

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

ESCUELA DE INGENIERÍA

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL
PARA UNA MÁQUINA ETIQUETADORA

PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO
EN ELECTRÓNICA Y CONTROL

LUIS EDUARDO MINANGO GRANIZO

DIRECTOR: DR. LUIS CORRALES PAUCAR

Quito, Julio 2002

DECLARACIÓN

Yo, Luis Eduardo Minango Granizo, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Escuela Politécnica Nacional, según lo establecido por la ley de propiedad intelectual, por su reglamento y por la normatividad institucional vigente.



Luis Eduardo Minango Granizo

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Luis Eduardo Minango Granizo, bajo mi supervisión.



.....

Dr. Luis Corrales Paucar

DIRECTOR DE PROYECTO

DEDICATORIA

El presente trabajo va dedicado a mis padres que con esfuerzo y abnegación guían y ayudan para que sus hijos alcancen sus metas.

EDUARDO

AGRADECIMIENTOS

A Dios quién siempre nos cuida y protege.

A mi padre Luis quién en conjunto con Judith han luchado incansablemente para superar los inconvenientes y dar a sus hijos todo lo que ha estado a su alcance para que nosotros logremos las metas propuestas.

A mi madre Beatriz y Tarquino mi tío, quienes siempre me han dado su apoyo y cariño.

A mis Hermanos Lucho, Silvia, Patricia, Lester, Beatriz, Juan Carlos e Isabel, por su ayuda constante para la culminación de este proyecto.

Al Dr. Luis Corrales por su acertada dirección en el desarrollo de este proyecto.

Al Ing. Walter Brito por su amistad sincera y apoyo en momentos decisivos de la carrera.

EDUARDO

ÍNDICE

CAPITULO 1

1	Generalidades.....	1
1.1	Estudio y reseña histórica del papel	2
1.2	Historia del papel	2
1.3	Fabricación del papel.....	3
1.3.1	Los egipcios y el papiro	4
1.3.2	Producción manual.....	5
1.3.3	Producción mecánica.....	6
1.4	Otros materiales empleados en impresión.....	8
1.5	Descripción funcional de la etiquetadora	10
1.5.1	La impresión flexográfica.....	12
1.5.2	Estado actual de la flexografía.....	12
1.5.3	Descripción del proceso de impresión	13
	Figura 1.2. Estación de impresión de la máquina etiquetadora.....	15
	Figura 1.3. Sección de impresión en la máquina etiquetadora con tambor central.....	18
	Figura 1.4. Tipos de sustratos para la industria flexo gráfica.....	19
1.5.4	Características del material para la impresión.....	20
1.6	Propuesta de automatización.....	21
1.7	Descripción de los procesos a implementarse.....	21
1.7.1	Control de la velocidad de impresión.....	22
1.7.2	Control en la cámara de secado.....	23
1.7.3	Sistema de cuantificación de la cantidad de papel.....	23

1.7.4	Troquelado.....	23
1.8	Diagrama de flujo del proceso de etiquetado.....	24
	Figura 1.5. Diagrama de flujo para el funcionamiento de la máquina etiquetadora.....	24

CAPITULO 2

2	Diseño e implementación del hardware del sistema	25
2.1	Control de la velocidad del motor para el tambor.....	25
2.1.1	Determinación del tipo de motor a utilizar.....	26
2.1.1.1	Selección de la alternativa para el motor.....	27
	Tabla 2.1.- Factores de decisión para alternativas de tipo de motor.....	27
2.1.1.2	Justificación de la alternativa seleccionada.....	27
2.1.2	Determinación de la potencia del motor.....	28
2.1.2.1	Cálculo de masas:	29
2.1.2.1.1	Masa de la materia prima	29
2.1.2.1.2	Masa de la bobina madre	29
2.1.2.1.3	Masa del tambor central.....	30
	Figura 2.1. Tambor central.....	31
	Figura 2.3. Nervaduras.....	32
2.1.2.1.4	Masa del engranaje.....	32
	Figura 2.4. Engrane del tambor central.....	32
2.1.2.2	Potencia del motor.....	33
2.1.2.2.1	Potencia requerida por el tambor central.....	33
2.1.2.2.2	Potencia requerida por bobina madre	34

2.1.3	Elección del tipo de control de velocidad.....	36
2.1.3.1	Selección del control de velocidad para el motor.....	37
Tabla 2.2.-	Factores de decisión para alternativas de marca de variador de frecuencia	37
2.1.3.2	Justificación de la alternativa seleccionada.....	37
2.2	Control de temperatura en la camara de secado.....	38
2.2.1	Determinación del tipo de sensor	38
2.2.2	Selección de la alternativa para sensor de temperatura.....	39
Tabla 2.3.-	Factores de decisión para alternativas de tipo de sensor	39
2.2.2.1	Justificación de la alternativa seleccionada.....	40
2.2.3	Selección del tipo de controlador.....	40
2.2.4	selección de la marca para el controlador de temperatura	41
Tabla 2.4.	Factores de decisión para alternativas del controlador de temperatura.....	41
2.2.4.1	Justificación de la alternativa seleccionada.....	42
2.3	Velocidad y conteo de la cantidad de papel impreso.....	42
2.3.1	Determinación del tipo de sensor	43
2.4	Determinación del contador temporizador programable.	43
Tabla 2.5.	Factores de decisión para alternativas del controlador de temperatura: 45	
2.4.1.1	Justificación de la alternativa seleccionada.....	45
2.5	Diseño del circuito de control.....	46
Figura 2.5.	Circuito de control.....	48
Figura 2.6.	Circuito de fuerza.....	49
2.5.1	Justificación del diseño.....	50

Figura 2.7. Selector de tres posiciones	50
Figura 2.8. Funcionamiento a pasos	51
Figura 2.9. Circuito que evita el arranque el motor antes de alcanzar la estabilidad.....	53
Figura 2.11. Circuito de control para la maquina etiquetadora.....	54
2.5.2 Cableado del diseño	55

CAPITULO 3

3 Pruebas y resultados	57
3.1 Verificación de las conexiones sobre los elementos de la máquina	57
3.2 Pruebas de funcionamiento para la máquina etiquetadora.....	58
3.2.1 Prueba de funcionamiento en vacío	58
3.2.2 Resultados de la prueba de funcionamiento en vacío	60
Tabla 3.1. Resultados de la prueba de funcionamiento en vacío	60
3.2.3 Análisis de los resultados obtenidos.....	60
3.2.4 Prueba de funcionamiento a plena carga	61
3.2.5 Resultados de la prueba de funcionamiento a plena carga	62
Tabla 3.2. Resultados obtenidos a plena carga.....	62
3.2.6 Análisis de los resultados obtenidos.....	63
3.3 Justificación de los resultados obtenidos en las pruebas realizadas	63
3.3.1 Control de la velocidad del motor principal.....	64
3.3.2 Control de la temperatura en la cámara de secado	64
3.3.3 Cuantificación de la cantidad de papel impreso.....	64

3.4	Prueba de capacidad de trabajo	65
	Tabla 3.3.- Hoja de datos para el protocolo de pruebas	66

CAPITULO 4

4	Análisis de costos	67
4.1	Costos de equipos electrónicos, motores y accesorios normalizados	67
	Tabla 4.1.- Costos de equipos electrónicos, motores y accesorios.....	67
4.2	Costos de elementos adicionales	70
	Tabla 4.2.- Descripción de elementos adicionales	70
4.3	Costos de utilización de maquinaria	70
	Tabla 4.3.- Costos de maquinaria utilizada	71
4.4	Costos de diseño	71
	Tabla 4.4.- Costos implementación y diseño.....	71
4.5	Costo total del proyecto	72
	Tabla 4.5.- Costo total del proyecto	72
4.6	Análisis comparativo del proyecto.....	73

CAPITULO 5

5	Conclusiones y recomendaciones.....	74
5.1	Conclusiones	74
5.2	Recomendaciones	75
	Bibliografía.....	774

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1.- Factores de decisión para alternativas de tipo de motor.....	27
Tabla 2.2.- Factores de decisión para alternativas de marca de variador de frecuencia	37
Tabla 2.3.- Factores de decisión para alternativas de tipo de sensor	39
Tabla 2.4. Factores de decisión para alternativas del controlador de temperatura.....	41
Tabla 2.5. Factores de decisión para alternativas del controlador de temperatura.	45
Tabla 3.1. Resultados de la prueba de funcionamiento en vacío	60
Tabla 3.2. Resultados obtenidos a plena carga.....	62
Tabla 3.3.- Hoja de datos para el protocolo de pruebas	66
Tabla 4.1.- Costos de equipos electrónicos, motores y accesorios.....	67
Tabla 4.2.- Descripción de elementos adicionales	70
Tabla 4.3.- Costos de maquinaria utilizada	71
Tabla 4.4.- Costos implementación y diseño.....	71
Tabla 4.5.- Costo total del proyecto	72

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1	Esquema del recorrido del papel sobre el cual se trabajará.....	13
Figura 1.2.	Estación de impresión de la máquina etiquetadora.....	15
Figura 1.3.	Sección de impresión en la máquina etiquetadora con tambor central.....	18
Figura 1.4.	Tipos de substratos para la industria flexo gráfica.....	19
Figura 1.5.	Diagrama de flujo para el funcionamiento de la máquina etiquetadora.....	24
Figura 2.1.	Tambor central.....	31
Figura 2.3.	Nervaduras.....	32
Figura 2.4.	Engrane del tambor central.....	32
Figura 2.5.	Circuito de control.....	48
Figura 2.6.	Circuito de fuerza.....	49
Figura 2.7.	Selector de tres posiciones.....	50
Figura 2.8.	Funcionamiento a pasos.....	51
Figura 2.9.	Circuito que evita el arranque el motor antes de alcanzar la estabilidad.....	53
Figura 2.11.	Circuito de control para la maquina etiquetadora.....	54

RESUMEN

En este proyecto se diseñó e implementó el sistema de control para una máquina etiquetadora que utiliza el principio de la flexografía. De entre los diferentes procesos que se realizan en esta máquina se identificaron aquellos que al ser automatizados efectivamente ofrezcan ventajas cualitativas y cuantificables. Los procesos que se identificaron son:

Control de la velocidad de impresión

Control de la temperatura en la cámara de secado

Sistema de cuantificación de la cantidad de papel

Para cada caso se analizaron dos alternativas: si se construye o compra un equipo hecho. En aquellos casos en que se decidió por la compra se buscó siempre la solución técnica-económica más favorable para el proceso. Cada equipo fue evaluado, previo a su selección, en términos de su calidad, garantía, costos y facilidades que estos presenten al potencial operador. Para el caso de la velocidad de impresión se escogió como la alternativa más óptima un variador de velocidad marca Delta Electronics. Para el control de Temperatura la solución que se implementó fue adquirir y configurar un controlador de temperatura marca Lawson. Finalmente, para la cuantificación de la cantidad de papel se optó por un contador / temporizador programable marca Arian. Para este último caso se colocaron cuatro pernos tipo "Allen" que le permitieron al equipo ya mencionado

determinar el número de vueltas del tambor principal de la etiquetadora, en base al cual se hizo posible medir la cantidad de papel empleado en cierto trabajo.

Finalizada la implementación y configuración de los referidos equipos se realizan las pruebas de funcionamiento y desempeño. Comparando los resultados obtenidos con los valores de diseño previamente fijados, se tiene lo siguiente:

El control sobre la velocidad de impresión alcanza un error de 1.92 %.

La cámara de secado presenta un error máximo de 0.85 °C.

La cantidad de papel impreso alcanza un error de 0.08 %.

Estos valores obtenidos fueron considerados más que aceptables por los clientes que solicitaron la construcción de la etiquetadora. Se demuestra así que en nuestro país se pueden construir maquinarias que pueden competir con productos importados, a un costo menor y con la ventaja de tener garantía y servicio técnico especializado dentro del país.

PRESENTACIÓN

Como es muy conocido en la industria ecuatoriana existen muchos equipos de fabricación extranjera, que sin duda obligaron a que se hagan grandes inversiones. A más de la dependencia a la que se somete el comprador del proveedor extranjero, se añade el hecho de la fuga de divisas que debilitan nuestra economía a grandes pasos. Es por esta razón que los nuevos profesionales deberían proponer alternativas locales de excelente calidad y bajo costo para comenzar a poner las bases de la confianza del país en la producción nacional.

Siguiendo el planteamiento indicado arriba, en este proyecto se diseña e implementa el control de ciertos procesos de una máquina etiquetadora, la misma que es construida localmente, demostrando que en el país se pueden fabricar todas y cada una de las partes de una máquina compleja.

Para describir el trabajo realizado en la ejecución de esta tarea, en el Capítulo 1 se hace una reseña histórica de el principal medio sobre el cual trabaja la etiquetadora; esto es el papel. Luego se describen otros sustratos sobre los que también se acostumbra a imprimir las etiquetas. A continuación se analizan los avances tecnológicos y las ventajas que estos ofrecen a la industria, para así tratar de delinear la ruta a seguirse en este proyecto. Luego se describe el funcionamiento de la máquina etiquetadora tratando de identificar y analizar los

procesos a los cuales se puede automatizar para mejorar la eficiencia de la misma. Basándose en este análisis se elabora una propuesta de automatización sobre la cual se trabajará para la automatización de la máquina. También se establece los objetivos que se obtendrán cuando se ejecuten las modificaciones seleccionadas.

En el Capítulo 2 se hace el diseño del sistema a implementar para realizar el control de la máquina, y luego se seleccionan los equipos que posibiliten su implementación. También se realiza el diseño para el circuito de fuerza que se necesita implementar en este sistema.

En el Capítulo 3, se deduce y se ejecuta un protocolo de pruebas para determinar si el sistema implementado cumple con los objetivos planteados.

En el capítulo 4 se realiza el análisis de los costos totales de la construcción de la máquina etiquetadora y se lo compara con el de equipos similares. De esta manera se añaden argumentos que indican que la alternativa aquí propuesta sí es la adecuada y, sobre todo, ajustada a nuestra realidad tecnológica.

En el Capítulo 5 se presentan las conclusiones y recomendaciones de este proyecto de titulación.

CAPITULO 1

1 GENERALIDADES

En un proyecto de diseño y construcción mecánica de maquinarias para la industria, es posible mejorar su confiabilidad y rendimiento añadiéndole sistemas de control automático, para que se ajusten mejor a las posibles variaciones que se pueden presentar durante su operación. Siguiendo esta línea de acción, el objetivo global de este proyecto es controlar en forma automática la operación de una máquina etiquetadora. En la búsqueda de la solución se hace un análisis de la amplia gama de alternativas que existen para dar con la solución técnica – económica más favorable. También, donde es aplicable, se evalúa la posibilidad de construir algunas partes del sistema de control.

Con la solución escogida, se busca entonces proporcionar confiabilidad y seguridad tanto a los usuarios de la maquinaria como a la empresa, siendo estos los parámetros fundamentales en la selección de la alternativa más óptima para el control de la máquina etiquetadora.

1.1 ESTUDIO Y RESEÑA HISTÓRICA DEL PAPEL

En los sistemas tipográficos se ven involucrados varios procesos, tales como la impresión, secado, troquelado y enrollado. Pero es una parte primordial el material donde se realiza la impresión; esto es el papel.

El papel es el medio de comunicación y almacenamiento más económico conocido. En nuestro medio es muy común encontrarlo en muchas aplicaciones. Por su importancia en el tema que aquí se trata, a continuación se hace una referencia a su historia.

1.2 HISTORIA DEL PAPEL

El papel en términos generales es un material delgado que se fabrica por medio del entretrejo de fibras de celulosa vegetal. Es utilizado tanto en la escritura como en la impresión.

