESTOS EN ESTE INFORME TECNICO, ME CORRESPONDEN EXCLUSIVAMENTE; Y, EL PATRIMONIO INTELECTUAL DE LA MISMA A LA ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL",

(REGLAMENTO DE EXAMENES Y TITULOS PROFESIONALES DE LA ESPOL).

  
FUAD ALBERTO MANZUR HANNA

## R E S U M E N

El objetivo de este informe técnico es el de dar a conocer los problemas que se suscitaron al poner en funcionamiento la máquina original y las respectivas soluciones que se pusieron en práctica.

El poner en funcionamiento una máquina impresora y formadora de cajas lleva a tener que ejecutar una serie de regulaciones en todos y cada uno de los cuerpos constitutivos del sistema, los mismos que por el trabajo de precisión que deben realizar hace que tengan que trabajar en perfecto sincronismo para la obtención de un producto final de buena calidad.

## INDICE GENERAL

	<u>Pags.</u>
RESUMEN -----	VI
INDICE GENERAL -----	VII
INDICE DE FIGURAS -----	X
INDICE DE TABLAS -----	XI
INTRODUCCION -----	12
CAPITULO I	
SISTEMA ANTIGUO DE CONTROL ELECTRONICO -----	14
1.1. ESPECIFICACIONES TECNICAS DE LA MAQUINARIA ORIGINAL---	15
1.2. DIAGRAMA DE BLOQUES DE LA MAQUINARIA ORIGINAL, DESCRIP CION DE CADA UNA DE LAS PARTES -----	15
1.3. CUERPO ALIMENTADOR -----	17
1.4. CUERPOS IMPRESORES -----	18
1.5. CUERPO TORQUELADOR -----	20
1.6. MESA DE SALIDA -----	22
CAPITULO II	
SISTEMA NUEVO DE CONTROL ELECTRONICO -----	25

	<u>Pags.</u>
2.1. CUADRADOR -----	29
2.2. CINTA TRANSPORTADORA -----	29
2.3. CORTADORA -----	31

### CAPITULO III

CRITERIOS UTILIZADOS PARA CAMBIAR EL SISTEMA ORIGINAL (CONTROL DE VELOCIDAD POR REACTOR SATURABLE) A UN CONTROL DE BASE DE SCR PARA EL MOTOR PRINCIPAL DE 40 HP.	33
--	----

### CAPITULO IV

DISEÑO DE LOS CONTROLES ELECTRICOS PARA CADA UNO DE LOS CUERPOS CONSTITUTIVOS DE LA MAQUINA-----	37
4.1. CUERPO ALIMENTADOR -----	37
4.2. CUERPO IMPRESOR N <sup>o</sup> 1 -----	44
4.3. CUERPO IMPRESOR N <sup>o</sup> 2 -----	46
4.4. CUERPO TROQUELADOR -----	50
4.5. CUERPO CORTADOR -----	55

### CAPITULO V

DISEÑO DEL SISTEMA DE ACOPLAMIENTO DE LA CINTA TRANSPORTADORA UTILIZANDO UN MOTOR DE 7.5 HP PARA TRABAJAR DE ESCLAVO DEL PRINCIPAL -----	59
--	----

Inv. No. \_\_\_\_\_

Pags

CAPITULO VI

RESULTADOS ECONOMICOS DESPUES DE LOS CAMBIOS EFECTUADOS EN LA MAQUINA -----	62
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES -----	67
BIBLIOGRAFIA -----	69

## I N T R O D U C C I O N

Como introducción de esta tesis podemos decir que la máquina original motivo de este informe técnico data del año 1.960. Constaba originalmente de un cuerpo alimentador, un cuerpo impresor, un cuerpo troquelador y una mesa de salida.

El control electrónico para variar la velocidad de esta máquina se lo obtenía en base de un control por reactor saturable, el mismo que representaba una serie de inconvenientes para el buen funcionamiento de la misma, hecho que llevó a buscar una primera alternativa de control de velocidad, luego; alternativas adicionales para complementar el buen funcionamiento de la máquina y poder de esta manera obtener mejor calidad en el producto final a un menor costo de producción.

Para el efecto se buscó algunas alternativas de control tales como:

- a. Regulación de velocidad de motores AC. por frecuencia variable usando ciclo convertidores.
- b. Regulación de velocidad de motores AC. usando métodos convencionales.
- c. Regulación de velocidad de motores DC.

De estas tres alternativas la más conveniente por lo económico y de fácil adaptación al sistema original se decidió por la de regulación de velocidad de motor DC ya que no implicaba cambiar el motor como con las alternativas anteriores.

## C A P I T U L O I

## SISTEMA ANTIGUO DE CONTROL ELECTRONICO

El sistema de control electrónico original de la máquina en mención, estaba constituido por un regulador de velocidad a base de reactor saturable, el mismo que fue construido en el año 1.960. Control, que por su antigüedad no permitía obtener una regulación adecuada a nuestras necesidades ocasionando los siguientes problemas:

- a, La máquina no alcanzaba su máxima velocidad.
- b. La regulación para la alta velocidad era muy inestable, lo que ocasionaba que la impresión sea de mala calidad.
- c. Con dicho control se podía arrancar la máquina a muy alta velocidad lo que hacía que su corriente de arranque sea muy alta trayendo como consecuencia que en ocasiones se quemen los fusibles de protección, y en muchas otras los diodos, haciendo que su

tiempo de parada por daños sea muy frecuente y su costo de mantenimiento muy alto, motivo por el cual, se decidió cambiar el sistema.

#### 1.1. ESPECIFICACIONES TECNICAS DE LA MAQUINARIA ORIGINAL

La máquina en su construcción original fue diseñada para cumplir las siguientes especificaciones en su parte técnica:

- a. Construir cajas de noventa por ciento quince - centímetros como medida máxima.
- b. Imprimir cajas de un solo color.
- c. Construir cajas sencillas.
- d. Utilizar para la construcción de cajas tanto - láminas de pared sencilla, cuanto de pared doble.
- e. Construir tapas o fondos para cajas de banano.

#### 1.2. DIAGRAMA DE BLOQUES DE LA MAQUINARIA ORIGINAL

DESCRIPCION DE CADA UNA DE LAS PARTES

FIGURA #1

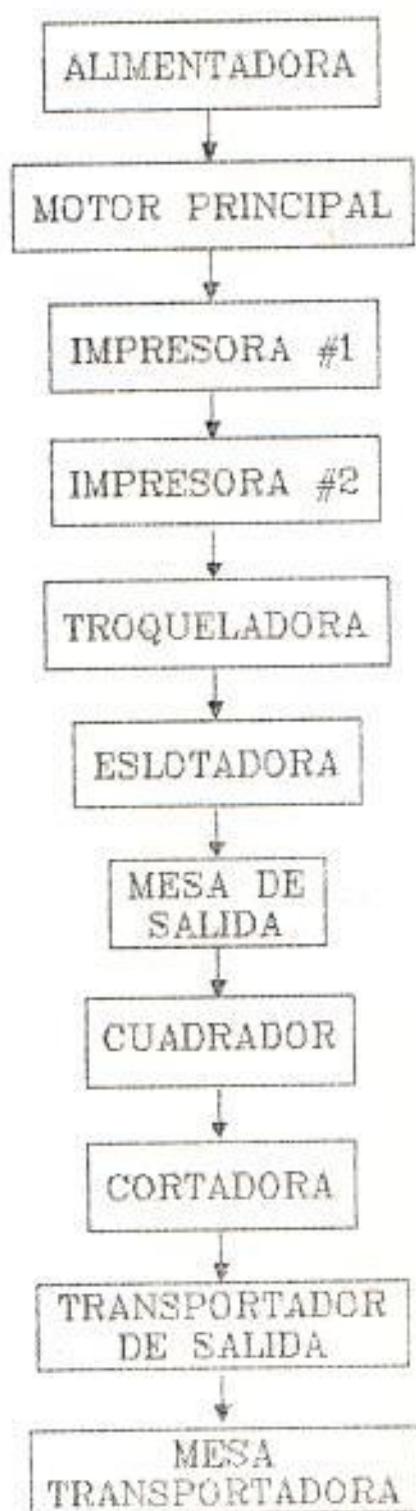


DIAGRAMA DE BLOQUES

### 1.3. CUERPO ALIMENTADOR

El cuerpo alimentador está formado por una mesa alimentadora, la misma que puede ser conectada y desconectada tanto por el operador de la máquina, cuanto por los operadores de carga de dicha mesa. Además en este cuerpo se encuentra el motor principal y todo el sistema de transmisión mecánica de la máquina.