Según la tradición, el primero en fabricar papel, en el año 105, fue Cai Lun (o Tsai-lun), un eunuco de la corte Han oriental del emperador chino Hedi (o Ho Ti). El material empleado fue probablemente corteza de morera, y el papel se fabricó con un molde de tiras de bambú¹.

¹ http://icarito.tercera.cl/enc_virtual/c_nat/papel/historia.htm

El papel más antiguo conservado se fabricó con trapos alrededor del año 150. Durante unos 500 años, el arte de la fabricación de papel estuvo limitado a China; en el año 610 se introdujo en Japón, y alrededor del 750 en Asia central. El papel apareció en Egipto alrededor del 800, pero no se fabricó allí hasta el 900.

El empleo del papel fue introducido en Europa por los árabes, y la primera fábrica de papel se estableció en España alrededor de 1150. A lo largo de los siglos siguientes, la técnica se extendió a la mayoría de los países europeos. La introducción de la imprenta de tipos móviles a mediados del siglo XV abarató enormemente la impresión de libros y supuso un gran estímulo para la fabricación de papel.

1.3 FABRICACIÓN DEL PAPEL

El aumento del uso del papel en los siglos XVII y XVIII llevó a una escasez de trapos, ya que para esa época era la única materia prima satisfactoria que conocían los papeleros europeos. Hubo numerosos intentos de introducir sustitutos, pero ninguno de ellos resultó satisfactorio comercialmente. Al mismo tiempo, se trató de reducir el costo del papel mediante el desarrollo de una máquina que reemplazara el proceso de moldeado a mano en la fabricación del mismo².

² http://icarito.tercera.cl/enc_virtual/c_nat/papel/historia3.htm

La primera máquina efectiva fue construida en 1798 por el inventor francés Nicholas Louis Robert. La máquina de Robert fue mejorada por dos papeleros británicos, los hermanos Henry y Sealy Fourdrinier, que en 1803 produjeron la primera de las máquinas que llevan su nombre.

El problema de la fabricación de papel a partir de una materia prima barata se resolvió con la introducción del proceso de trituración de madera para fabricar pulpa, alrededor de 1840, y del primer proceso químico para producir pulpa, unos 10 años después.

Estados Unidos y Canadá son los mayores productores mundiales de papel, pulpa y productos papeleros. Finlandia, Japón, la antigua Unión Soviética y Suecia también producen cantidades significativas de pulpa de madera y papel prensa.

1.3.1 LOS EGIPCIOS Y EL PAPIRO

Los egipcios usaron material vegetal en la fabricación de papiros, y piel de cabra y oveja para los pergaminos. El papiro alcanza entre uno y tres metros de altura. Sus hojas son largas, los tallos son blandos y de sección triangular. La parte inferior del tallo es tan gruesa como un brazo humano. La médula del papiro era consumida y hervida para su principal uso que es en la elaboración de un material parecido al papel.

En ese entonces, la fabricación era a partir de capas de la médula dispuestas longitudinal y transversalmente. Todo esto se impregnaba de agua, se prensaba y se secaba. Tras el secado el papiro se frotaba contra una pieza de marfil o una concha lisa. El tamaño fluctuaba entre los 12,5x12,5 centímetros y entre los 22,5x37,5 centímetros. Cada "papel" se unía a otro formando rollos de entre 6 y 9 metros.

Los egipcios escribían sobre el papiro en columnas de 7,6 cm de ancho, tamaño de la prosa literaria y en la poesía las columnas eran más anchas. Los griegos, según algunos antecedentes, conocían la técnica egipcia de la fabricación del papiro desde principios del siglo V A.C.³

1.3.2 PRODUCCIÓN MANUAL

Durante más de 2.000 años el proceso para fabricar papel no ha cambiado sustancialmente. Primero se troza o corta la materia prima (paja, hojas, corteza o cualquier otro material fibroso) en el agua, de éste modo se crea una suspensión de fibras individuales y se forman láminas de fibras entrelazadas. La lámina se coloca en una superficie porosa que sea capaz de filtrar el exceso de agua.

Las materias primas antes mencionadas se colocan en una tina y se golpean con un mazo para separar las fibras. El material se lava para eliminar las impurezas.

³ http://www.icarito.tercera.cl/enc_virtual/c_nat/papel/historia.htm

A este material líquido se lo llama pasta primaria, el mismo que está listo para formar parte de la fabricación del papel.

La pasta se pone en un molde o tela reforzada con malla de metal y se coloca en un bastidor de madera. Ambos materiales son sumergidos en la pasta. Al ser sacada, una delgada lámina cubre el bastidor, el cual debe ser agitado en todas direcciones con el fin de uniformar la mezcla sobre la superficie. Además ayuda a que las fibras se entrelacen, lo que le dará firmeza al papel. Con movimientos variados se elimina gran parte del agua.

El papel está listo el momento que está firme y puede ser retirado del molde. Para retirar el total de agua las láminas deben ser prensadas.

La etapa final de la fabricación del papel es el secado. Luego se le agrega almidón o goma para evitar que la tinta sea absorbida y el texto sea borroso.

1.3.3 PRODUCCIÓN MECÁNICA

Primero que todo hay que preparar la materia prima. Los materiales más usados hoy en día son los trapos de algodón o lino y la pulpa de madera (más del 95% del papel se fabrica con celulosa de madera).

El papel prensa, que es el más barato, se lo utiliza para los periódicos. Para su fabricación se utiliza sólo pulpa de madera triturada. Si se necesitan productos de

más calidad se emplea una mezcla de pulpa de madera y fibra de trapos, y para aquellos papeles de primerísima calidad se utiliza sólo fibra de trapos.

Los trapos que se utilizan para la fabricación de papel se limpian mecánicamente quitándoles el polvo y otras materias extrañas. Limpios se cuecen en una gran caldera giratoria a presión.

Estos paños son hervidos con cal por varias horas. Luego se llevan a una máquina denominada pila desfibradora. En una mitad de esta pila y en su base curva hay un cilindro horizontal con cuchillas, quedando los trapos reducidos a fibras. La otra mitad de la pila tiene una especie de colador o rejilla metálica que recoge el agua evacuada por la misma y deja atrás los trapos y fibras. Este proceso elimina la suciedad y los trapos se maceran hasta que son separados en fibras individuales.

La pasta que ha salido de esta etapa, se vuelve a pasar por otras desfibradoras para dividir aun más las fibras. Es en ese momento cuando se agregan los colorantes, como la colofonia o la cola, materiales de relleno (sulfato de calcio), los mismos que aumentan el peso y la consistencia del papel terminado.

A partir de 1955 se comenzó a utilizar fibras de naylon, dracón y orlón en la fabricación del papel. Además de estas fibras sintéticas se sigue utilizando pulpa de madera. Las características de este tipo de producto es que el papel obtiene variados aspectos que van desde el papel brillante hasta los que parecen tejidos.

Otra ventaja de los papeles fabricados con estas fibras sintéticas es que tiene múltiples usos.

Por otra parte, la madera es triturada en una piedra abrasiva que va girando y arrancando las fibras. Las más cortas son utilizadas en la fabricación del papel más barato o para ser mezclados con otras fibras que se utilizan en la elaboración de papel de mejor calidad.

Las astillas de madera en los procedimientos químicos, se tratan con disolventes que eliminan la resina y la lignina dejando solamente fibras de celulosa.

Después de haber hecho un recuento de la fabricación del papel, se analizará la tecnología que se ha logrado incorporar para lograr una mayor eficiencia y calidad en los productos que se elaboran, lo que se reflejará en réditos económicos.

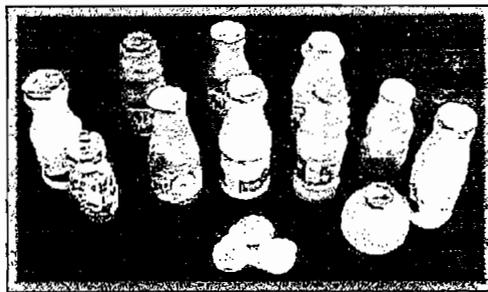
1.4 OTROS MATERIALES EMPLEADOS EN IMPRESIÓN

Por las necesidades de la industria muchas veces se debe realizar impresiones en otros tipos de materiales los cuales deben tener características similares al papel, destacándose entre ellos el : Celofán, Aluminio, Nylon y Poliéster.

La historia de la utilización de materiales no convencionales para la impresión se remonta casi hasta la aparición de la primera maquina impresora, ya que la mayoría de objetos sobre los que se requería algún tipo de impresión, no siempre su materia prima es el papel.

Estos otros materiales tienen bastante demanda en nuestro mercado, ya que se los utiliza como sellos de garantía en la industria farmacéutica y también en la industria alimenticia. Por ejemplo en:

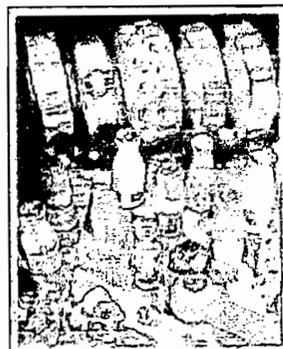
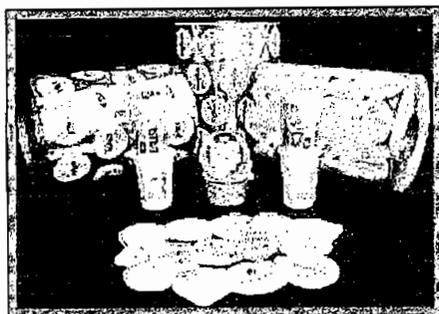
Tapas de diferentes tamaños, usadas mas frecuentemente: en Yogurts, Jugos, Gelatinas, Sopas, Sellos de Garantía, etc.



Sobre para pastillas, Sobres Desprendibles, Pastillas Efervescentes, Supositorios. Blister Pack, Sellos de garantía.



Sobres con barrera para la conservación de Polvos y Tapa/sello para bebidas de frutas.



Para obtener una buena calidad de impresión estos materiales deben tener un acabado especial para permitir gran adherencia de la tinta o tintas de diferentes colores, razón por la cual todas las maquinarias que operan con estos materiales necesitan mayor precisión que las que operan solo con papel normal.

1.5 DESCRIPCIÓN FUNCIONAL DE LA ETIQUETADORA

Para entender el porqué es importante automatizar al sistema y hasta que punto, se puede o debe hacerlo, a continuación se hace una descripción de la forma de operación de la máquina etiquetadora que utiliza el principio de la flexografía.

Para esta maquinaria el material sobre el cual se va a realizar la impresión viene en bobinas enrolladas, las que se colocan en un porta bobinas tal como se indica en la Figura 1.1. A continuación el material pasa alrededor de un tambor que es donde se realiza la impresión para luego ingresar a una etapa de secado, y si

fuere el caso a una sección de troquelado. Al final de su recorrido el producto siempre se debe enrollar en bobinas.

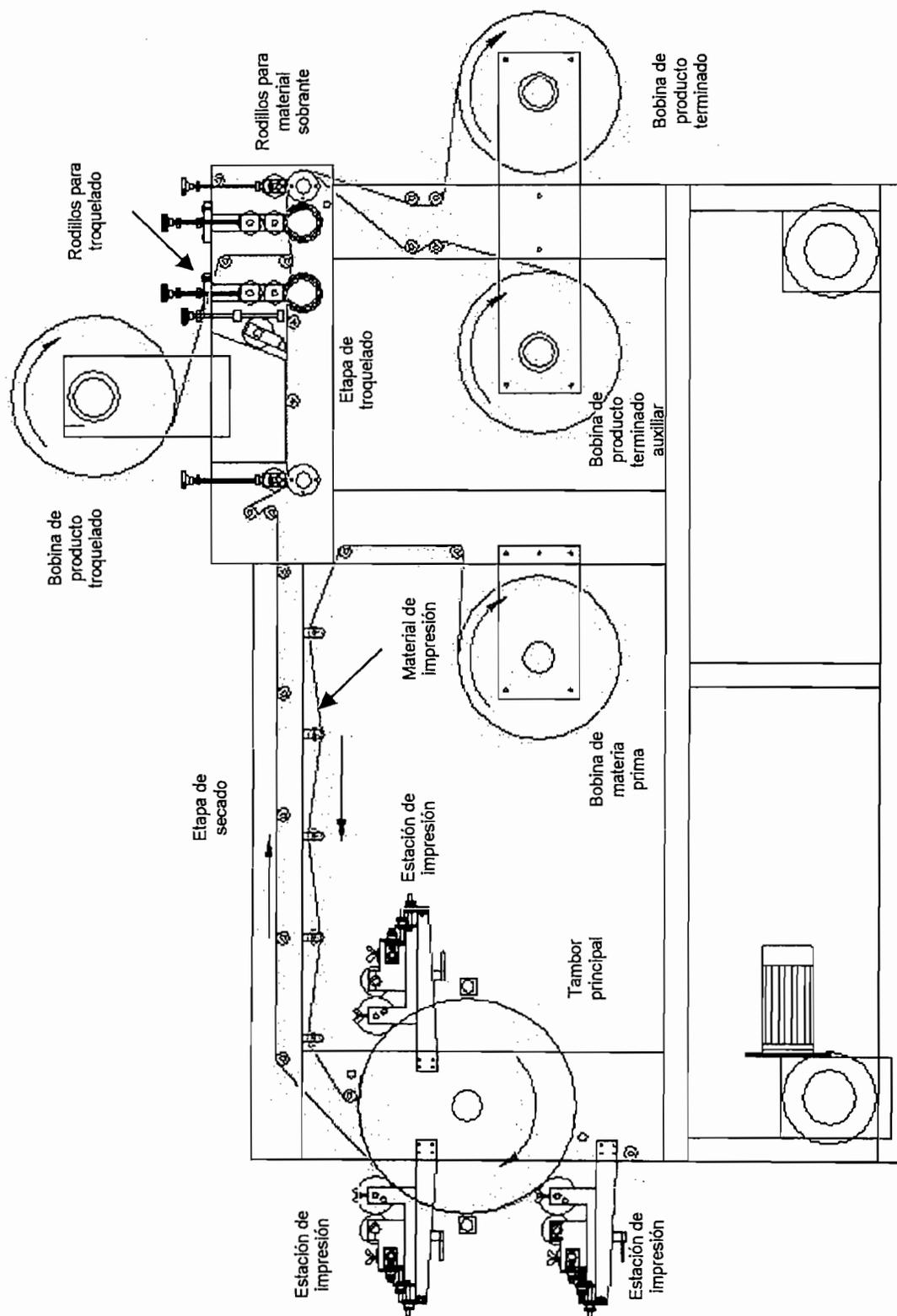


FIGURA 1.1. Esquema del recorrido del material sobre el cual se trabajará.

1.5.1 LA IMPRESIÓN FLEXOGRÁFICA

En un intento de simplificación se define a la impresión flexográfica como la dosificación directa de un velo de tinta sobre un sustrato, elemento sobre el cual se realiza la impresión. El molde se lo conoce como cliché en el que en alto relieve (de goma o polímero), se tiene el detalle de lo que se va a imprimir.

El cliché, también denominado plancha de impresión, es de manufactura plástica o de goma y se obtiene en general mediante un proceso de grabado por reproducción fotográfica. El impacto del cliché sobre la superficie a imprimir es lo que genera el resultado. Dicho contacto debe parecerse lo más posible a un roce antes que a una presión, para disminuir el desgaste prematuro del cliché.

En los últimos años la flexografía ha avanzado vertiginosamente, convirtiéndose verdaderamente en un arte gráfico.

1.5.2 ESTADO ACTUAL DE LA FLEXOGRAFÍA

La flexografía por su aplicación es relacionada en la industria con la impresión de etiquetas y embalajes. Actualmente cubre no solo el empaque, sino una amplia variedad de industrias tales como revistas, textiles, periódicos, cartones y corrugados, calcamonías, etiquetas, papel de regalo, cortinas de baño, sobres y muchos otros. Este proceso se está adaptando a la nueva era y perfil del

consumidor, el cual se mueve hacia una nueva noción del valor de cada producto, que le hace analizar el costo-beneficio del mismo antes de adquirirlo.

Las aplicaciones para el sistema flexográfico están creciendo considerablemente todos los días, exigiendo productos y servicios de alta calidad, permitiendo que la flexografía aumente significativamente su participación en el mercado con relación a otros sistemas de impresión.

El sistema flexográfico era considerado originalmente como un proceso de estampamiento con un molde de caucho, los primeros trabajos producidos eran definitivamente burdos, pero este proceso, con el pasar del tiempo, se ha ido desarrollando hasta llegar a un buen nivel de refinamiento de todas sus fases. Hoy, el sistema flexográfico está altamente desarrollado, tanto en calidad como en productividad, y esto tiene que ver en general con el mejoramiento de las tintas, troqueles, cilindros porta-clichés y el empleo de materiales de alta calidad.

1.5.3 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE IMPRESIÓN

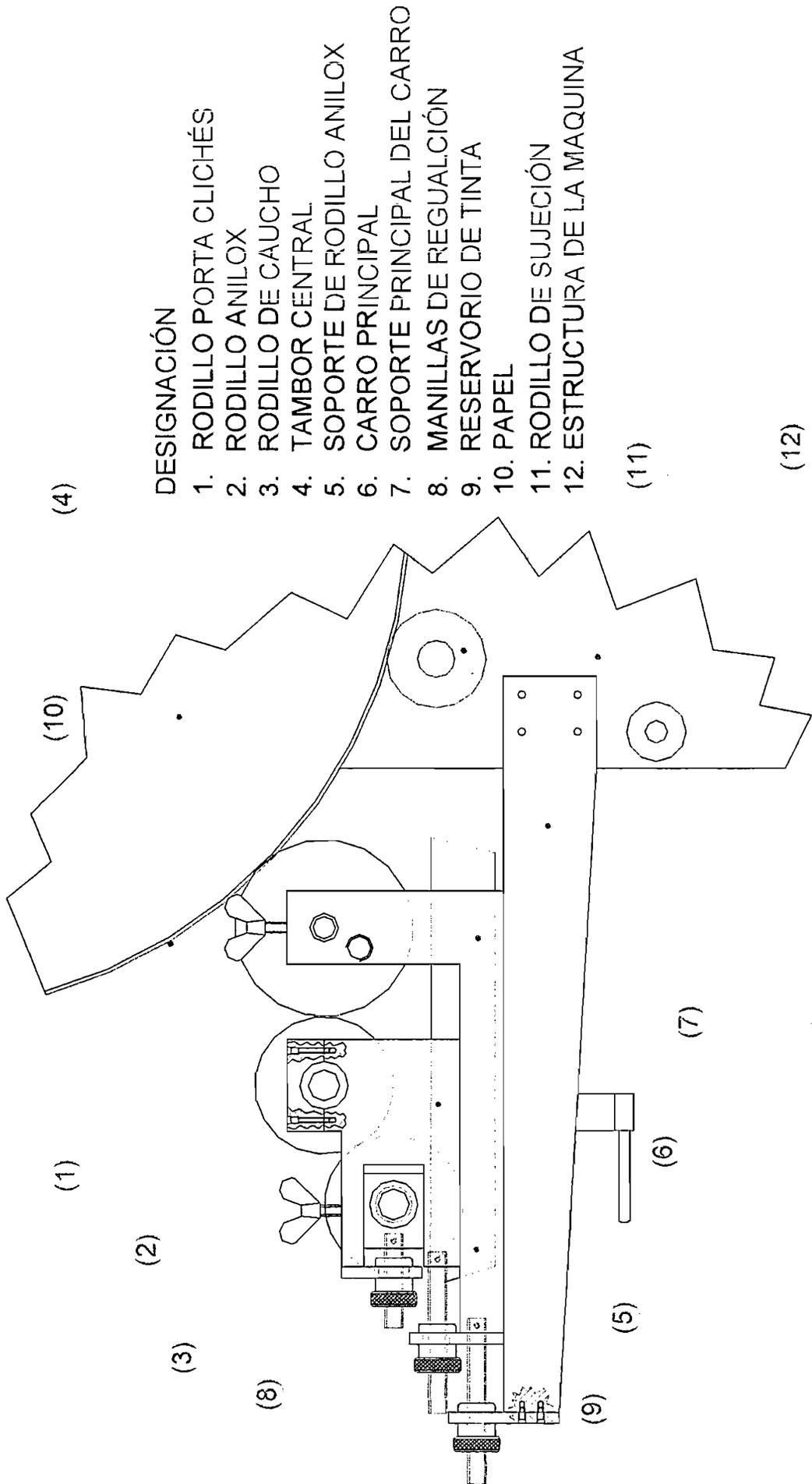
La flexografía es un sistema de impresión que parte de una imagen en alto relieve. Las planchas para impresión o cliché, son generalmente hechas de materiales flexibles. La parte de alto relieve es la que lleva la tinta, y lo que está en bajo relieve no se imprime.

El sistema flexográfico es el único que fue diseñado para la impresión de materiales de etiquetas y empaques. Estos requieren por lo general estar en forma de rollo para el llenado, envoltura, fabricación de bolsas o cualquier otro proceso continuo.

El proceso se inicia con el diseño del producto deseado lo que requiere seguir las siguientes pautas:

- Determinar las medidas de la imagen en relación con el diseño del empaque.
- Determinar con cuantas tintas será impreso el diseño, tomando en cuenta el número de estaciones⁴ que posee la máquina.
- Tener en cuenta que para obtener la impresión final se necesita descomponer la imagen a diseñar según cuantos colores se empleen. Este número no puede superar al de estaciones. En cada estación se imprime un color diferente; es decir la imagen diseñada es impresa por partes en forma separada, un color luego otro color hasta obtener el dibujo completo.
- Una característica de estas máquinas es la de no mezclar colores como es el caso de las Offsset.

⁴ Estaciones: Ver Figura 1.2



DESIGNACIÓN

- 1. RODILLO PORTA CLICHÉS
- 2. RODILLO ANILOX
- 3. RODILLO DE CAUCHO
- 4. TAMBOR CENTRAL
- 5. SOPORTE DE RODILLO ANILOX
- 6. CARRO PRINCIPAL
- 7. SOPORTE PRINCIPAL DEL CARRO
- 8. MANILLAS DE REGUALCIÓN
- 9. RESERVORIO DE TINTA
- 10. PAPEL
- 11. RODILLO DE SUJECCIÓN
- 12. ESTRUCTURA DE LA MAQUINA

FIGURA 1.2. Estación de impresión de la máquina etiquetadora

Una vez listo el diseño de la etiqueta, el paso siguiente es realizar el diseño del cliché.

La plancha de impresión (cliché), está formada por seis o más polímeros de diferente composición que reaccionan con la luz (fotopolímeros). Para elaborar la plancha, la película negativa del arte final se expone directamente sobre el fotopolímero el cual luego es procesado para la remoción de las áreas no gravadas o de no-impresión. Las partes de material virgen que reciben la luz a través de las áreas claras del negativo, se endurecen o se polimerizan. Las áreas que no reciben la luz por el negativo permanecen sin curar y son retiradas o lavadas por medio de solventes o agua, quedando las formas a imprimirse en alto relieve.

Existen planchas de fotopolímero con diferentes espesores y durezas, dependiendo de que es lo que se va imprimir. Generalmente tienen un respaldo de poliéster que le da estabilidad dimensional, reduciendo las distorsiones, durante el proceso de montaje y utilización. Determinados fotopolímeros se preparan de tal manera que se puedan utilizar con tintas en base a alcohol, agua, aceite, glicoles o combinaciones.

Los sitios donde se produce la impresión de cada color se denominan estaciones. Cada estación (Figura 1.2) consta de una bandeja donde se ubica la tinta, un rodillo entintador de caucho, un rodillo de anilox, un cilindro porta cliché y el conjunto de manillas para regulación de presión de los rodillos. En el cilindro porta cliché se ubica la película de fotopolímero, que es la cual en realidad

imprime sobre el sustrato. Por cada color adicional, se necesita otra estación con los mismos elementos.

El anilox es un rodillo que tiene micro grabaciones en su superficie en forma de alojamientos para pirámides con base cuadrada, esto permite entregar un volumen de tinta exacto al cliché.

La impresión en las estaciones se produce de la siguiente manera: el rodillo de caucho toma la tinta desde la bandeja y por contacto a presión la pasa al anilox. El anilox a su vez pone la tinta en las partes en alto relieve del cliché. La cantidad exacta de tinta que se pasa desde el rodillo de caucho al anilox se dosifica según la presión que se dé al primero sobre el último. Una vez que el foto polímero está entintado, la impresión se realiza al presionar el carro principal (Figura 1.2) sobre el material a imprimir y a su vez éste sobre el denominado tambor central.

La disposición de las estaciones sobre el tambor se indica en la Figura 1.2

Una vez que el papel es impreso en una estación continua a las otras donde, siguiendo un proceso similar, se imprimen los otros colores (de existir). La impresión de todas las "capas" individuales, al sumarse, conformarán el diseño final total.

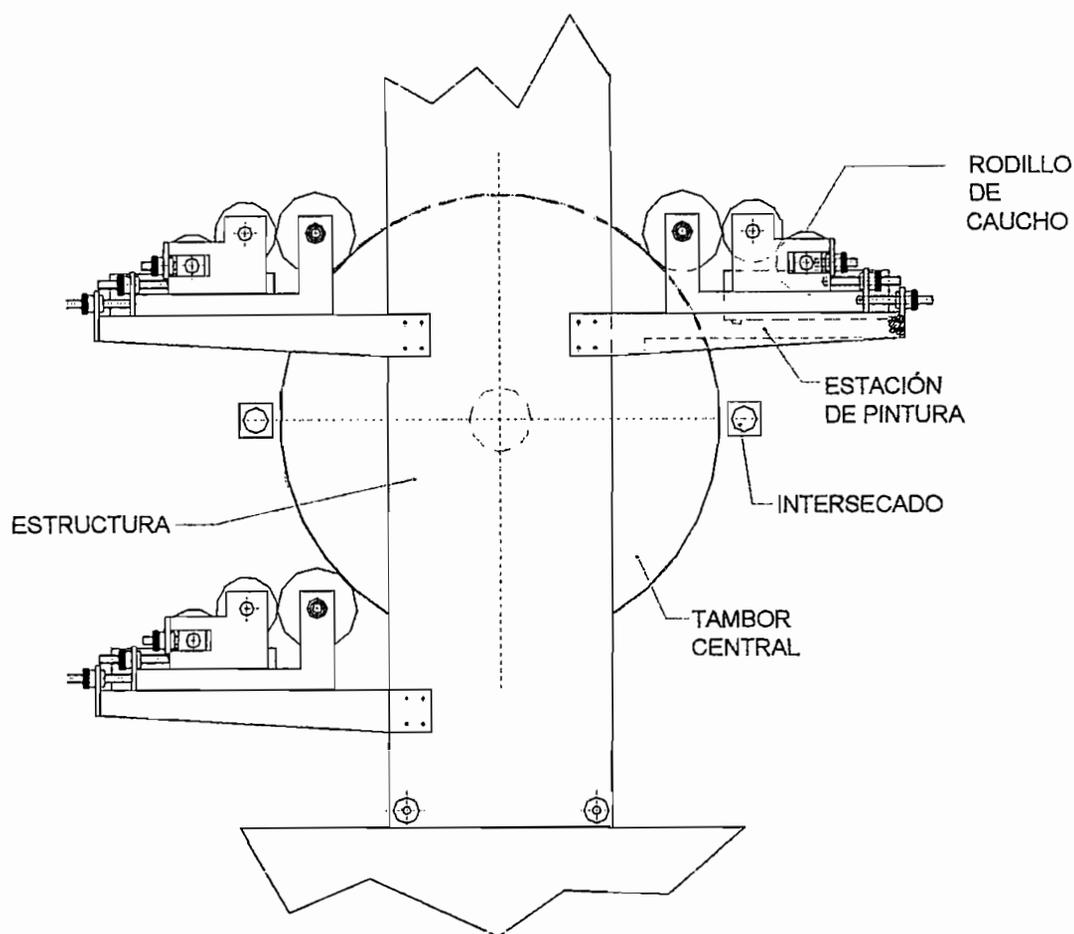


FIGURA 1.3. Sección de impresión en la máquina etiquetadora con tambor central.

Seguidamente el sustrato se hace pasar por una sección de secado para ayudar a que la tinta se seque y se fije mejor. De esta forma se evitan corrimientos de la tinta los mismos que pueden producir manchas.

El sustrato viene en bobinas tal como se puede observar en las Figuras 1.4, estas se montan sobre la máquina empezando por el tambor central pasando por cada una de las estaciones, etapa de secado, troquelado y enrollado, como se indica en la Figura 1.1.

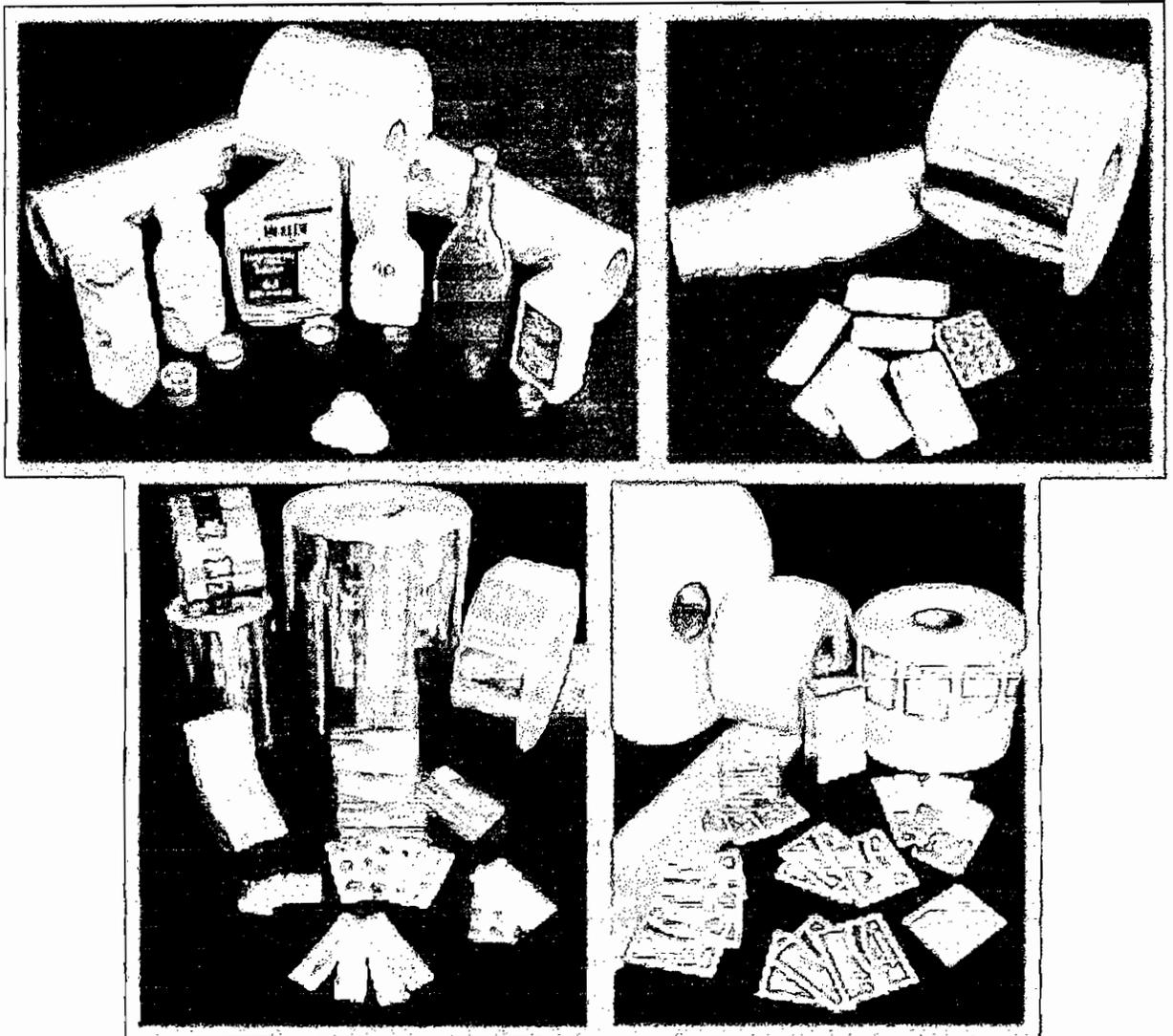


FIGURA 1.4. Tipos de sustratos para la industria flexo gráfica

En el tambor central, luego de la impresión en cada una de las estaciones, la tinta se seca parcialmente con una corriente de aire. Aún así, se envía el producto hacia la cámara de secado para acelerar este proceso.