En este cuerpo la mesa está accionada por un sistema electroneumático, el mismo que hace subir o bajar las uñas de alimentación, para que de esta manera deje pasar o no las láminas de cartón a los siguientes cuerpos.

Además a este cuerpo se le instaló un control de fin de carrera para evitar que al abrir la máquina, esta se salga de la riel en la que está instalada.

En este cuerpo se encuentra localizado las uñas para abrir y cerrar los cuerpos, además un paro de emergencia.

#### 1.4. CUERPOS IMPRESORES

Existen en esta máquina dos cuerpos impresores, los mismos que pueden ser operados individual o conjuntamente logrando de esta manera que se puedan trabajar cajas de uno o dos colores de una sola pasada.

De los dos cuerpos existentes en esta máquina, el primero que originalmente constituía aquella, era diferente en su constitución al segundo que fue adquirido el año pasado; lo que hacía que su control y operación fuese también diferente, trayendo como consecuencia una diversificación en los controles y en su operación, lo que llevó a la necesidad de unificar el sistema constitutivo primero al mismo tiempo que se modificó su control y operación logrando en esta forma que los dos sean iguales en su constitución y forma de operación.

De los cuerpos impresores el primero estaba compuesto por:

- a. Un rodillo porta cliché el mismo que sirve para poner el cliché.

- b. Un compensador, el mismo que sirve para adelantar o atrasar el rodillo porta cliché y poder de esta forma calibrarlo con el rodillo impresor y luego con el troquel.
  
- c. Un rodillo anilock que tomando la tinta del recipiente se la aplica al cliché, y este a su vez al cartón.
  
- d. Una bomba neumática que sirve para fluir la tinta del recipiente en la que se encuentra almacenada logrando de esta forma que siempre esté lleno y no se seque.
  
- e. Una bomba neumática que sirve para hacer fluir la tinta del recipiente en la que se encuentra almacenada logrando de esta forma que siempre esté lleno y no se seque.
  
- f. Un rodillo de caucho, el mismo que sirve para sacar el exceso de tinta del rodillo anilock evitando de esta forma que la impresión salga manchada.
  
- g. En el cuerpo N° 2 se cambia el rodillo de

caucho por un rodillo rascador con lo que se obtiene el mismo resultado que con el de caucho de una forma más eficiente.

- h. Se modificó el cuerpo N<sup>o</sup> 1, en lo referente a su rodillo de caucho sustituyéndolo con el rascador haciendo de esta forma que los dos cuerpos sean iguales en su constitución, operación y control.

#### 1.5. CUERPO TROQUELADOR

El cuerpo troquelador consta de las siguientes partes:

- a. Un rodillo porta troquel, en el cual se encuentra éste, elemento que sirve para darle la forma a la caja.
  
- b. Un compensador automático que sirve para hacer mover el rodillo en donde se encuentra el soporte que golpea el troquel para hacer el cote de la lámina y obtener de esta manera la formación de la caja. Se logra de esta forma que al no golpear el troquel en el mismo sitio, el soporte se gaste parejo y además la presión

entre el troquel y la lámina sea más o menos - constante a lo largo del tiempo.

- c. Un compensador manual para el porta cliché; el cual sirve para mover el rodillo en el que se encuentra éste logrando de esta forma la sin cronización con los dempas cuerpos que componen la máquina motivo de éste informe.
  
- d. Una cinta transportadora para desalojar el car tón que sale de la troqueladora hacia una se gunda cinta transportadora con la que se logra llevar dicho desperdicio hasta un succionador y por medio de éste hasta una máquina enfarda-  
dora.

#### 1.5.1. Cuerpo Eslotador

El cuerpo eslotador está formado por un ca bezal en el cual se encuentran montados - dos grupos de cuchillas, los mismos que una vez instalados en la barra porta cuchillas se quedan fijos para el movimiento trans-  
versal no así para el movimiento radial pa ra el cual si pueden ser movidos por medio

de un compensador, el mismo que hace que las cuchillas se desplacen a lo largo del rayado que viene hecho en la corrugadora, para dar la profundidad de corte a las ranuras de las cajas.

#### 1.6. MESA DE SALIDA

La mesa de salida está compuesta por los siguientes elementos:

- a. Un sistema de barras paralelas, las mismas que teniendo movimiento individual sirven para darle el porte de las cajas, siendo su máximo limitado por el ancho de la máquina y por el porte del rodillo de alimentación.
- b. Un sistema neumático para subir o bajar las barras paralelas logrando de esta forma que las cintas transportadoras de la mesa hagan mover o no las cajas ya troqueladas para formarlas.
- c. En la mesa de salida y antes de llegar a las barras formadoras se encontraba unas ruedas engomadoras, las mismas que formaban parte del sistema

tema de engomado de la máquina en su constitución original; esta engomadora fue reemplazada por un sistema sincrónico de engomado el mismo que tomando la señal de un fotodiodo el cual detecta el inicio de la caja, hace operar una válvula la que a su vez deja pasar la goma a la solapa de la misma con un retardo y con una longitud que puede ser calibrado de acuerdo al porte de la misma logrando de esta manera que se pueda aumentar la velocidad de la máquina; se puede lograr esto, ya que al no estar la goma en contacto con el aire, ésta no pierde el solvente el mismo que le dá penetración en la lámina de cartón haciendo que su tiempo de secado y en consecuencia el de pegado sea más corto necesitando menos tiempo de permanencia en la cinta transportadora y en consecuencia se puede aumentar su velocidad. La engomadora consta de una bomba neumática, la cual hace fluír la goma a través de una tubefía en la que se encuentra instalada un solenoide que es activado por el sistema de control, éste bloquea la salida de la goma si no es detectado el paso de cajas, la goma vuelve al recipiente mediante un bypass reciclándola y no permitiendo de esta manera que se seque.

Además este control está provisto de un sistema que detecta la velocidad de la máquina haciendo que no pueda ser activado el sistema de engomado si la velocidad de la misma no pasa de la mínima velocidad de funcionamiento para la que fue previamente calibrada.

- d. Adicionalmente se le adaptó un rascador accionado por un motor independiente para que le saque a la solapa de la caja el barniz obteniendo de esta forma que la goma penetre con facilidad y se pegue más rápido pudiendo así mismo aumentar la velocidad de la máquina y en consecuencia su producción.

## C A P I T U L O   I I

### SISTEMA NUEVO DE CONTROL ELECTRONICO

El nuevo sistema está formado por un control de velocidad para un motor DC de 40 hp.

El control electrónico al que se hace referencia es un sistema que está constituido por un puente trifásico a base de seis tiristores. El voltaje DC de salida de este control es el que va a ser utilizado para alimentar a la armadura del motor de 40 hp y se lo obtiene variando una resistencia acoplada al eje de un motor fraccionario con lo que se obtiene a su vez una variación de 0 a 12 Vdc a la entrada; y, una tensión de 0 a 480 Vdc a la salida. Logrando de esta forma variar la corriente de armadura del motor y en consecuencia su velocidad.

Con la adaptación de este control a la máquina se obtiene un sin número de posibilidades de regulación para tener como resultado final un buen funcionamiento de la máquina y en consecuencia mejor producto final.

Entre los beneficios obtenidos por la adaptación a la que se hace referencia se tienen las siguientes:

Con este control se puede regular la velocidad mínima de arranque, esto es, el voltaje mínimo a la que debe arrancar el motor.

Se puede limitar la velocidad máxima a la que puede funcionar el motor principal tanto en el control electrónico cuanto en el control eléctrico que comanda al mismo. En la parte electrónica lo hacemos regulando el potenciómetro localizado en la tarjeta de control de velocidad con lo que limitamos el ángulo de disparo de los SCR para obtener como voltaje de armadura el necesario para obtener la velocidad máxima requerida.

En cuanto a la regulación de la máxima velocidad por medio de la parte eléctrica, esto se logra limitando el máximo ángulo de movimiento de la resistencia acoplada al eje de una barra de leva, la misma que es movida por medio de un motor fraccionario reversible. En una de sus levas puede ser calibrado el máximo ángulo que toma la resistencia y en consecuencia su máximo valor ohmico con lo que se obtiene un valor de señal de entrada menor limitando de esta forma el valor de vol

taje de armadura.

Puede ser calibrado su aceleración y desaceleración regulando el valor de dos potenciómetros localizados en la tarjeta de control.

Su velocidad de impulso también puede ser regulada - con lo que se obtiene que el operador esté en condiciones de poder coger registro de impresión fácilmente.