La cámara de secado permanece a temperatura, dependiente del tipo de material con el que se esté trabajando.

Luego del secado se procede al cortado longitudinal o al troquelado dependiendo del tipo de etiqueta o empaque que se esté elaborando. El producto final se lo enrolla en dos ejes, uno de ellos para producto terminado y el otro para material sobrante que aparece cuando la etiqueta no cubre el ancho total de la materia prima. Además, se puede enrollar los desperdicios producto del troquelado en una estación auxiliar.

1.5.4 CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL PARA LA IMPRESIÓN

Los componentes directamente involucrados en la impresión suelen cumplir con las siguientes características principales:

Matriz flexible de caucho con grabación de alto relieve.

Tinta líquida de secado rápido, debido a la evaporación de los solventes.

Un cliché de fotopolímero puede durar un millón de copias buenas. Imprime en cualquier tipo de substrato flexible y también en papel ondulado (papel normal, aluminio, Nilón, Celofán, etc.).

Campo de aplicación: etiquetas, embalajes en papel ondulado, películas flexibles, rótulos, capas, sacos, aluminio, tarjetas del papel. etc.

1.6 PROPUESTA DE AUTOMATIZACIÓN

Luego que se ha descrito el funcionamiento completo de la máquina, se estudia la manera de automatizar los procesos en ella involucrados.

Para esto fue necesario analizar con los operarios el funcionamiento óptimo de la máquina y se llegó a determinar que el control automático de la temperatura es primordial para obtener uniformidad en la producción.

Adicionalmente, se determinó también que el control sobre la velocidad del tambor central es importante ya que permite optimizar la velocidad de salida del producto independiente del material que se utilice, así como para ciertos ajustes iniciales que deben hacerse antes de cada impresión.

Se vio también que era necesario tener el control sobre la cantidad de material impreso, tanto para evitar desperdicios innecesarios como para tener un mejor control sobre la producción.

En los siguientes numerales se describe en que consistió la automatización de cada uno de los procesos antes mencionados.

1.7 DESCRIPCIÓN DE LOS PROCESOS A IMPLEMENTARSE

Para enfrentar y resolver el problema de la automatización, se precisa un conocimiento previo de los equipos y procesos a los que se desea automatizar.

Solo así es posible diseñar soluciones que se ajustan mejor a las necesidades reales de todo el sistema.

1.7.1 CONTROL DE LA VELOCIDAD DE IMPRESIÓN

Para el proceso de impresión se necesita tener control absoluto de la velocidad a la que se imprime, particularmente cuando se está en el proceso de montaje y centrado de los clichés y, más aún, cuando los objetos a imprimir constan de dos o más colores. Para estos casos se debe calibrar en orden cada impresión en su respectiva estación, con bastante cuidado, y durante este trabajo se requiere que el tambor principal gire lo mas lento posible o por pasos, ya sea para evitar excesivo desperdicio de material o cualquier accidente.

Cuando se ha logrado una buena imagen impresa, entonces se puede aumentar la velocidad de impresión y proceder a fijar el valor que logrará proporcionar la cantidad requerida de impresiones.

Otra razón para controlar la velocidad resulta del hecho que para determinadas impresiones no se puede exceder una velocidad límite debido a que existen tiempos mínimos que deben transcurrir entre estación y estación para evitar manchar o mezclar los colores.

1.7.2 CONTROL EN LA CÁMARA DE SECADO

En la cámara de secado ingresa el material luego de realizada la impresión. Como esta máquina está diseñada para imprimir inicialmente en tres colores, ya que luego se incrementará otra estación de color, se hace necesario que exista un secado previo entre estaciones, para de esta manera evitar corrimientos en la impresión.

La temperatura a la que se debe mantener la cámara de secado depende del tipo de material que se esté imprimiendo, razón por la cual el operario de la máquina debe poder variar este parámetro.

1.7.3 SISTEMA DE CUANTIFICACIÓN DE LA CANTIDAD DE PAPEL

Esta cuantificación es necesaria ya que en la industria Flexográfica las impresiones no se las hace en cantidades pequeñas sino más bien en grandes producciones en serie. Por esta razón nace la necesidad de poder definir una determinada cantidad de impresión.

1.7.4 TROQUELADO

Tal como ya se indicó en la descripción general, algunos productos deben ser recortados en determinada forma y para esto se recurre al troquelado. Este proceso consta de un tambor con cuchillas en alto relieve, con la forma que se desea cortar al material, las mismas que se presionan contra el papel impreso hasta lograr cortarlo.

1.8 DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE ETIQUETADO

Para resumir todo el proceso de una forma simplificada, se muestra en la Figura 1.5 el diagrama de flujo en el que se listan las acciones que se deben ejecutar en la máquina etiquetadora.

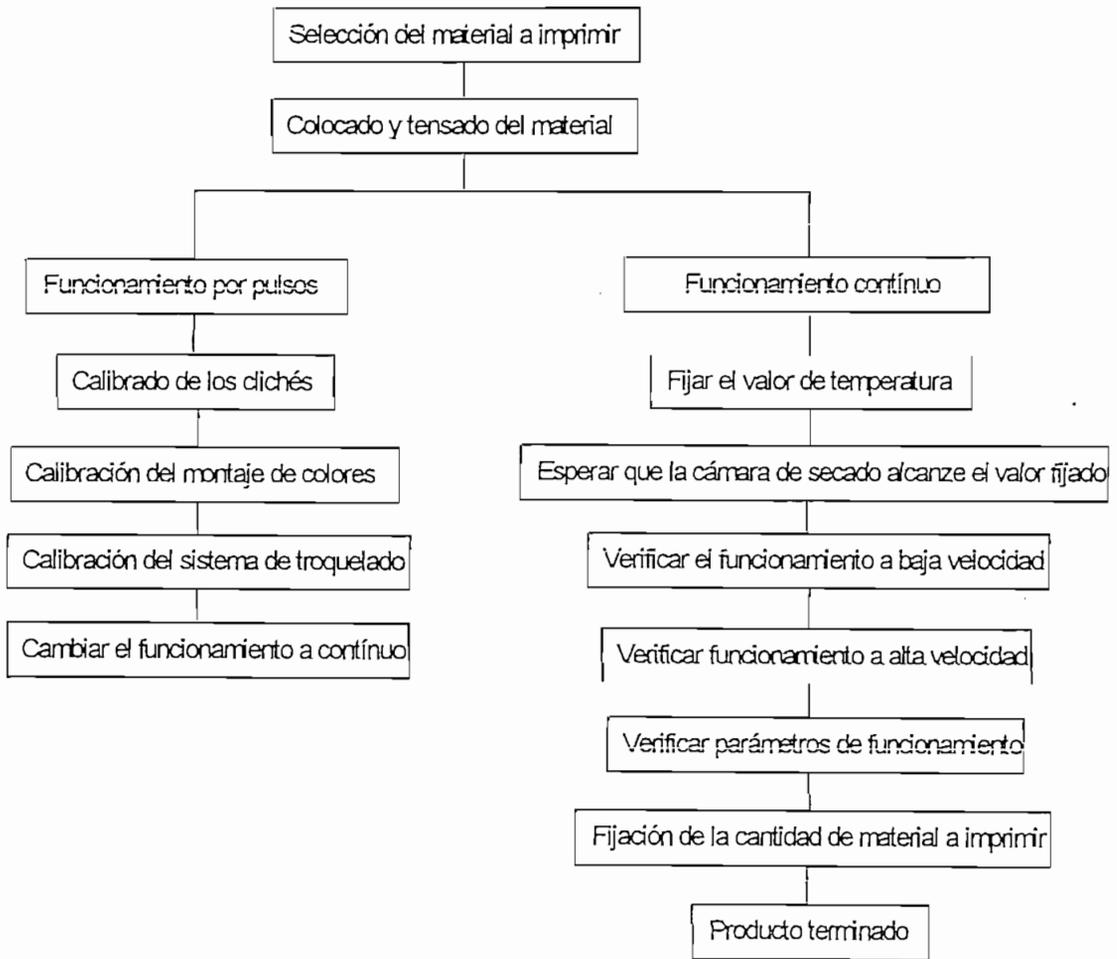


FIGURA 1.5. Diagrama de flujo para el funcionamiento de la máquina etiquetadora

CAPITULO 2

2 DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL HARDWARE DEL SISTEMA

En este capítulo se determina qué y cuáles equipos son los más óptimos para automatizarse en esta maquinaria, y que le proporcionen la versatilidad, repetitividad y confiabilidad que se busca.

Tal como se identificó en el Capítulo 1, en esta máquina se necesita controlar básicamente tres procesos como son:

- La velocidad del motor del tambor principal.
- Control de la temperatura en la cámara de secado.
- Conteo de la cantidad de papel impreso.

2.1 CONTROL DE LA VELOCIDAD DEL MOTOR PARA EL TAMBOR

Antes de elegir el tipo de control que se necesita para el motor, hay que aclarar que se tuvo primero que elegir el tipo de motor más conveniente tanto técnica como económicamente para este caso particular, ya que de esto dependerá gran parte del diseño posterior.

2.1.1 DETERMINACIÓN DEL TIPO DE MOTOR A UTILIZAR.

Básicamente se tienen dos alternativas como son:

1º Alternativa: Motor de Corriente Continua.

2º Alternativa: Motor de Corriente Alterna tipo jaula de ardilla.

Otros tipos de motores se los excluyen por ser motores bastante especiales y difíciles de encontrar en nuestro mercado.

Como se ha explicado anteriormente la carga para el motor a elegir es medianamente alta, y que parte del reposo con plena carga. Esto indica que el motor debe tener un alto **torque de arranque** [x1] lo cual apunta a motores de corriente continua. Adicionalmente, debe tomar en cuenta la **resistencia al ambiente de trabajo** [x2] en el cual se va a ubicar el motor. Para el caso presente, el ambiente es adverso debido a impurezas del aire, como pelusas, ambiente polvoso, clima tropical y elementos corrosivos (tintas, tiñer, alcohol, diluyentes, etc.), lo que implica elegir un motor más **robusto** [x3], que necesite poco mantenimiento, y que su **costo económico** [x4] en el mercado no sea excesivo.

Por otro lado, la **facilidad para controlar la velocidad** [x5] de un motor de corriente continua es mejor que para un motor de inducción tipo jaula de ardilla, pero estos sistemas han tenido un **avance tecnológico** [x6] considerable

entonces con todos estos parámetros se puede elegir al motor más adecuado para este sistema.

2.1.1.1 Selección de la alternativa para el motor

Tomando en cuenta los parámetros anteriores y dando un peso específico a cada uno, tal como se muestra en la Tabla 2.1, se escogió un motor.

Tabla 2.1.- Factores de decisión para alternativas de tipo de motor

Factor de decisión	1º Alternativa	2º Alternativa	Ideal
X1	8	6	10
X2	5	9	10
X3	6	9	10
X4	5	8	DE 10
X5	9	8	10
X6	7	9	10
Promedio	6.7	8.2	10

Fuente: Luis Minango

Elaboración: Luis Minango

2.1.1.2 Justificación de la alternativa seleccionada

El motor seleccionado es un ABB que tiene la característica fundamental de poder trabajar a velocidades mucho menores que la nominal, lo que significa que tiene un mayor aislamiento que el de un motor de propósito general. El motor seleccionado resultó entonces ser del tipo clase F.

2.1.2 DETERMINACIÓN DE LA POTENCIA DEL MOTOR

Para una aproximación al valor de la potencia del motor se calcula la masa aproximada de cada elemento que va a ser impulsado por el mismo (Ver Anexo 1). Puesto que el Torque es $T = J \, dw/dt$, y como todos los elementos son cilindros entonces el valor será $J = m \cdot r^2 / 2$ y la Potencia es $P = T \cdot w$

Se considera:

$$T = \text{Torque [N.m]} \qquad v = w \cdot r \qquad \text{Ecuación 2.1}$$

$$J = \text{Momento de inercia [Kg./m}^2] \qquad J = m \cdot r^2 / 2 \qquad \text{Ecuación 2.2}$$

$$m = \text{Masa [Kg]} \qquad T = J \, dw/dt \qquad \text{Ecuación 2.3}$$

$$v = \text{Velocidad lineal [m/seg]} \qquad P = T \cdot w \qquad \text{Ecuación 2.4}$$

$$w = \text{Velocidad angular [rad/seg]} \qquad P = J \, (dw/dt) \cdot w \qquad \text{Ecuación 2.5}$$

$$r = \text{Radio [m]}$$

Además se parte de que la velocidad máxima lineal de la máquina es igual a 90 m/min, este dato fue proporcionado por operarios experimentados en otras máquinas similares.

Todos los elementos deben estar coordinados para que se muevan a la velocidad lineal proporcionada y de esta forma evitar que se atasque la máquina.

$$V_{\text{máx}} = 90\text{m/min} = 1.5\text{m/s}$$

$$\text{RPM}_{\text{tambor central}} = 1.5 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot \frac{1\text{revolución}}{\pi(0.55)\text{m}} \cdot \frac{60\text{s}}{1\text{minuto}} = 52.087\text{RPM}$$

2.1.2.1 Cálculo de Masas:

2.1.2.1.1 Masa de la materia prima

El ancho máximo de la bobina de papel aluminio es igual al ancho previsto de impresión del cliché que es 10 pulgadas.

El peso del aluminio de 1 m x 8 cm es 6.8 g. El peso de una bobina de 19 cm es de 26 Kg. (Dato referencial). Puesto que la longitud del papel aluminio en el rollo es de 1 milla (1609 m.), entonces el peso de una bobina de 25.4 cm. es igual a 34.76 Kg.