Este sistema tiene un control de prioridad con lo que <sup>sepa</sup> logramos que si el operador presiona al mismo tiempo - la botonera para arranque y la de interminencia el control ejecuta la orden de interminencia hacien-do caso omiso a la de arranque.

Adicionalmente, y en vista que originalmente no lo tenía, a este control se le diseñó e instaló un sistema de frenado dinámico para poder de esta forma obtener un tiempo de parada menor evitando que las cajas que llegan al cuadrador se dañen si hubiere necesidad de ejecutar un paro de emergencia, dado el control de la cinta transportadora tiene un frenado rápido, esto hacía que ésta frenará antes que la máquina produciéndose un atrancón dañándose cuatro o cinco cajas.

Con la instalación de este control se logró que los dos tiempos de paro sean muy similares obteniendo como resultado que ya no se produzcan estos atascamientos y en consecuencia no hayan daños de cajas por este motivo.

Para este caso se usó como método de frenado el reostático el mismo que desconectando de la fuente de - alimentación el inducido del motor al cual se le aplica este tipo de frenado y conectándolo a una resistencia adicional manteniendo el campo conectado esto hace que el motor pase al régimen de marcha como generador cuya carga será la resistencia adicional esto hace que el motor quede sometido a un frenado intenso; y, su tiempo de frenado será más rápido cuanto más pequeña sea la resistencia.

Durante el proceso de frenado el arrollamiento de excitación permanece conectado a la red de corriente continua.

Durante el tiempo de frenado el motor no puede ser - prendido hasta que la resistencia no haya sido desconectada por el temporizador y en consecuencia en posición de trabajo.

## 2.1. CUADRADOR

El cuadrador está acoplado mecánicamente a la mesa de salida por medio de un cardán y tiene un movimiento de vaivén con lo cual se logra que las cajas se alinien entre sí, a su vez esta máquina sirve para que las cajas que salen formadas cambien su dirección de movimiento en noventa grados y se alinien una con respecto a la otra, obteniéndose de esta forma que al llegar a la cortadora dicha máquina pueda cortarlas perfectamente para así sacar cajas sencillas.

La velocidad de esta máquina sigue a la principal logrando que el vaivén del cuadrador sea mayor - cuanto mayor sea la velocidad de la máquina principal haciendo que las cajas se alinien bien unas con respecto a las otras.

## 2.2. CINTA TRANSPORTADORA

En la cinta transportadora se ha instalado un motor de 7.5 hp DC al mismo que se le construyó un sistema de control para hacerlo trabajar de tal manera que siga la velocidad del principal.

Por otra parte, éste control puede a su vez ser regulado para mantener el mismo traslape entre las cajas, cualquiera que sea la velocidad de la máquina principal.

La cinta transportadora tiene por finalidad además de llevar la caja desde el cuadrador hasta la cortadora, conseguir que demorando la salida de ésta se logre dar tiempo suficiente para que la goma que fue aplicada en la entrada de la mesa de salida se seque para que no se abra al llegar a él cortador.

En la cinta mencionada se puede conseguir un traslape variable entre las cajas y esto hace que se pueda lograr velocidades mayores en la máquina principal calibrando el traslape de tal manera, que a pesar de haber aumentado la velocidad a la máquina, todavía la caja tenga el tiempo suficiente para lograr un buen pegado antes de llegar a la cortadora, ya que estando enclavadas las dos ésta sigue en velocidad a la principal pero con el traslape requerido.

Al ser enclavada esta máquina con respecto a

la cortadora, ya que estando enclavadas las dos és ta sigue en velocidad a la principal pero con el traslape requerido.

Al ser enclavada esta máquina con respecto a la principal, ésta cumple con todas las condiciones - de aquella en lo referente al arranque por impulso arranque, paro, variaciones de velocidad.

### 2.3. CORTADORA

La cortadora está formada por:

- a. Un sistema de cuchillas que sirven para cortar las cajas dobles que fueron impresar - para obtener cajas sencillas como producto - final.
- b. Un sistema de protección a través del cual se evita que al momento de cambiar las cuchillas pueda ser prendida la cortadora protegiendo de esta forma al operador.
- c. Otra de las protecciones que se le instaló hace que no pueda ser operada la cortadora si se están sacando las cajas que se han quedado -

atascadas en las cuchillas.

Esta máquina puede ser operada en forma manual o automática desde el puesto de mando del operador.

En la forma manual, el operador tiene que prenderla o apagarla desde su puesto de mando.

En la posición automática la cortadora se prende al ser puesta en funcionamiento la máquina principal. Una vez que deja de funcionar dicha máquina la cortadora se apaga dos minutos más tarde. Con lo que obtenemos que no esté prendiendo y apagando si los paros de la máquina principal no son lo suficientemente largos; de lo contrario esta se apaga dos minutos más tarde.

### C A P I T U L O   I I I

CRITERIOS UTILIZADOS PARA CAMBIAR EL SISTEMA ORIGINAL  
(CONTROL DE VELOCIDAD POR REACTOR SATURABLE) A UN CON  
TROL A BASE DE SCR PARA EL MOTOR PRINCIPAL DE 40 HP

Tomando en consideración la cantidad de problemas causados por el sistema de regulación original com puesto por reactor saturable, y la necesidad de tener un sistema eficiente que nos permita cumplir con las condiciones tanto de funcionamiento eficiente cuanto de calidad en el producto, esto llevó a bus car alternativas de control que permitan cumplir con las condiciones impuestas. Para esto se analiza ron todas y cada una de las posibilidades ante riormente descritas muchas de las cuales se dese charon; unas por motivos económicos, otras por no cum plir con las necesidades impuestas y algunas por la dificultad que presentaban cumplirlas ya sea en la eje cución misma o en el acoplamiento con los demás siste más que forman parte de la máquina.

Del análisis de los sistemas anteriormente descritos, y de algunos más se adoptó el control DC como el más idóneo para cumplir las condiciones expuestas anteriormente, además de esto por la facilidad que presentaba este para poder acoplar la máquina principal con la cinta transportadora logrando que los dos trabajen como una sola.

La bobina de reactancia de núcleo saturable, o simplemente reactor saturable adquirió en su época una gran importancia en la electrónica industrial. Sirve para muchas funciones electrónicas y además es un elemento fundamental de todos los circuitos de amplificador magnéticos.

El reactor saturable es una bobina de inducción, cuya reactancia  $X_L$  puede ser variada provocando la variación de la saturación magnética de su núcleo de hierro.

El control de corriente de carga de corriente alterna relativamente intensas se puede utilizar el reactor saturable, como en el caso al que se hace referencia era necesario utilizar corrientes DC. La salida del reactor saturable estaba conectada a un puente -

rectificador; y, a éste la armadura del motor cuya velo  
cidad se controlaría.

Una corriente de intensidad relativamente pequeña en el  
arrollamiento de corriente continua del reactor satura-  
ble puede controlar corrientes de carga de corriente al  
terna de gran intensidad.

El arrollamiento de corriente alterna del reactor sat  
urable está en serie con el puente rectificador.

Con una intensidad nula de corriente continua la reac  
tancia del arrollamiento de corriente alterna es  
máxima y la corriente de carga es mínima. Cuan-  
do la intensidad de la corriente continua aumenta, la  
reactancia de corriente alterna disminuye y la co  
rriente de carga aumenta. De esta forma podemos -  
controlar la velocidad del motor DC., controlando -  
la corriente del arrollamiento de corriente conti-  
nua y en consecuencia la corriente de armadura del  
motor DC. Así, cuando hay la suficiente corriente para  
la saturación del núcleo, tendemos la máxima velocidad  
y la velocidad será mínima cuando la corriente de con  
trol sea nula.

En este caso como está conectado el reactor saturable -

En este caso como está conectado el reactor saturable - en serie con la carga por éste circulará la corriente - de aquella en cuyo caso habrá pérdida de potencia y calor.

Al reemplazar el control por reactor saturable con otro a base de tiristores para el funcionamiento del motor - de corriente continua y su regulación de velocidad se obtiene mejor resultado en cuanto a regulación y operación además que con este control casi no existe pérdida de potencia por calor.

El control de velocidad en el caso de usar tiristores - se lo obtiene variando el ángulo de disparo de los SCR que conforman el puente con lo que se obtiene un voltaje DC. variable, en consecuencia una corriente variable y por ende una velocidad variable.

## C A P I T U L O    I V

### DISEÑO DE LOS CONTROLES ELECTRICOS PARA CADA UNO DE LOS CUERPOS CONSTITUTIVOS DE LA MAQUINA

Para el diseño de cada uno de los controles para todas y cada uno de los cuerpos que componen esta máquina se tomaron en consideración las necesidades de operación y condiciones que debían cumplir éstos para obtener los resultados previstos; y, para el cumplimiento de cada una de las funciones de los componentes de dicha máquina.