2.1.2.1.2 Masa de la bobina Madre

Núcleo:	Aluminio
Eje:	Acero
Tope:	Aluminio
Diámetro del núcleo =	3"
Radio del núcleo =	1.5" = 3.81 cm
Longitud del núcleo =	27.4 cm
$\rho_{\text{aluminio}} =$	2.7g/cm ³
Volumen del núcleo =	$L\pi r^2 = (3.81)^2\pi(27.4) = 1249.504 \text{ cm}^3$
Peso _{núcleo} =	$1249.541 \text{ cm}^3 \times 2.7\text{g/cm}^3 = 3373.76 \text{ g} = 3.374 \text{ Kg.}$

Diámetro del eje = 2 cm

Longitud del eje = 53 cm

Volumen del eje de acero = $r^2\pi L = (1)2\pi(53) = 166.500 \text{ cm}^3$

$$\rho_{\text{acero}} = 7.8 \text{ g/cm}^3$$

$$\text{Peso del eje} = 166.504 \text{ cm}^3 \times 7.8 \text{ g/cm}^3 = 1298.697 \text{ g} \approx 1.3 \text{ Kg.}$$

$$\text{Diámetro del tope} = 5'' = 12.7 \text{ cm}$$

$$\text{Altura} = 2 \text{ cm}$$

$$\text{Volumen del tope} = \pi r^2 h = \pi (6.35)^2 (2) = 253.35 \text{ cm}^3$$

$$\text{Peso del tope} = 253.35 \text{ cm}^3 \times 2.7 \text{ g/cm}^3 = 684.035 \text{ g} \approx 0.7 \text{ Kg.}$$

$$\text{El peso de la bobina} = 34.76 \text{ Kg.}$$

$$\text{Peso total del mecanismo del producto final} = 3.37 \text{ Kg.} + 1.3 \text{ Kg.} + 0.68 \text{ Kg.} + 34.76 \text{ Kg.} = 40.11 \text{ Kg.}$$

2.1.2.1.3 Masa del Tambor Central

Masa del núcleo y el eje

$$\rho_{\text{acero}} = 7.8 \text{ g/cm}^3$$

$$V_{\text{núcleo}} = (3.81)^2 \times \pi \times (30.48) = 1390 \text{ cm}^3$$

$$\text{Masa}_{\text{núcleo}} = 1390 \text{ cm}^3 \times 7.8 \text{ g/cm}^3 = 10842 \text{ g}$$

$$V_{\text{eje}} = [17 \times (1)^2 \times \pi] + [5 \times (1)^2 \times \pi] = 69.115 \text{ cm}^3$$

$$\text{Masa}_{\text{eje}} = 69.115 \text{ cm}^3 \times 7.8 \text{ g/cm}^3 = 539 \text{ g}$$

$$\text{Masa}_{\text{eje+núcleo}} = 10.85 \text{ Kg.} + 0.54 \text{ Kg.} = 11.381 \text{ Kg.}$$

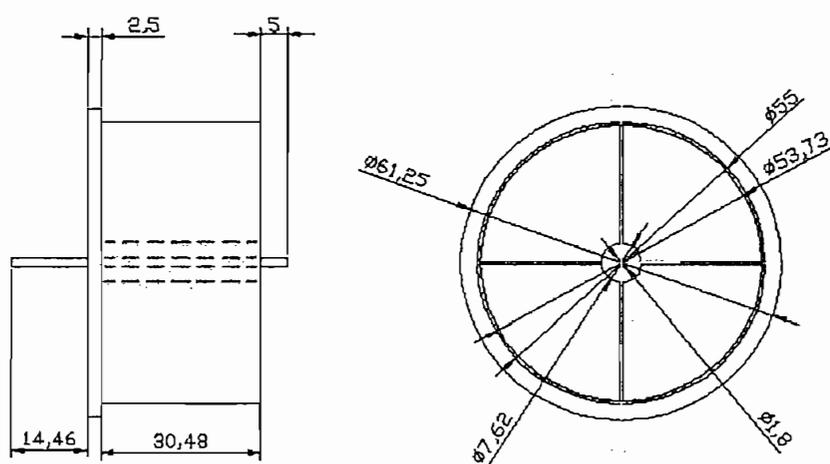


FIGURA 2.1. Tambor central

Masa de la sección tubular

$$\begin{aligned} \rho_{\text{acero}} &= 7.8 \text{ g/cm}^3 \\ \text{Perímetro del tubo} &= \pi D = \pi(55) = 172.8 \text{ cm} \\ V_{\text{tubo}} &= 172.8 \times 30.48 \times 0.635 = 3344.51 \text{ cm}^3 \\ \text{Masa}_{\text{tubo}} &= 3344.51 \text{ cm}^3 \times 7.8 \text{ g/cm}^3 = 26087.17 \text{ g.} \end{aligned}$$

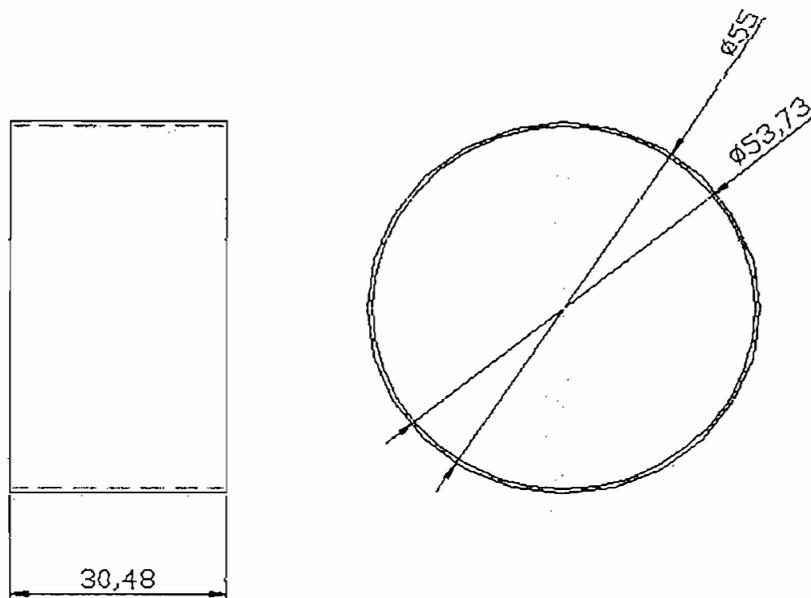


Figura 2.2. Sección tubular del tambor central

Masa de las nervaduras

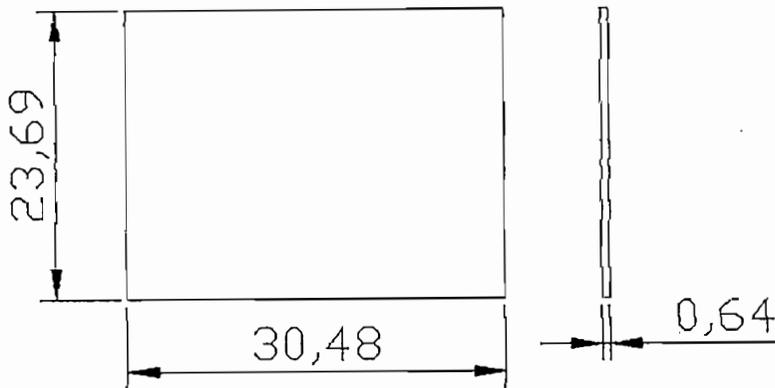


FIGURA 2.3. Nervaduras

$$\begin{aligned} \rho_{\text{acero}} &= 7.8 \text{ g/cm}^3 \\ V_{\text{nervadura}} &= 23.69 \times 30.48 \times 0.635 = 458.52 \text{ cm}^3 \\ \text{Masa}_{\text{nervadura}} &= 458.52 \text{ cm}^3 \times 7.8 \text{ g/cm}^3 = 3576.5 \text{ g} \\ \text{Masa total de las 4 nervaduras} &= 4 \times 3.5765 \text{ Kg.} = 14.31 \text{ Kg.} \end{aligned}$$

2.1.2.1.4 La Masa del Engranaje

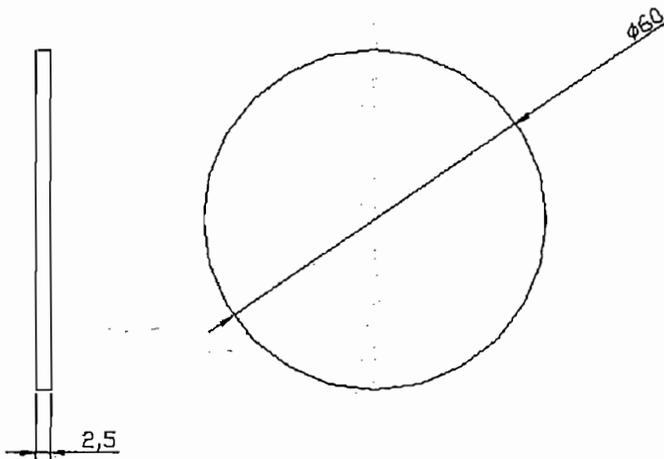


FIGURA 2.4. Engrane del tambor central

$$\begin{aligned} \rho_{\text{acero}} &= 7.8 \text{ g/cm}^3 \\ V_{\text{engranaje}} &= (30)2 \times 2.54 \times \pi = 7181.4 \text{ cm}^3 \\ \text{Masa}_{\text{engranaje}} &= 7181.7 \text{ cm}^3 \times 7.8 \text{ g/cm}^3 = 56015.46 \text{ g} \end{aligned}$$

Los cálculos para los demás elementos se los hace en el Anexo 1.

$$\begin{aligned} \text{Masa Total del Tambor Central} &= 11.381 \text{ Kg.} + 26.08 \text{ Kg.} + 14.30 \text{ Kg.} + 56.01 \text{ Kg.} \\ &= 107.7890 \text{ Kg.} \end{aligned}$$

2.1.2.2 Potencia del motor

Con los valores de masa de los elementos de la maquinaria se procede al cálculo de las potencias parciales haciendo uso de las Ec. 2.1, Ec. 2.2, Ec. 2.3, Ec. 2.4. y Ec. 2.5.

2.1.2.2.1 Potencia requerida por el Tambor Central

Sea la variación de tiempo de 0.02 seg, que es un valor referencial del tiempo de respuesta que tiene un motor de inducción.

$$\begin{aligned} v &= 1.5 \text{ m/seg} \\ r &= 0.275 \text{ m} \\ \text{Masa}_{\text{tambor}} &= 107.78 \text{ Kg} \\ J &= 107.78 \text{ Kg.} \times (0.275 \text{ m})^2 / 2 = 4.0754 \text{ Kgm}^2 \\ \omega &= 1.5 \text{ m/seg} / 0.275 \text{ m} = 5.45 \text{ rad/seg} \\ P &= 4.0754 \text{ Kgm}^2 \times (5.45 \text{ rad/seg} - 0 \text{ rad/seg})^2 / 0.02 \text{ seg} \\ P &= 6062.625 \text{ w} \end{aligned}$$

2.1.2.2.2 Potencia requerida por Bobina Madre

$$\begin{aligned}
 v &= 1.5 \text{ m/seg} \\
 r &= 0.25 \text{ m} \\
 \text{Masa}_{\text{tambor}} &= 40.11 \text{ Kg} \\
 J &= 40.11 \text{ Kg} \cdot (0.25 \text{ m})^2 / 2 = 1.2534 \text{ Kgm}^2 \\
 \omega &= 1.5 \text{ m/seg} / 0.25 \text{ m} = 6.00 \text{ rad/seg} \\
 P &= 1.2534 \text{ Kgm}^2 \times (6.00 \text{ rad/seg} - 0 \text{ rad/seg})^2 / 0.02 \text{ seg} \\
 P &= 2256.1875 \text{ w}
 \end{aligned}$$

Los cálculos para las demás potencias parciales de los elementos se los hace en el Anexo 2.

$$\begin{aligned}
 \text{Potencia Total de la Máquina} &= 1900.12 \text{ w} + 800.05 \text{ w} + 639.56 \text{ w} + 1368 \text{ w} + \\
 &639.56 \text{ w} + 6062.62 \text{ w} + 2256.18 \text{ w} + 639.56 \text{ w} + 1279.12 \text{ w} = 14784.75 \text{ w}
 \end{aligned}$$

Considerando que el rendimiento que se puede obtener en la transmisión de la potencia por la utilización de engranajes y cadenas sea del 85%, que el rendimiento que se puede obtener por la utilización de rodamientos sea del 96% y que el valor de seguridad sea del 10%.

Se obtiene un valor de 19930.41 w.

Para aumentar el par motor y conociendo que el tambor principal gira alrededor de 52 RPM, se decide acoplar un reductor al motor

En la salida del reductor se coloca una polea de 10 cm de radio entonces:

$$w = 1.5 \text{ m} / 0.01 \text{ m} = 150 \text{ rad/seg}$$

Entonces el Torque referido a esta polea será:

$$T = 19930.41 \text{ w} / 150 \text{ rad/seg} = 132.86 \text{ N.m}$$

Se conoce que la expresión $T_{\text{motor}}/n_{\text{motor}} = T_{\text{máquina}}/n_{\text{máquina}}$ relaciona los torques cuando se acopla a una caja de engranajes.

Despejando se obtiene:

$$T_{\text{motor}} = T_{\text{máquina}} \cdot n_{\text{motor}} / n_{\text{máquina}}$$

$$\text{Sea } n = 15 \quad n_{\text{motor}} / n_{\text{máquina}}$$

$$T_{\text{motor}} = 132.86 \text{ Nm} \cdot 1/15 = 8.85 \text{ Nm}$$

$$\text{Sea} \quad \text{RPM} = 3550$$

$$W_{\text{motor}} = 3550 \text{ RPM} \times 2 \times 3.14159 / 60 \text{ seg} = 371.75 \text{ rad/seg}$$

Entonces:

$$P_{\text{motor}} = T_{\text{motor}} \times W_{\text{motor}} = 8.85 \text{ Nm} \times 366.51 \text{ rad/seg} = 3290.03 \text{ w}$$

$$P_{\text{motor}} = 3290.03 \text{ w} / 746 \text{ w} = 4.41 \text{ Hp.}$$

Considerando que esta máquina arranca a plena carga se normaliza el valor de la potencia para el motor en 5 Hp.

2.1.3 ELECCIÓN DEL TIPO DE CONTROL DE VELOCIDAD

Una vez escogido el tipo de motor a utilizar y la potencia del mismo se debe elegir el control de velocidad más adecuado para este sistema.

En el mercado se puede encontrar una infinidad de controladores para motores de inducción tipo jaula de ardilla, pero para la elección se toma en cuenta la **eficiencia** [x₁] con la que operan dichos controladores, **rango de variación de velocidad** [x₂] y también el **contenido armónico** [x₃] de ingreso hacia las líneas de alimentación. Obviamente también se debe evaluar la **calidad** [x₄], **garantía** [x₅] y **costos** [x₆].

Por los avances tecnológicos alcanzados, prácticamente los cuatro primeros factores decisión son iguales, la diferencia la marca la garantía y los costos.

Entre las posibles marcas de variadores de frecuencia se tienen:

1° Alternativa: SIEMMENS

2° Alternativa: TELEMECHANIC

3° Alternativa: ABB

4° Alternativa: LG

5° Alternativa: DELTA ELECTRONICS

2.1.3.1 Selección del control de velocidad para el motor

Tomando en cuenta los parámetros anteriores y dando un peso específico a cada uno, tal como se muestra en la Tabla 2.2, se escogió un motor.

TABLA 2.2.- Factores de decisión para alternativas de marca de variador de frecuencia

Factor de decisión	1era	2da	3era	4ta	5ta	Ideal
X1	9	9	9	9	9	10
X2	9	9	9	9	9	10
X3	9	9	9	9	9	10
X4	9	9	9	9	9	10
X5	8	8	8	7	8	10
X6	3	3	1	5	4	DE 10
Promedio	7.8	7.8	7.5	8	8	10

Fuente: Luis Minango

Elaboración: Luis Minango

Los pesos específicos de cada factor se deducen en base a las especificaciones técnicas de cada equipo presentadas por el fabricante.