A continuación y con motivo de hacer el diseño de todos y cada uno de los controles de los cuerpos que conforman la máquina se detallan las condiciones que deben cumplir cada uno de sus componentes.

#### 4.1. CUERPO ALIMENTADOR

Las condiciones que debe cumplir el control del ali

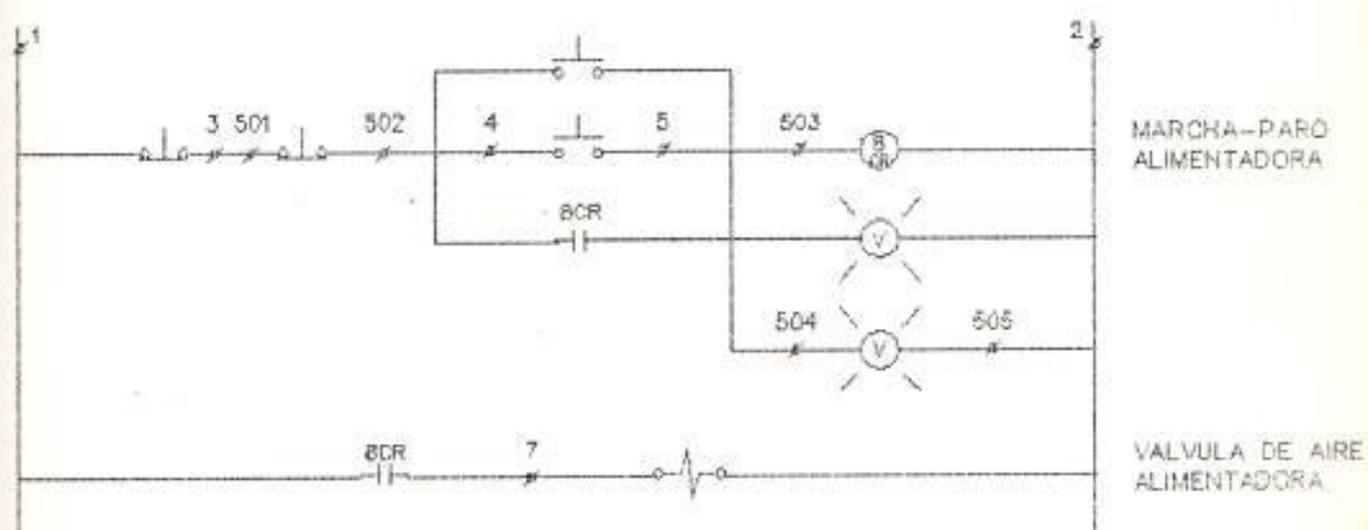
mentador de la imprenta en referencia son las siguientes (Ver figura N° 2):

- a. La alimentación de láminas puede ser comandada desde la entrada de láminas, o del pupitre de mando de la máquina.
- b. Tener un sistema de control que permita abrir y cerrar la máquina desde este cuerpo.
- c. Para apagar la máquina desde el cuerpo alimentador y evitar que se vuelva a prender si fuese necesario.
- d. Tener un control visual que indique a los operadores cuando se está alimentando o no.

#### 4.1.1. Abrir y cerrar la máquina

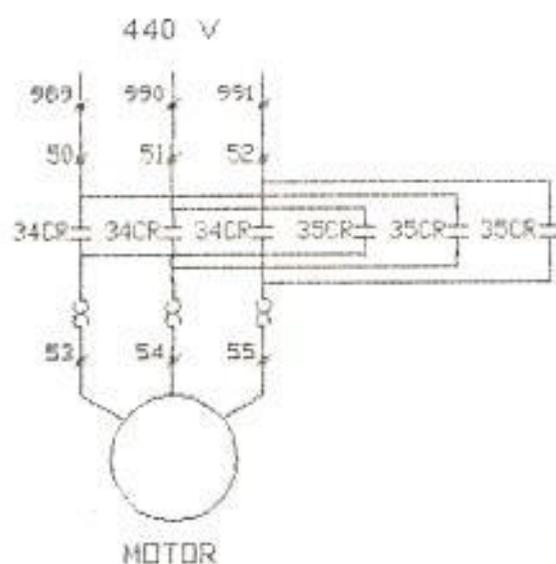
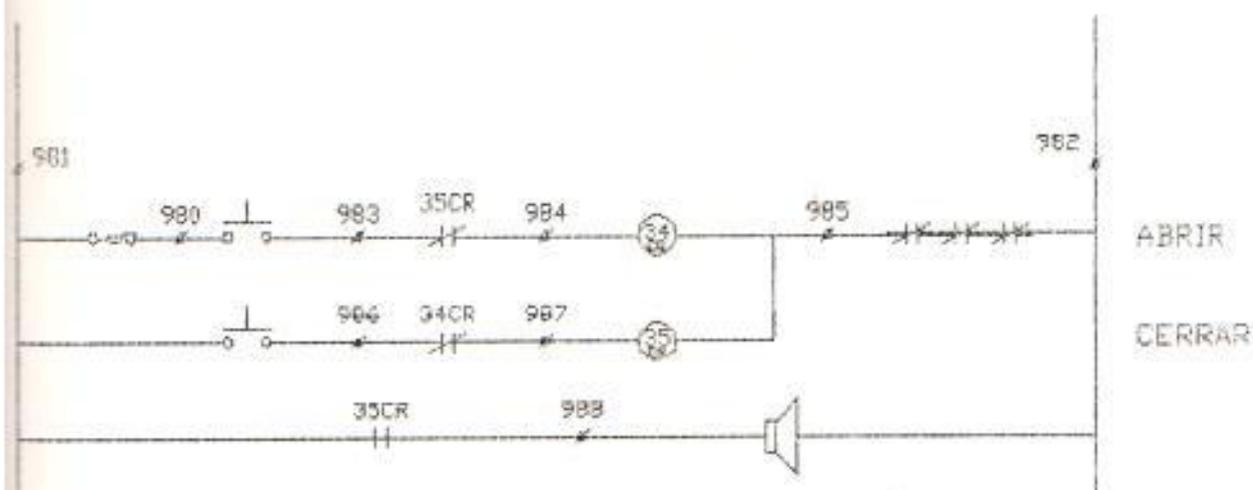
En este cuerpo se encuentran también instaladas las botonerías para abrir y cerrar la máquina; este control debe cumplir las siguientes condiciones (Ver figura N° 3) :

FIGURA #2



CUERPO ALIMENTADOR

FIGURA #3



SISTEMA DE CONTROL PARA  
ABRIR Y CERRAR LA MAQUINA

- a. Al ser presionada la botonera para cerrar la máquina se activa una bocina durante todo el proceso de cerrado indi-cando al personal que deben salir de entre los cuerpos si se encontraren dentro.
  
- b. En cuanto a la apertura esta tiene un - límite máximo tanto mecánico cuanto eléctrico con lo que se logre que no salga del riel en la que se encuentre - montada.

#### 4.1.2. Motor principal

En este cuerpo se encuentra localizado el motor principal de la máquina y su pupitre de mando frente al cuadrador, lugar que originalmente constituía la salida de la - caja (Ver figura N° 4).

El control del motor principal es operado desde el pupitre de mando, aquí se encuentran instaladas las botoneras para prender, apagar, control de impulso, aumentar



y disminuir la velocidad; al igual que el potenciómetro para calibrar el traslape de la cinta transportadora, en vista de que la cinta y la máquina trabajan enclavadas la operación de ésta se basa en el funcionamiento de aquella.

El motor principal arranca a la mínima velocidad calibrada logrando de esta forma que su corriente de arranque sea pequeña. Una vez en funcionamiento esta puede ser aumentada hasta llegar a la máxima velocidad fijada, si en esta condición se para, ella no puede ser accionada nuevamente hasta que el potenciómetro motorizado vuelva a la posición de mínima resistencia y en consecuencia a la mínima velocidad de arranque.

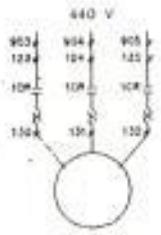
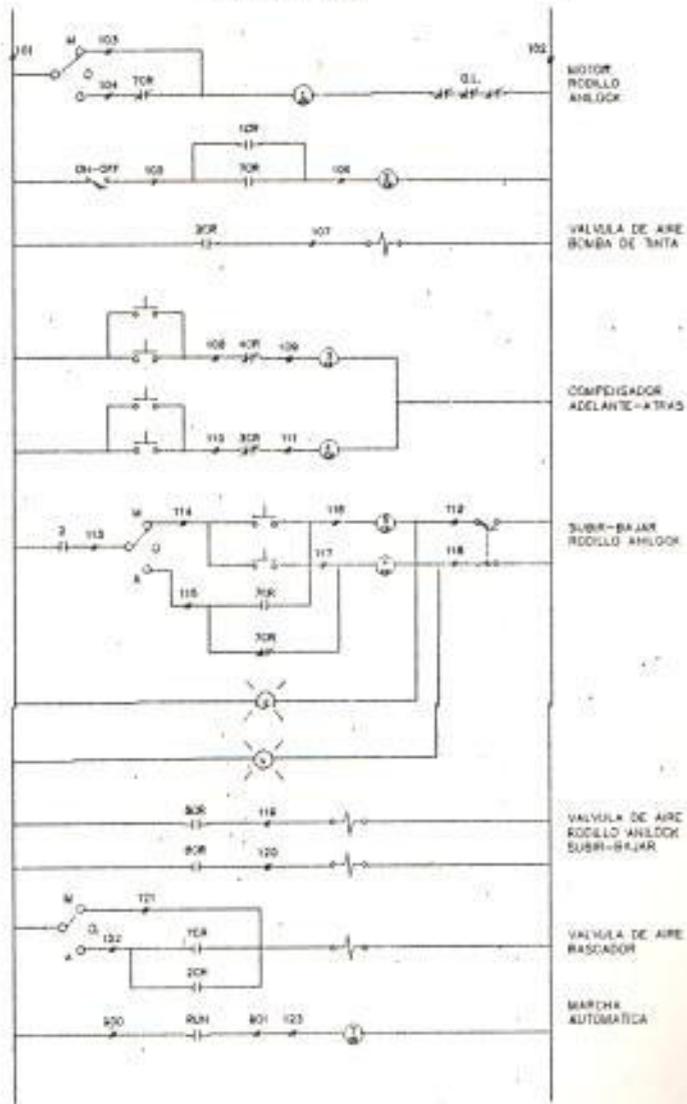
En cuanto a la velocidad de impulso, esta está calibrada para dar al operador facilidad para coger el registro.

#### 4.2. CUERPO IMPRESOR N° 1

Para el diseño del sistema de control eléctrico de este cuerpo se tomaron las siguientes consideraciones (figura N° 5):

- a. Este cuerpo debe poder ser operado manual o automáticamente.
- b. En la operación manual debe a su vez cumplir - con las condiciones:
  - Operar primeramente el sistema de aire para - la bomba neumática de tinta, sin dicha operación no puede ser prendido el cuerpo impresor, porque de lo contrario al quedarse sin tinta, se quema el cliché por la fricción de éste contra el rodillo de anilock.
  - Sólo luego de producida la operación anterior puede prender el rodillo de caucho logrando - de esta manera que la tinta que se encuentra en el recipiente no se seque.
  - A continuación puede ser operado el rodillo -

FIGURA #5



MOTOR ANILOCK



MOTOR DEL COMPENSADOR

CUERPO IMPRESOR 1

anilock, es decir pegarlo al cliché.

- El compensador puede ser operado desde dos - puntos del cuerpo y en cualquier momento, pu diendo de esta forma precalibrar con la má quina abierta y luego darle el ajuste final con la máquina cerrada.

c. En la condición automática; el orden de pren dido descrito anteriormente se cumple en for ma inmediata después de haberse puesto en fun cionamiento la máquina.

d. Se cambió el sistema constitutivo original de este cuerpo por uno similar al del cuerpo N° 2 y de esta manera los controles quedaron igua les.

#### 4.3. CUERPO IMPRESOR N° 2

El cuerpo impresor N° 2, a diferencia de- N° 1, no tiene el rodillo de caucho, el mismo que es reem plazado por una barra rascadora que al igual que el rodillo de caucho sirve para sacar el exceso -

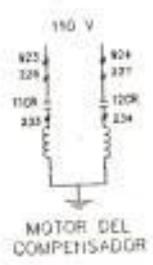
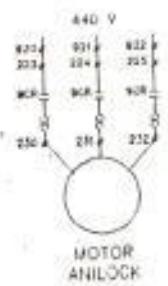
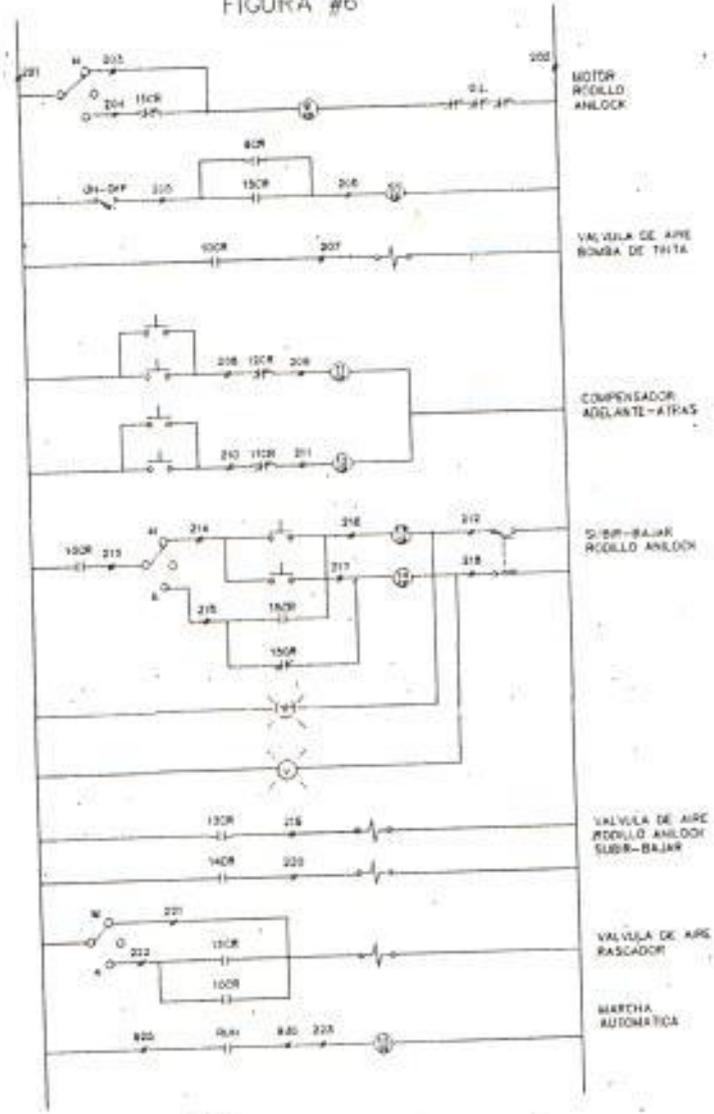
de tinta que se pueda haber aplicado al cliché ,  
logrando el mismo resultado anterior.

Este cambio de la barra rascadora por el rodillo de caucho hace que el diseño de su control sea diferente al anterior ya que en este caso el rascador hace que el exceso de tinta se recoja en los extremos del rodillo, no pudiendo por lo tanto recoger una cantidad muy grande de tinta ya que este cuerpo no tiene bandeja recolectora como el cuerpo anterior, sino que el exceso va directo al tanque de tinta.

Las condiciones que debe cumplir el control de este cuerpo son las siguientes (Ver figura N° 6):

- a. El rodillo anilock debe trabajar en manual o automático o apagado; en la posición manual , éste puede ser prendido o apagado a elección del operador; en la posición automática éste se prende cuando la máquina se apaga.
- b. La bomba de tinta se prende solo después que el rodillo anilock es operado o cuando la máquina principal se prende, pudiendo además,

FIGURA #6



CUERPO IMPRESOR 2

dejarla apagada.

- c. El compensador puede ser operado desde dos puntos y en cualquier momento.
- d. El subir y bajar el rodillo anilock puede trabajar en la posición manual, automático; y, apagado; en la posición manual puede ser pegado al cliché solo cuando la bomba de tinta ha sido prendida de lo contrario no; en la posición automática éste se pega al cliché cuando la máquina está funcionando, si la máquina se apaga este se separa.

En la posición apagada este no puede ser operado.