2.1.3.2 Justificación de la alternativa seleccionada

Los cinco primeros parámetros tomados para esta evaluación son bastante similares razón por la cual los factores que inciden directamente para elegir tal o cual marca son: la garantía y el costo del equipo.

Según las calificaciones que se dan respecto al tiempo de garantía dada y al costo individual de los equipos, se obtienen las mejores alternativas para las necesidades del sistema, de donde quedan dos posibles marcas: DELTA ELECTRONICS y LG, pero por algunas malas experiencias propias ya suscitadas anteriormente con equipos de la marca LG, se elige el variador de frecuencia de la marca DELTA ELECTRONICS.

2.2 CONTROL DE TEMPERATURA EN LA CÁMARA DE SECADO

Puesto que se va a controlar temperatura, la cual es una variable bastante lenta se elige un controlador de tipo ON/OFF.

Cabe mencionar que se creyó necesario que exista una pantalla en la que se muestre el valor actual de temperatura así como el valor de la temperatura fijada.

2.2.1 DETERMINACIÓN DEL TIPO DE SENSOR

En el mercado se puede encontrar una infinidad de sensores de temperatura, pero los más utilizados en la industria son los Pt 100 y las termocuplas. De donde se obtienen las siguientes alternativas:

1º Alternativa: PT 100

2º Alternativa: TERMOCUPLA

Para la elección del sensor apropiado para este sistema, se toma en cuenta la **precisión [x₁]** que este sistema necesita, la **distancia de ubicación del sensor con respecto al controlador de temperatura [x₂]**, el **rango de medición [x₃]** necesario, por último se debe evaluar la **calidad [x₄]**, **garantía [x₅]** y el **costo [x₆]**.

2.2.2 SELECCIÓN DE LA ALTERNATIVA PARA SENSOR DE TEMPERATURA

Tomando en cuenta los parámetros anteriores y dando un peso específico a cada uno, tal como se muestra en la Tabla 2.3, se escogió un sensor

Tabla 2.3.- Factores de decisión para alternativas de tipo de sensor

Factor de decisión	1º	2º	Ideal
X1	9	9	10
X2	9	9	10
X3	9	9	10
X4	9	9	10
X5	9	9	10
X6	8	9	De 10
Promedio	8.8	9.0	10

Fuente: Luis Minango

Elaboración: Luis Minango

2.2.2.1 Justificación de la alternativa seleccionada

El parámetro que marca la diferencia para las alternativas propuestas es el costo del equipo, por lo cual, según la calificación obtenida para cada una de las alternativas en la Tabla 2.3, se concluye que la N° 2 es la más adecuada; es decir, una termocupla.

Se recalca que para este proceso la precisión no es tan importante a menos que haya un error superior a 1.5 °C. Tomando en cuenta estos detalles se seleccionó una termocupla tipo K. Se consideró también que existe bastante demanda por estos sensores en el mercado nacional, y por lo tanto, suelen ser los más económicos.

2.2.3 ELECCIÓN DEL TIPO DE CONTROLADOR

Una vez escogido el tipo de sensor, se busca el tipo de controlador de temperatura, y las alternativas que se tuvo para controladores fueron:

1° Alternativa: WATLOW

2° Alternativa: OEROM

3° Alternativa: LAWSON

Se decidió que el controlador debe tener la capacidad de controlar los elementos de calefacción en modo ON/OFF [x1].

También se observó que la **sencillez en la fijación de los parámetros** [x₂] era primordial puesto que este equipo será manipulado por un obrero, lo que implica que su manejo y fijación de valores en el controlador deben hacerse de una manera rápida y sencilla, los valores de la **temperatura actual** [x₃] y el **valor fijado** [x₄], se debe presentar en pantallas diferentes. Adicionalmente el controlador debe dar una señal de alarma cuando el proceso se sale de su banda de trabajo. Finalmente el equipo seleccionado debe tener un **costo** [x₅] adecuado.

2.2.4 SELECCIÓN DE LA MARCA PARA EL CONTROLADOR DE TEMPERATURA

En la Tabla 2.4, se resume y cuantifican todos los factores que se tomaron en cuenta para seleccionar el controlador de temperatura adecuado para este caso particular.

Tabla 2.4. Factores de decisión para alternativas del controlador de temperatura.

Factor de decisión	1°	2°	3°	Ideal
X1	9	9	9	10
X2	8	8	9	10
X3	9	9	9	10
X4	7	9	9	10
X5	5	5	8	DE 10
Promedio	7.6	8.0	8.8	10

Fuente: Luis Minango

Elaboración: Luis Minango

2.2.4.1 Justificación de la alternativa seleccionada

Todos los equipos investigados tienen la capacidad de realizar un control del tipo ON/OFF y una pantalla principal, en la cual se debe mostrar el valor actual de la temperatura, los parámetros que imponen peso en la selección de la marca del controlador de temperatura son: la sencillez en la fijación de los parámetros y el costo del equipo.

Según la calificación obtenida para cada una de las alternativas en la Tabla 2.4, se concluye que la N° 3 es la mas adecuada; por tanto, para este sistema se selecciona el controlador de la marca LAWSON de procedencia Japonesa. Se debe indicar que a cada uno de los equipos se inspeccionó visualmente previo a la selección.

El catálogo de funciones que puede realizar este equipo y la hoja para la programación del mismo, se adjunta en el Anexo 3.

2.3 VELOCIDAD Y CONTEO DE LA CANTIDAD DE PAPEL IMPRESO

Ya se indicó que es necesario conocer la cantidad real de papel que se ha impreso y controlar la velocidad a la que gira el tambor central.

Para diseñar este sistema se procede de igual manera que para los anteriores: determinando el tipo de sensor más óptimo.

2.3.1 DETERMINACIÓN DEL TIPO DE SENSOR

Para sensor la velocidad de un motor, en el mercado se pueden encontrar una buena variedad de sensores, entre ellos los más conocidos son los inductivos, magnéticos y capacitivos.

Después de analizar la parte mecánica involucrada en la determinación de la cantidad de papel se eligió un sensor tipo Inductivo cuyas características y conexiones se las puede observar en el Anexo 4.

El sensor tipo inductivo, se encargaría de convertir las rotaciones del tambor en pulsos de voltaje, pero es necesario que en el eje existan protuberancias, que permitan la detección, con este propósito se acopló cuatro pernos del tipo Allen de 6 mm, obteniéndose así cuatro pulsos de voltaje por cada vuelta completa del tambor central.

2.4 DETERMINACIÓN DEL CONTADOR TEMPORIZADOR PROGRAMABLE.

Para esta tarea se investigó sobre la existencia de equipos que puedan realizar la operación siguiente:

- En base a un conteo de pulsos determinar la cantidad lineal de material que se está imprimiendo
- Fijar un determinado número de metros a imprimir
- Medir la velocidad a la que está girando el tambor principal.

La investigación arrojó dos alternativas que son:

1° Alternativa: IMPORTAR EL EQUIPO

2° Alternativa: IMPLEMENTAR EL EQUIPO

Independiente del equipo seleccionado éste deberá mostrar los valores medidos en una pantalla y su programación y configuración debería hacerse de una manera sencilla.

En el mercado nacional no se encontró equipo que cumpla con estas características, por esta razón se investigó en países cercanos del área andina, llegándose a encontrar un equipo que cumplía con estos requerimientos en Chile.

Para hacer una evaluación de costos y según esto elegir entre comprar el equipo anteriormente nombrado o diseñar e implementar una solución propia con contadores y un PLC, por ejemplo, se hizo una evaluación en base a los parámetros de la Tabla 2.5 que toma en cuenta el empleo de un **lenguaje amigable hombre máquina [x1]** para su programación. Aquí se consideró que si se importa el equipo éste debería incluir un software para su operación mientras

que al implementar el equipo éste tendría que ser desarrollado. Se incluyó como otro punto de evaluación cuántos **equipos** [x₂] son necesarios para lograr el objetivo propuesto. Como es lógico, el equipo importado puede decirse que es uno o se lo consideraría como una unidad, mientras que al implementarlo se deberá evaluar y seleccionar dos contadores y un PLC. El **costo del diseño e implementación**[x₃] fue otro punto analizado.

TABLA 2.5. Factores de decisión para alternativas del controlador de temperatura.

Factor de decisión	1°	2°	Ideal
X1	9	7	10
X2	8	6	10
X3	9	5	DE 10
Promedio	8.7	6.0	10

Fuente: Luis Minango

Elaboración: Luis Minango

2.4.1.1 Justificación de la alternativa seleccionada

Según la calificación obtenida para las alternativas propuestas en la Tabla 2.5 y tomando en cuenta que el tiempo para el ajuste del equipo importado es menor, ya que solo se tendría que realizar los ajustes propios para el sistema, mientras que al implementarlo existe el costo de diseño, se concluye que la alternativa N° 1 es la mas adecuada; por tanto, para este sistema se decide importar el equipo. Otros puntos a favor son la facilidad que ofrece para comunicarse con el obrero y por su costo.

Las hojas de características y programación del mismo se adjuntan en el Anexo 5.

2.5 DISEÑO DEL CIRCUITO DE CONTROL

Una vez conseguidos los equipos necesarios para la etiquetadora se pasó a diseñar e implementar el circuito de control para la misma.

Se debe aclarar que se realizaron algunos intentos para lograr el diseño más adecuado y eficiente, que cumpla con lo pedido por el cliente, incluyendo el hecho que el sistema debe tener un selector para funcionamiento a pulsos o en forma continua. Para el funcionamiento a pulsos solo se debe accionar el motor acoplado al tambor principal y para el funcionamiento continuo se debe incorporar las funciones de control de la temperatura en la cámara de secado y el conteo de la cantidad de papel impreso. Por otro lado, la máquina no debe arrancar mientras la cámara de secado no haya alcanzado la estabilidad térmica fijada y que, en caso ocurrir una parada de emergencia, los valores en los que se haya encontrado en ese momento la máquina no se pierdan, para luego de superado el inconveniente se continúe normalmente.

En este diseño también se prevé que en caso de ocurrir alguna falla, ya sea por sobre temperatura o sobre corriente en el motor, la maquinaria se detenga y señalice debidamente lo ocurrido, hasta que el operador elimine la falla ocurrida.

Una vez completo el valor fijado a imprimir la maquina debe indicar que ya terminó ese proceso.

Tomando en cuenta todas estas funciones se llegó al diseño que se muestra en la Figura 2.5.

FIGURA 2.5. Circuito de control

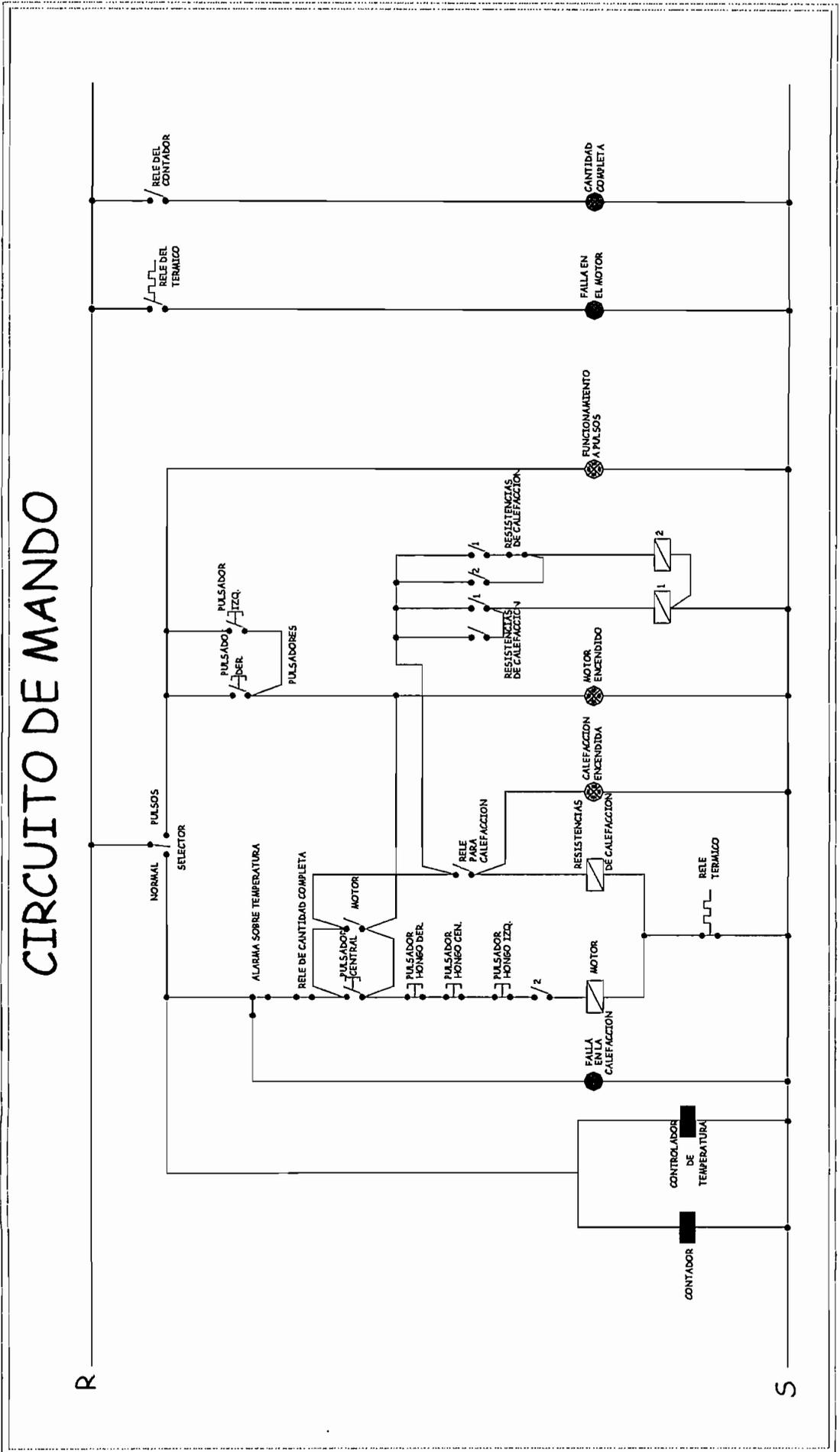
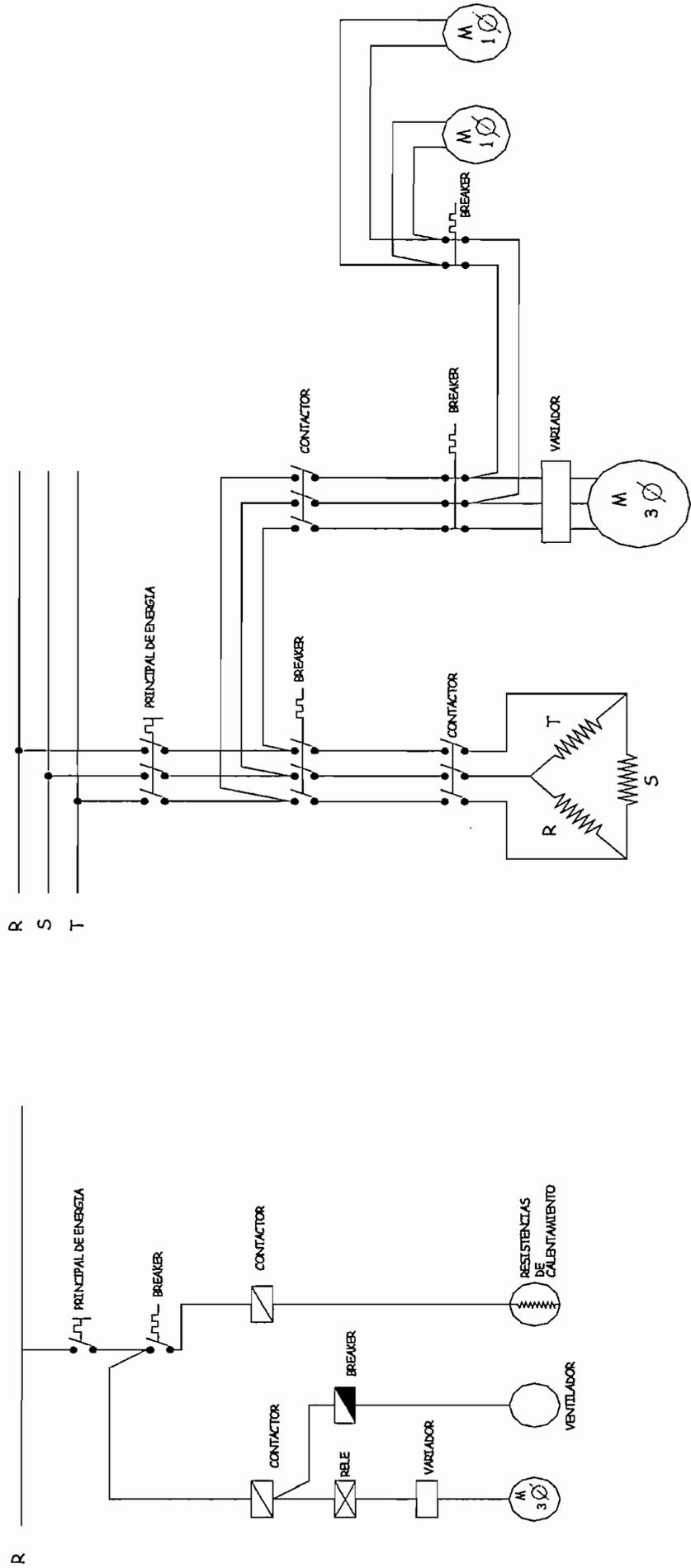