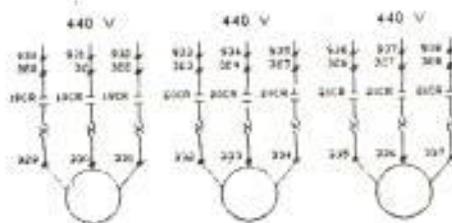
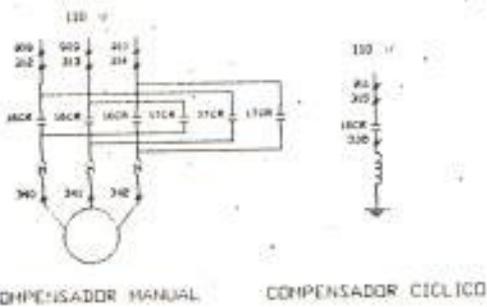
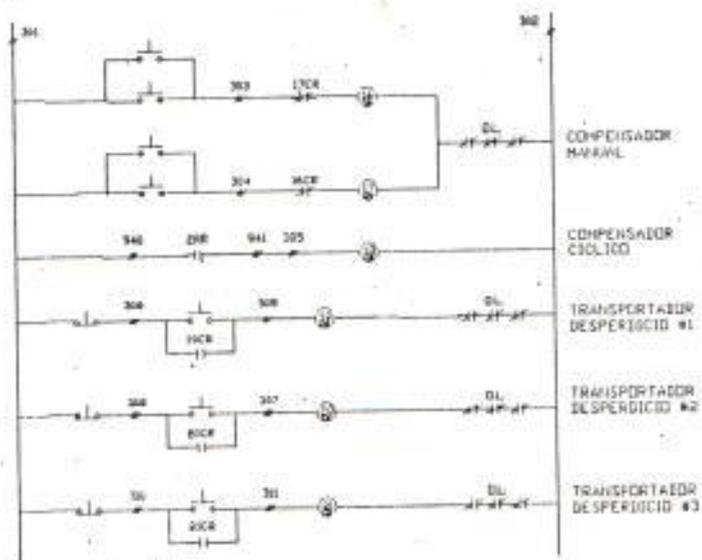
- e. La válvula de aire del rascador puede ser operada en forma manual, automática y desconectada; en la posición manual ésta puede ser operada a voluntad del operador, en la posición automática esta opera cuando la bomba de tinta o la máquina están prendidas.

#### 4.4. CUERPO TROQUELADOR

Como había indicado anteriormente en este cuerpo - existen dos compensadores, uno del porta cliché y otro del rodillo en el cual descarga el troquel - contra la lámina; cada uno de estos compensadores tiene un trabajo específico que cumplir (Ver figura N° 7).

- a. El compensador del rodillo porta troquel puede ser operado desde dos puntos, esto es, de igual forma que el rodillo porta cliché.
- b. El segundo compensador a la que se hizo referencia anteriormente debe trabajar sólo en forma automática cuando la máquina esté en funcionamiento, haciendo que el rodillo se mueva en forma de vaivén y ciclicamente con lo que se logra que el golpe del troquel contra dicho rodillo no sea siempre en el mismo punto, logrando de esta forma que su desgaste sea en forma pareja y su duración mayor.
- c. En este cuerpo también se encuentran localizadas dos cintas transportadoras las mismas que sirven para sacar el desperdicio que sale

FIGURA #7



TRANSPORTADORES DE DESPERDICIO

CUERPO TROQUELADOR

al troquelar las láminas y llevarlo hasta los succionadores y por medio de éstos hasta la en fardadora para ser empacado y luego reprocesado este control es manual dependiendo de la necesidad de sacar el desperdicio o no.

#### 4.4.1. Cuerpo eslotador

La condición que debe cumplir el control -  
eléctrico de este cuerpo es la siguiente -  
(Ver figura N<sup>o</sup> 8):

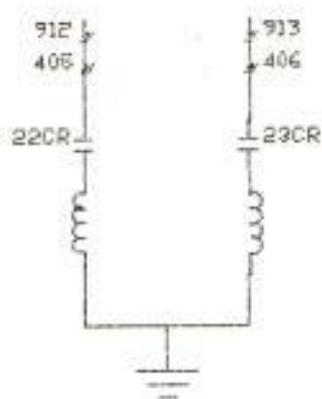
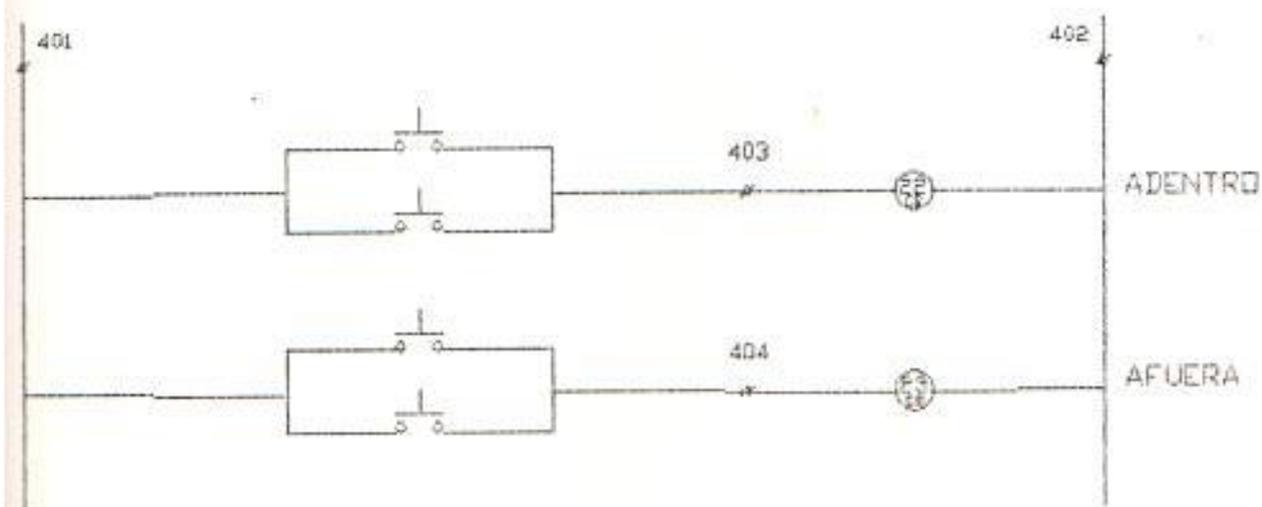
El control para poner en funcionamiento el compensador debe poder ser accionado desde el centro del mismo y con la máquina abierta, logrando de esta forma un precalibrado; desde la parte de afuera y con la máquina cerrada, para obtener un calibrado final.

#### 4.4.2. Mesa de salida

La mesa de salida debe cumplir con los siguientes requisitos (Ver figura N<sup>o</sup> 9):

a. Las barras paralelas que forman esta mesa -

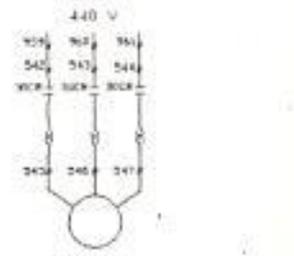
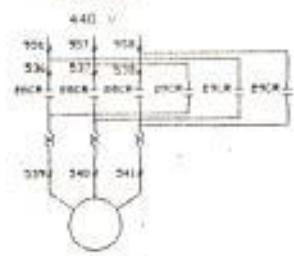
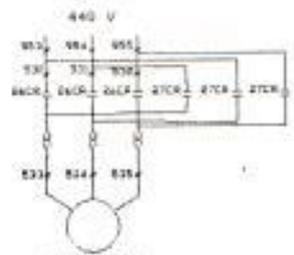
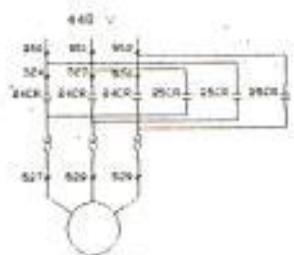
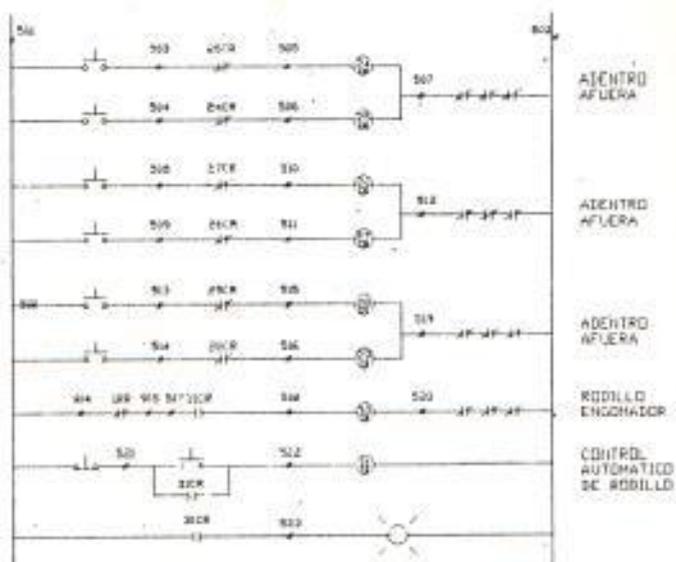
FIGURA #8



MOTOR DEL COMPENSADOR

CUERPO ESLOTADOR

FIGURA #9



MESA DE SALIDA

tanto la del lado de operación cuanto el de mando pueden ser movidos hacia adentro y hacia afuera con lo que se logra pasar cajas chicas o grandes.

b. El porta rodillo engomador tiene el mismo movimiento que las barras.

c. El rodillo engomador puede trabajar en manual o en automático, en la posición manual el siempre gira, y en automático el gira con la máquina apagada y se para con la máquina trabajando.