FIGURA 2.6. Circuito de fuerza

CIRCUITO DE FUERZA

UNIFILAR

MULTIFILAR



2.5.1 JUSTIFICACIÓN DEL DISEÑO

Se mencionó que una de las funciones de esta máquina es trabajar por pasos para calibrar los colores, verificar el proceso de impresión y así evitar el desperdicio de material. Luego debe operar en forma continua hasta imprimir la cantidad de material previamente fijada.

Para cumplir con este requerimiento se empezó por colocar un selector de tres posiciones tal como se indica en la Figura 2.7.

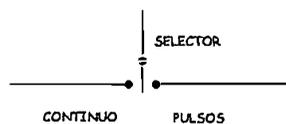


FIGURA 2.7. Selector de tres posiciones

En el funcionamiento por pasos, el motor acoplado al tambor principal solo debe girar el momento que se presiona uno de los pulsadores de marcha situados a los extremos de la máquina (pulsador der. o pulsador izq.). Bajo esta situación solo debe girar el tambor principal y los restantes elementos, tales como resistencias de calefacción, contadores y controladores deben permanecer desconectados; además, debe encenderse la luz piloto que indica el funcionamiento por pasos. Para lograr esto se diseñó el circuito de control de la Figura 2.8.

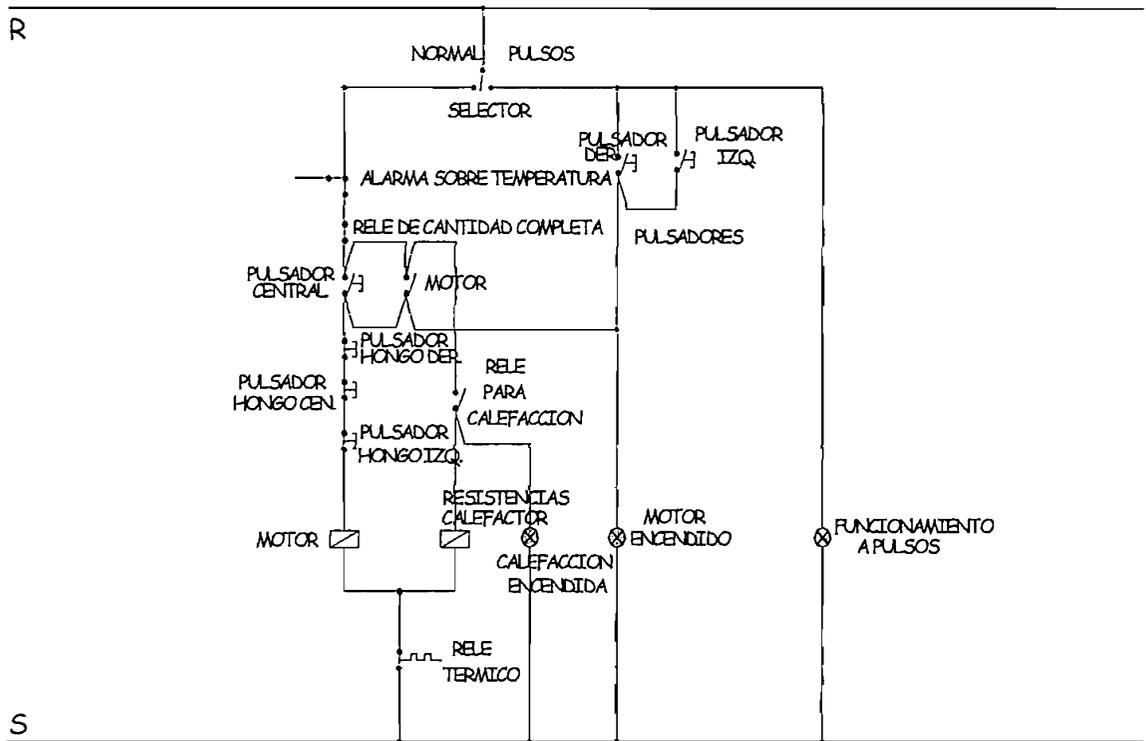


FIGURA 2.8. Funcionamiento a pasos

Para el funcionamiento continuo se deben energizar los controladores tanto de temperatura como de cantidad de material. Para pasar a este modo se activa el pulsador central, mientras los restantes pulsadores quedan sin energía por seguridad. En este proceso, cabe recalcar, por tener un sistema de calefacción se necesita un determinado tiempo para que se alcance la estabilidad térmica en la cámara de secado. Hasta que esto no ocurra, hay que evitar que el proceso de impresión arranque sin que la cámara de secado haya alcanzado la temperatura fijada. Para esto se diseñó un sistema que mantiene bloqueado el arranque del motor acoplado al tambor central mientras el contactor de las resistencias de calefacción no se haya desconectado por primera vez, con lo que se garantiza que el sistema de calefacción ha alcanzado la temperatura fijada, la

misma que evita que exista corrimientos de la tinta en el secado de los colores impresos.

Se indicó que para arrancar el motor principal se necesita que el contactor de las resistencias de calefacción se haya desconectado al menos una vez. Esto se debe a que el sistema de calefacción permanece encendido hasta llegar a la temperatura fijada y, luego de alcanzar esta temperatura, se apaga y se enciende para mantenerse en la misma de acuerdo a la señal del controlador de temperatura.

En cuanto al diagrama de control de la Figura 2.9, éste es el encargado de no permitir que se ponga en marcha el motor principal mientras la cámara de secado no haya alcanzado la estabilidad térmica a la temperatura previamente fijada. Para lograr este propósito se hace lo siguiente: para comenzar se puede observar que los contactores 1 y 2 son auxiliares en este circuito. Si se pone el selector de funcionamiento en continuo, se energizan los contactos auxiliares ubicados en la parte superior de los contactores 1 y 2. Cuando el contactor de las resistencias de calefacción se acciona, este a su vez cierra el contacto normalmente abierto (NO) ubicado en la parte superior del contactor auxiliar 1, permitiendo que este se quede enclavado; al mismo tiempo abre un contacto normalmente cerrado (NC) ubicado en la parte superior del contactor auxiliar 2, el contactor 1 cierra un contacto NO y en ese estado se queda en espera que el contactor de las resistencias de calefacción se desconecte, para que este a su vez cierre el contacto NC ubicado en la parte superior del contactor 2. Solo el momento que esto sucede, se acciona el contactor 2, este cierra el contacto NO

ubicado en la parte superior del contactor para el motor principal, solo entonces se puede arrancar este motor.

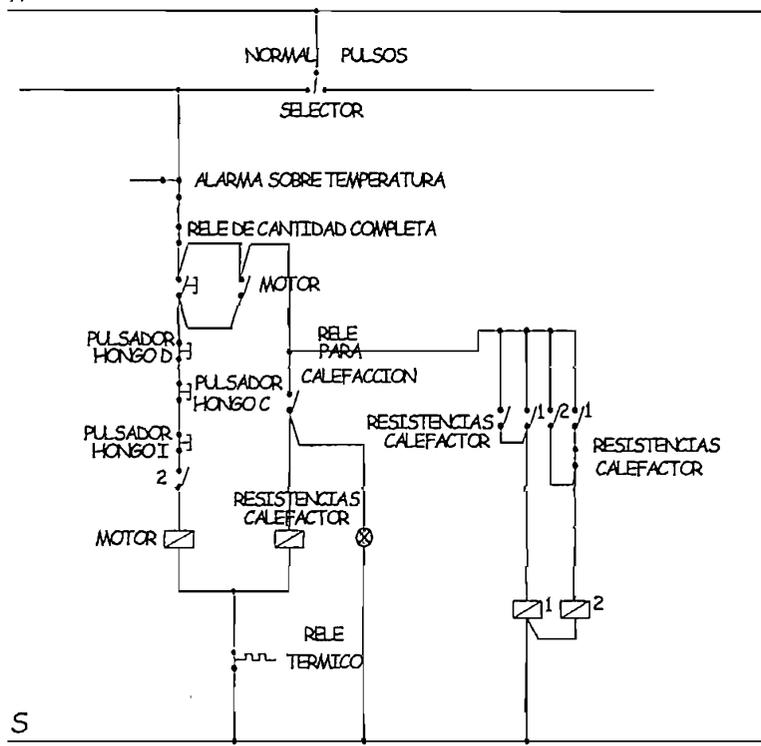


FIGURA 2.9. Circuito que evita el arranque el motor antes de alcanzar la estabilidad.

El circuito de la Figura 2.10 es el encargado de poner en marcha la maquina etiquetadora, incluyendo el controlador de temperatura y el contador de material impreso y dar la señalización respectiva. Consta de tres pulsadores de paro de emergencia tipo hongo colocados uno en cada extremo de la máquina y otro en la parte central de la misma, para evitar cualquier incidente. Las tres luces piloto en color verde indican: la primera si la máquina está operando a pulsos. La segunda si está encendido el contactor del motor principal. La última si esta energizado el contactor de las resistencias de calefacción.

Las luces piloto rojas señalan: la primera si existe una sobre temperatura en la cámara de secado con lo que se detendrá la operación de la maquina. La segunda indica si existe una sobrecarga en el motor y también se detiene el proceso. La última luminaria indica que ya se completó la cantidad de material fijado a imprimirse y se detiene la maquina quedándose en espera hasta que el obrero la reinicie, si fuese el caso.

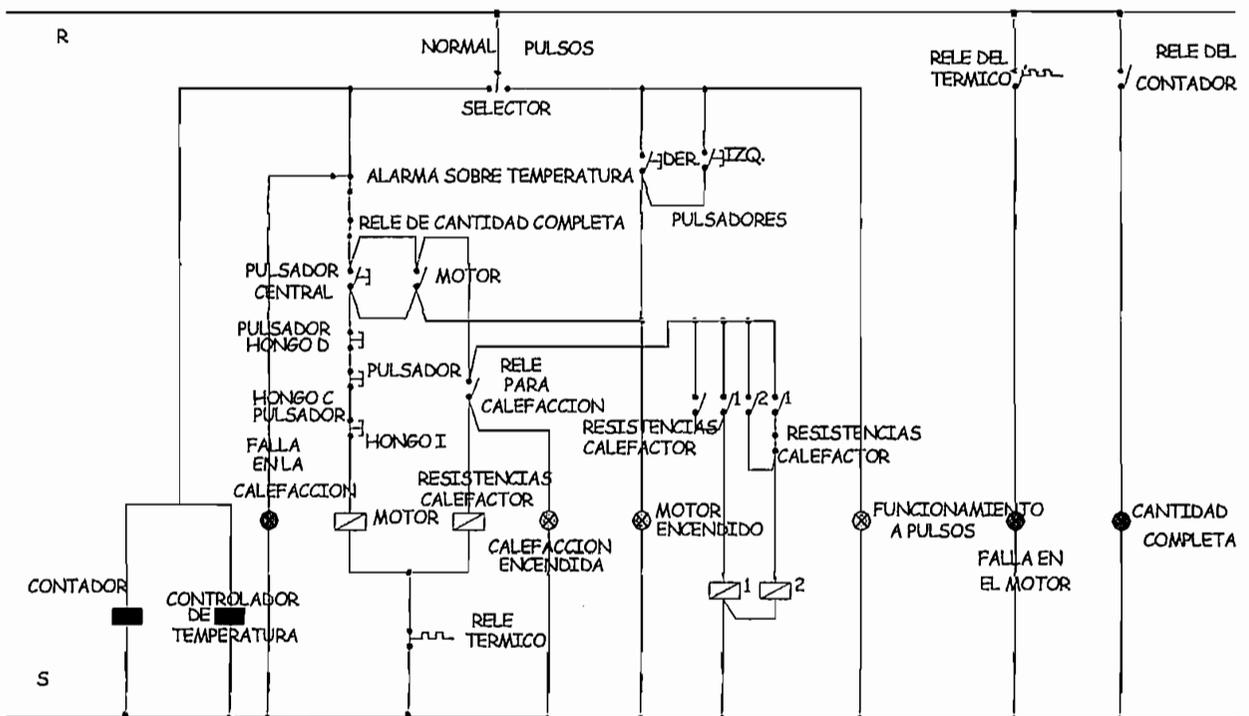


FIGURA 2.11. Circuito de control para la maquina etiquetadora

Una vez finalizado el diseño se procede al cableado del mismo.

2.5.2 CABLEADO DEL DISEÑO

Antes de empezar el cableado es conveniente realizar una inspección minuciosa de todos los componentes que se implementarán en el sistema, comprobando que estos se ajusten a las características previstas en el diseño y, en caso de no estarlo, realizar los cambios necesarios. Estos ajustes o calibraciones son muy frecuentes cuando se realiza una implementación debido a que los equipos que se compran en el mercado son muy generales o tienen una configuración genérica.

Por ejemplo, se debió cambiar los relés de salida del contador debido a que los originales no tenían contactos normalmente cerrados. Para el controlador de temperatura se debió agregar un relé debido a que solo tenía una salida y en el caso presente se necesitaban dos: uno para manipular el contactor de las resistencias de calentamiento y otro para encender la luz piloto de alarma de sobre temperatura.

Luego de terminada la revisión de las características eléctricas y de su ubicación, los equipos están listos para el cableado.

A partir de la propuesta diseñada se procedió al cableado. Para el sistema de control se empleó conductor # 16 AWG, que es un calibre normalizado para tableros de control.