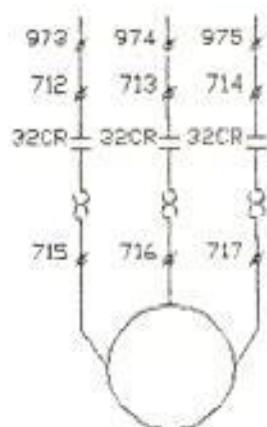
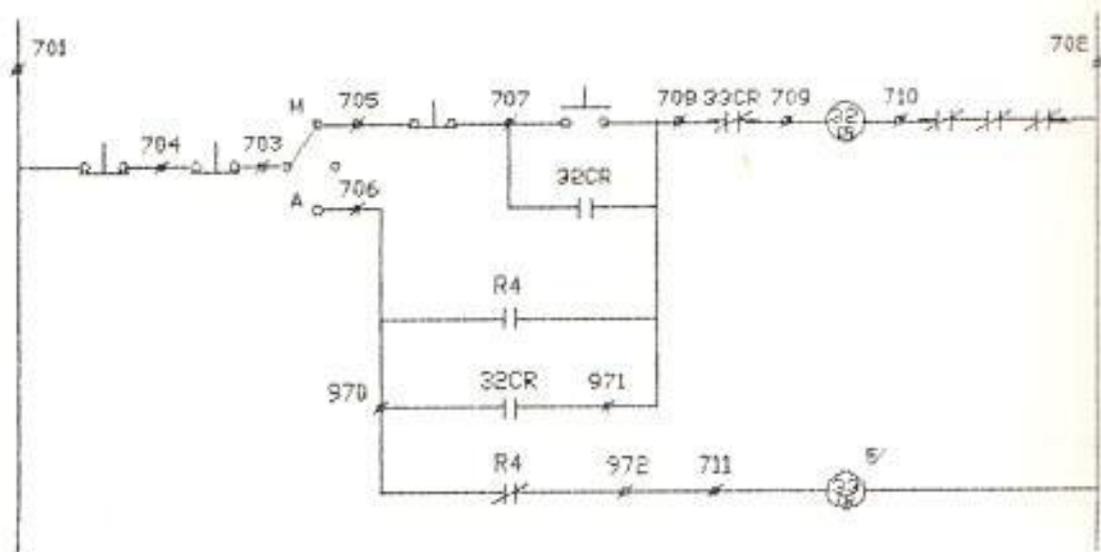
d. El arrastre de las cajas se las hace por medio de bandas que son activadas en forma neumática.

#### 4.5. CUERPO CORTADOR

El cuerpo cortador está compuesto por los siguientes elementos (Ver figura N° 10):

a. El sistema de cuchillas, el mismo que sirve para cortar en dos la caja doble que sale de la im

FIGURA #10



MOTOR DE  
CORTADURA

CUERPO CORTADOR

prenta obteniendo de esta manera cajas sencillas - a la salida de este cuerpo.

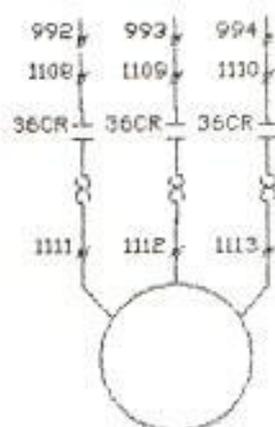
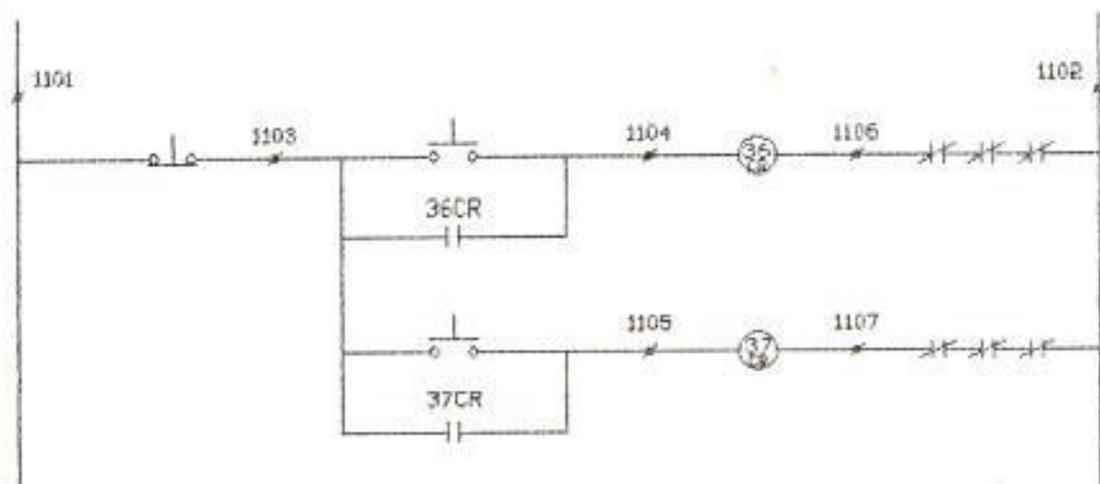
- b. Un motor AC de 7.5 hp sirve para mover las cuchillas, el sistema de control eléctrico de este cuerpo pue de ser accionado en forma manual o automática to mando en consideración las debidas protecciones para la operación del mismo.
- c. A continuación de este cuerpo se encuentra dos mesas transportadoras que permiten sacar las cajas que salen de la cortadora para ser contadas y empacadas.

#### 4.5.1. Transportador de salida

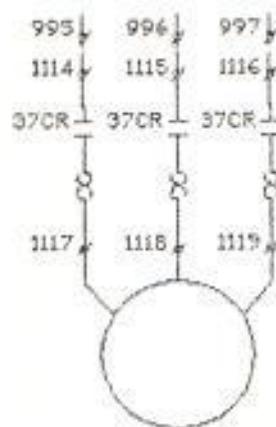
En el transportador de salida se encuentran dos tramos motorizados de noventa grados los mismos que sirven para darle el impulso a las cajas que salen del cortador y poder así ingresar - las cajas a las amarradoras.

El control de estos tramos es individual en su - puesta en marcha pero se apagan al mismo tiem po (Ver figura N<sup>o</sup> 11).

FIGURA #11



MOTOR # 1



MOTOR # 2

TRANSPORTADOR DE SALIDA

## C A P I T U L O   V

DISEÑO DEL SISTEMA DE ACOPLAMIENTO DE LA CINTA TRANSPORTADORA UTILIZANDO UN MOTOR DE 7.5 HP DC PARA TRABAJAR DE ESCLAVO DEL PRINCIPAL.

Para el diseño del acoplamiento de la cinta transportadora se tomaron en consideración aspectos muy importantes - como son:

Características del producto final que se deseaba obtener.

La rapidez de fabricación y su calidad entre otras.

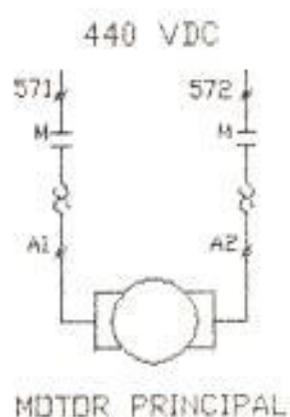
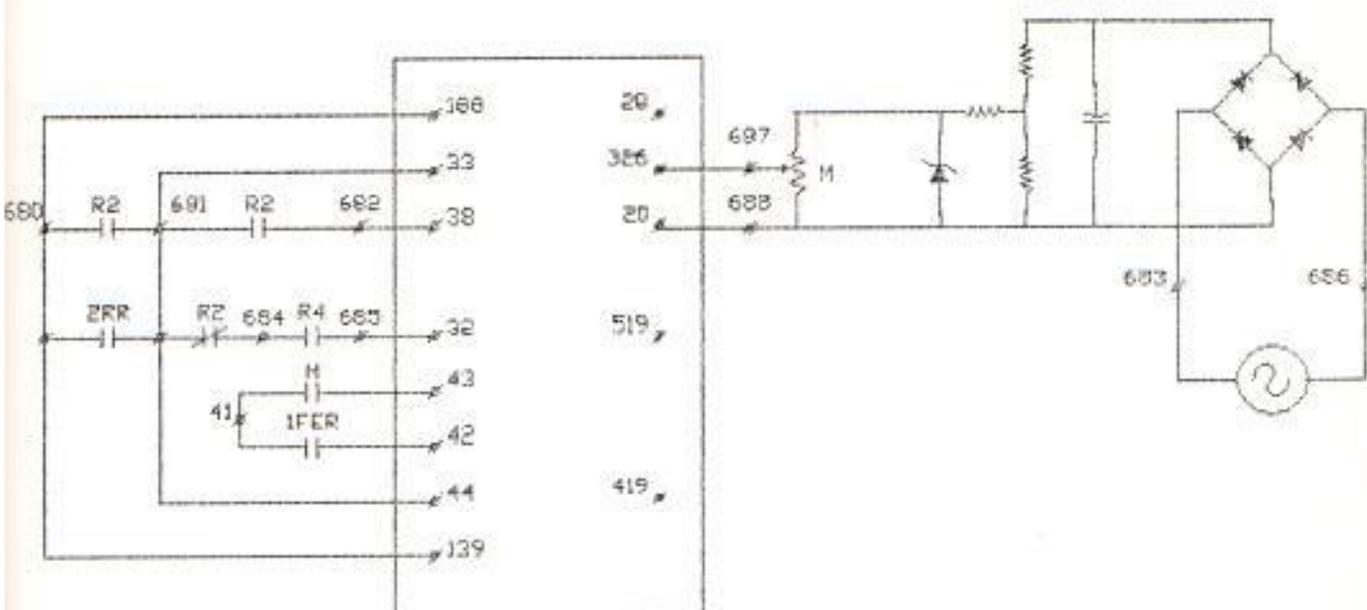
Para el acoplamiento de la cinta transportadora a la máquina principal se usó un motor DC, el que por la característica del control de la máquina principal lo presentaba como el motor ideal para lograr un acoplamiento excelente, confiable y de fácil adaptación.

Para la realización de este control se escogió un eje - de la máquina el mismo que debía girar a la misma ve

locidad que aquella, en este eje se instaló un tacogenerador del cual se tomaría la señal de referencia para el control de velocidad de la cinta.

En vista de que el control de velocidad que se usaría para el motor de la cinta sólo aceptaba de 0 a 12 Vdc., se le adaptó un circuito que permitiría además de rectificar el voltaje AC., generado por el tacómetro limitarlo a un voltaje máximo de 12 Vdc., por medio de un diodo zener; además como esta máquina tiene que trabajar enclavada a la principal pero con una diferencia de velocidad para mantener un traslape entre las cajas a lo largo del tiempo, se le adaptó además una resistencia de control que es la que nos permitirá cumplir con esta condición (Ver figura N° 12).

FIGURA #12



CINTA TRANSPORTADORA

## CAPITULO VI

### RESULTADOS ECONOMICOS DESPUES DE LOS CAMBIOS EFECTUADOS EN LA MAQUINA

Después de haber ejecutados los cambios descritos en este informe se obtuvieron muchos beneficios tanto en la parte económica cuanto en la parte operativa.

En cuanto a la parte económica podemos citar algunos.

Cuando se trabajaba con la máquina original se tenía que corrugar láminas para cajas sencillas lo que llevaba a no poder usar la máquina en su total ancho; con lo que se ~~des~~ perdiciaba tiempo de máquina, de hombres, y en consecuencia costos altos.

En la máquina impresora se debía trabajar mucho más tiempo para tener como resultado la misma producción que se ~~obtie~~ ne en este momento con los cambios efectuados lo que ~~oca~~ sionaba costos de producción más altos.

Al tener que trabajar más tiempo para cumplir un programa de terminado ocasionaba mayores gastos en cuanto a horas máquina, horas hombre, y en consecuencia menor rentabilidad en la máquina.

Como datos referenciales nos referiremos a la tabla N<sup>o</sup> 1.

En cuanto a los desperdicios de cartón en un caso y en otro es también considerable; Ver tabla N<sup>o</sup> 2.

En cuanto a desperdicio de papel en la corrugadora para hacer cartón para cajas dobles con respecto a cajas sencillas - ver tabla N<sup>o</sup> 3.

En lo referente a el tiempo de máquina es considerable el ahorro obtenido y esto lo podemos apreciar en la tabla N<sup>o</sup> 1 que nos dá la producción en uno y otro caso.

En cuanto se refiere a horas - hombre sobre una producción determinada también lo podemos apreciar en la tabla N<sup>o</sup> 1.

En lo referente a la parte operativa, en el caso de tener un solo color tenía que pasar dos veces para lograr cajas de dos colores, lo que ahora se lo logra de una sola pasada; haciendo mucho más fácil y rentable el trabajo.

TABLA N° 1

HORAS MAQUINA Vs. HORAS HOMBRE

PERIODO	H O R A S	
	PAGADAS <i>hogerales</i>	TRABAJADAS
1	279.5	272
2	226.5	221
3	289.5	281
4	297.75	277.08
5	301.83	279.02
6	295	261.67
7	168.02	180.38
8	299	297.77
9	337.31	337.31

TABLA N° 2

	DESPERDICIOS	CAJAS	SENCILLAS
PERIODO	PRODUCCION	DESPERDICIO	
1	1823860	279.5 %	2,79
2	1415060	5.35 %	
3	1871140	4.55 %	
4	1924066	3.77 %	
5	2085780	3.09 %	
6	1897080	4.92 %	
7	1255960	5.68 %	
8	2680000	4.32 %	
9	3204500	3.20 %	

TABLA N° 3

DESPERDICIOS CAJAS DOBLES

PERIODO	PRODUCCION	HORAS TRABAJADAS
1	1823860	272
2	1415060	221
3	1871140	281
4	1924066	277.08
5	2085780	279.02
6	1897080	261.67
7	1255960	180.38
8	2680000	297.77
9	3204500	337.31

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En una máquina como la descrita en este informe en la que se tiene la necesidad de obtener mayor producción y productividad a un costo relativamente bajos comparados con lo que costaría un sistema moderno que logre el objetivo previsto; para lograrlo se hace necesario cambios tanto en la parte constitutiva cuanto en la parte operacional de la misma.

Para poder satisfacer esta necesidad se diseñó y construyó una cinta transportadora con un sistema de control eléctrico y el escogimiento de un sistema de control electrónico el mismo que fue adquirido en el mercado y que fuera compatible con el del motor principal ya que iban a ser acoplados para trabajar interconectados.

Se le diseñó y construyó el cuadrador el mismo que fue acoplado mecánicamente a la máquina principal, tenía que hacer girar la caja noventa grados para dejarla en posición de corte.

Se le diseñó y construyó el cortador con su respectivo control

trol eléctrico.

De igual manera se le construyó una mesa transportadora a la salida del cuadrado logrando de esta manera que las cajas que salen separadas de la cortadora puedan ser llevadas a las amarradoras.

Con lo descrito anteriormente demostramos la factibilidad de construir un sistema eficiente a un precio sumamente bajo y que cumpla con las especificaciones dadas aunque no del todo en lo que se refiere calidad de acabado en su construcción.

En el caso de usar la máquina para construir cajas para uso doméstico, es decir cajas de formato diferente a las de banano, se las puede hacer variando las distancias de los rieles en la mesa de salida pero nos queda limitada a dos colores y el porte al de 90 % de *diámetro del cilindro*  
*Alindas*

Si se necesita cajas de más colores se recomienda aumentar un cuerpo de impresión con lo que tendremos la posibilidad de imprimir tres colores.

## BIBLIOGRAFIA

1. MANUALES DE DISEÑO Y OPERACION DE RELIANCE.
2. TIRISTORES Y TRIACS DE LILEN.
3. ELECTRICAL CONTROL SYSTEMS IN INDUSTRY SISKIND.
4. SOLID STATE DC MOTOR DRIVE KUSKO.
5. PILAS Y ACUMULADORES MAQUINAS DE CORRIENTE CONTINUAS.