El circuito de Fuerza está constituido por un motor de 5 HP, dos venteroles de 0.75 HP, un venterol de 0.5 HP, un variador de frecuencia de cinco HP, tres resistencias de calefacción de 2000 W cada una, por lo tanto la potencia total de la máquina es 11222 W, considerando un factor de utilización de los equipos de 0.9 y un voltaje de línea de 208 V, de esto se deduce que la corriente alcanza un valor de 28.27 amperios lo cual indica que el conductor a utilizar es de calibre # 12 AWG flexible, el mismo que tiene una capacidad de manejo de corriente de hasta 40 amperios (Capacidad basada en NEC (USA) Edición 1978) para un solo conductor al aire libre a una temperatura de 30 ° C. El conductor que lleva la energía desde el variador de frecuencia hasta el motor es conductor del tipo Sucre 4 x 12 AWG cableado, recomendado para alimentación de motores.

Con estos parámetros se procede al cableado que implementa los circuitos de control ya explicados.

CAPÍTULO 3

3 PRUEBAS Y RESULTADOS

Como en este caso este proyecto de titulación tiene como alcance la implementación, entonces se debe hacer un protocolo de pruebas y resultados obtenidos con el funcionamiento de la máquina etiquetadora.

Antes de realizar las pruebas del sistema en la práctica es conveniente hacer verificaciones preliminares.

3.1 VERIFICACIÓN DE LAS CONEXIONES SOBRE LOS ELEMENTOS DE LA MÁQUINA

Esta verificación se hace para constatar que no existan cables sueltos o mal conectados, algo muy importante en la práctica, particularmente cuando varias personas intervienen en el trabajo, razón por la cual este paso toma bastante cuidado y tiempo.

Una vez comprobado lo anterior y antes de encender la máquina también se realiza una inspección de todos los componentes mecánicos, verificando que todos los elementos hayan sido asegurados y que no existan pernos o tornillos flojos.

3.2 PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO PARA LA MÁQUINA ETIQUETADORA

Las pruebas que deben realizarse para esta máquina se dividen en dos:

- Prueba de funcionamiento en vacío
- Prueba de funcionamiento con plena carga

3.2.1 PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO EN VACÍO

Finalizada la inspección de todo el sistema y siempre que no existan inconvenientes, se conecta la maquinaria a la red de energía eléctrica, se la pone en marcha seleccionando el funcionamiento por pulsos pero sin cargar las bobinas de papel; en ese momento se realizan las siguientes pruebas mecánicas y eléctricas:

- Verificar que el voltaje de línea sea adecuado (208 V) y que la corriente hacia el motor debe ser menor al valor nominal (16 A), puesto que el mismo no está con carga completa.
- Verificar la existencia de vibración, ruidos o cualquier desperfecto que pueda afectar al sistema.
- Verificar que el funcionamiento sea solo mientras se mantiene presionado cualquiera de los pulsadores de marcha.

- Verificar que en esta selección no funcionen los contadores, controladores de temperatura y los venteroles.

Luego se debe cambiar a funcionamiento continuo, se realizan las siguientes pruebas:

- Verificar que el voltaje de línea sea adecuado (208 V) y que la corriente hacia el motor debe ser menor al valor nominal (16 A), puesto que el mismo no está con carga completa.
- Verificar la existencia de vibración, ruidos o cualquier desperfecto que pueda afectar al sistema.
- Incrementar secuencialmente las revoluciones hasta alcanzar el valor máximo solicitado. De igual forma proceder con la temperatura en la cámara de secado, hasta alcanzar el valor máximo de temperatura.
- Comprobar que el número de revoluciones al que gira el tambor principal cumpla con lo pedido (52 RPM).
- Comprobar el sistema de protecciones tales como sobre velocidad, sobre corriente, calentamiento excesivo de la cámara de secado funcionen según el diseño.
- Verificar que todos los pulsantes de paro de emergencia cumplan con la función de detener la máquina.
- Generar fallas para comprobar que las luces piloto de señalización se enciendan el momento que exista determinado inconveniente.

- Finalmente se debe apagar y volver a encender el sistema por lo menos 3 o 4 veces ya que con esto se verifica que no existan defectos en el arranque y funcionamiento.

3.2.2 RESULTADOS DE LA PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO EN VACÍO

Los resultados obtenidos se observan en la Tabla 3.1

TABLA 3.1. Resultados de la prueba de funcionamiento en vacío

	Valor esperado	Valor medido	Error
Voltaje de línea	208 V	215 V	3.37 %
Corriente de línea del motor	16 A	11.5 A	N/A
Vibración	Baja	Media	N/A
Revoluciones del tambor principal	52 RPM	53 RPM	1.92 %
Temperatura máxima en la cámara	85 °C	85 °C	0.0

Fuente: Luis Minango

Elaboración: Luis Minango

3.2.3 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS

Según los resultados se puede observar que los errores son aceptables a excepción de las vibraciones, este inconveniente fue solucionado nivelando la maquina etiquetadora por medio de la regulación en los soportes, con lo cual se disminuyó casi en su totalidad esta vibración.

3.2.4 PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO A PLENA CARGA

Para realizar esta prueba primero se deben realizar los siguientes pasos:

- Cargar al sistema con el material en el cual se desea imprimir, en lo posible realizar la impresión con la bobina de 25.4 cm de ancho y en papel aluminio para tratar de alcanzar el peso máximo que se pueda acoplar a la máquina.
- Cargar con tinta los recipientes, según cuantos colores se desee imprimir.
- Verificar que la dilución de la tinta sea la correcta.

Seleccionar el funcionamiento por pulsos para:

- Centrar el área de impresión en todas y cada una de las estaciones de color.
- Centrar el área de troquelado y el enrollado en la bobina si fuere el caso.

Una vez confirmados estos procesos se debe verificar el correcto montaje de colores. Si se completa esta calibración de las impresiones para los distintos colores entonces se puede cambiar a modo de funcionamiento continuo, para seguir con esta prueba.

Verificando que no existan inconvenientes en el proceso se incrementan las revoluciones del tambor principal hasta alcanzar la velocidad máxima con la que se puede trabajar en el material.

Con la maquina trabajando a plena carga se deben medir los valores de voltajes de línea y la corriente que está absorbiendo el motor, ya que con esto se verifica que el sistema de alimentación de energía eléctrica sea el adecuado y, además, así se garantiza la vida útil del motor eléctrico y del resto de componentes del sistema.

Esta prueba a plena carga debe hacerse por al menos 3 horas de trabajo en forma continua. Luego, se apaga y se realiza otra prueba al día siguiente, pero esta vez se hace trabajar por un espacio de 6 a 8 horas y se la vuelve a apagar. Esta prueba se la vuelve a repetir al tercer día y si no existe ningún inconveniente la maquinaria esta lista para trabajar continuamente.

3.2.5 RESULTADOS DE LA PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO A PLENA CARGA

Los resultados obtenidos se observan en la Tabla 3.2

TABLA 3.2. Resultados obtenidos a plena carga.

	Valor esperado	Valor medido	Error
Voltaje de línea	208 V	214 V	2.88 %
Corriente de línea del motor	16 A	14.1 A	N/A
Vibración	Baja	Baja	N/A

	Valor esperado	Valor medido	Error
Cantidad de papel (mínima)	20 m	20.23 m	1.15 %
Cantidad de papel (elevada)	480 m	480.38 m	0.08 %
Temperatura de la cámara de secado	60 °C	59.5 °C	0.83 %
Máxima variación de temperatura	1 °C	0.85 °C	N/A

Fuente: Luis Minango

Elaboración: Luis Minango

3.2.6 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS

Según los resultados se puede observar que los errores son aceptables, es más, la máxima variación de temperatura, que se esperaba es de 1 °C. Este valor en el equipo medido con un pirómetro, fue de 0.85 °C, con lo que se indica que se superó la expectativa en este factor.

3.3 JUSTIFICACIÓN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN LAS PRUEBAS REALIZADAS

En general los resultados que se obtuvieron son los prefijados en el diseño, cayendo dentro de los límites de operación en la región segura para este tipo de maquinarias, entre ellos:

3.3.1 CONTROL DE LA VELOCIDAD DEL MOTOR PRINCIPAL.

El rango de variación de la frecuencia fue de 0 – 60 Hz, vence la inercia en el valor de 3.5 Hz, pero para alcanzar este valor se necesitó dar al motor una compensación de arranque del 50 %.

3.3.2 CONTROL DE LA TEMPERATURA EN LA CÁMARA DE SECADO

Cuando el sistema alcanza la estabilidad, tiene un error de 0.85 °C, pero como los sistemas de calefacción se caracterizan por ser bastante lentos, este resultado no afecta al proceso; además, por la experiencia de los obreros se concluyó que este error es despreciable.

3.3.3 CUANTIFICACIÓN DE LA CANTIDAD DE PAPEL IMPRESO

Para este caso, como se tiene una rueda dentada de la cual se obtiene los pulsos y esta posee cuatro protuberancias, entonces el error en la cuantificación del material impreso es de 41.4 cm, error que se produce en la última revolución dada por el tambor a principal, pero como las cantidades que se elaboran son elevadas, mayores a 500 m. El error resultó ser de 0.08 %, que es un valor más que aceptable.

3.4 PRUEBA DE CAPACIDAD DE TRABAJO

Una vez que la máquina está trabajando en una jornada normal se verifica si la producción es la correcta. En la Tabla 2.6, una hoja del protocolo de pruebas que debe realizarse a la máquina cada dos semanas con lo que se garantiza que la misma se mantenga dentro de los límites de funcionamiento correctos.

La máquina ha estado en operación desde hace dos meses y hasta la fecha sus capacidades de trabajo diarias han sido correctas.

TABLA 3.3.- Hoja de datos para el protocolo de pruebas

VERIFICACIÓN DE MONTAJE DE LOS ELEMENTOS EN LA MAQUINARIA		
	CORRECTO	INCORRECTO
Ajuste de tornillos		
Voltaje de línea (referencia: 208 V Trifásico)		
Ajuste de los equipos de control		
Valores fijados en los instrumentos de control		
PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO EN VACÍO		
	SI	NO
Defectos en el arranque		
	NORMAL	ANORMAL
Vibración		
Voltaje de línea (V)		
Corriente (A)		
Frecuencia de ingreso al motor		
Velocidad del tambor principal		
Cantidad de papel a imprimir		
Temperatura fijada en el controlador		
Temperatura de la cámara de secado		
PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO A PLENA CARGA		
	SI	NO
Defectos en el arranque		
	NORMAL	ANORMAL
Vibración		
Voltaje de línea (V)		
Corriente (A)		
Frecuencia de ingreso al motor		
Velocidad del tambor principal		
Cantidad de papel a imprimir		
Temperatura fijada en el controlador		
Temperatura de la cámara de secado		
Tiempo de duración de la prueba		
CAPACIDAD DE TRABAJO		
Metros por minuto de papel impreso		
Frecuencia de trabajo		

OBSERVACIONES:.....

FECHA Y HORA DE LA PRUEBA

RESPONSABLE

CAPITULO 4

4 ANÁLISIS DE COSTOS

Una vez finalizada la implementación de la maquinaria es conveniente hacer un análisis completo sobre los costos de todos los equipos implementados en este sistema.

4.1 COSTOS DE EQUIPOS ELECTRÓNICOS, MOTORES Y ACCESORIOS NORMALIZADOS

En la Tabla 4.1 se detallan los costos de todos los equipos principales que constituyen la etiquetadora.

TABLA 4.1.- Costos de equipos electrónicos, motores y accesorios

Descripción del equipo	Especificación	Cant.	Valor unitario	Valor Total
Contador Temporizador Programable	2 entradas para conteo, suministra 5 y 10 V regulados para alimentar al sensor. Conteo unidireccional, 2 contadores, 2 salidas a relé, almacenamiento de datos durante 10 años en una EEPROM	1	384.00	384.00

Controlador de Temperatura	1 entrada para termocupla ó RTD. 1 salida de operación con control PID. 1 salida de Alarma, dos displays para lectura de temperatura, Fuente a 220 V.	1	190.00	190.00
Motor de inducción tipo jaula de ardilla	3 Ø a 220 V / 440 V, 3480 RPM. Potencia: 5 HP Amperaje: 8 / 16 Amps, Frecuencia: 60 HZ Aislamiento clase: F	1	250.00	250.00
Reductor	Tipo Corona y sinfin Ratio: 1 / 15 Potencia: 5 HP	1	450.00	450.00
Variador de Frecuencia	3 Ø a 220 V / 440 V. Potencia: 3.7 Kw Frecuencia: 60 HZ	1	540.00	540.00
Ventrol	Monofásico, de 2,5 pulgadas de salida, 3600 RPM. Amperaje : 2 Amps.	2	58.00	116.00
Ventrol	Monofásico, de 2,0 pulgadas de salida, 3600 RPM. Amperaje : 1.7 Amps	1	49.00	49.00
Sensor inductivo NPN	Tipo NPN, 3 alambres, VDC : 10 – 30 VDC, I : 1200 mA.	1	45.00	45.00
Termocupla	Tipo K. Rango de operación : 0 a 1200 °C.	1	17.00	17.00
Interruptor general	Telergon, 30 A, 440V	1	38.00	38.00
Contactor	Cutler-Hammer, CE 15 DN	2	38.50	77.00
Relé Térmico	Cutler-Hammer, 13- 18 A.	1	38.50	38.50
Breaker	Camsco, 2 x 6 Amps	1	9.55	9.55

Breaker	Camsco, 3 x 6 Amps	1	14.20	14.20
Selector	Vasto de 30 mm	1	9.80	9.80
Pulsador	Vasto de 25 mm	3	5.50	16.50
Pulsador hongo	Vasto de 30 mm con retención	3	10.55	31.65
Caja para pulsadores	Camsco 2 huecos de 22 mm.	2	3.50	7.00
Luz piloto	Camsco de 22 mm 220 V	6	3.45	20.70
Tubo conduit	1 pulgada	1	4.85	4.85
Caja condulet	1` tipo Tee	2	7.18	14.36
Caja condulet	1` tipo LL	2	7.53	15.06
Cable flexible	16 AWG, cableado	100	0.12	12.00
Cable Sucre	4 x 12 AWG, cableado	10	2.25	22.50
Cable de temperatura	Siliconado # 12 AWG	3	1.22	3.66
Cable de temperatura	Siliconado # 14 AWG	3	0.92	2.76
Cable flexible	12 AWG, cableado	22	0.28	6.16
Tubería BX	½` con PVC	5	2.22	11.10
Tubería BX	½` sin PVC	8	1.98	15.88
Conectores BX	½` sin PVC, recto	6	0.95	5.70
Conectores BX	½` con PVC, recto	9	1.55	13.95
Conectores BX	½` sin PVC, curvo	1	1.85	1.85
Conectores BX	1`, sin PVC, recto	4	1.75	7.00
Bushing	1 a ½` metalicas	7	1.35	9.45
Canaleta	40 x 40 mm, gris	1	6.35	6.35
Canaleta	25 x 25 mm, gris	1	5.35	5.35
Terminales	Tubo # 10-12	9'	0.08	0.72
Terminales	Pin # 12-14	100	0.07	7.00
Terminales	Pin #10-12	30	0.08	2.40
Amarras plásticas	15 cm.	100	0.02	2.00
Borneras	Plásticas # 14 AWG	2	1.98	3.96
Riel	Din	1	1.78	1.78
Potenciómetro	5 Kohms	1	0.40	0.40
Estaño	14 #AWG	4	0.40	1.60
Total USD				2481.74

4.2 COSTOS DE ELEMENTOS ADICIONALES

En la siguiente Tabla 4.2, se hace referencia a todos los equipos extras.

TABLA 4.2.- Descripción de elementos adicionales

Descripción del equipo	Especificación	Cant.	Valor unitario	Valor Total
Caja metálica	40 x 70 x 25 mm	1	95.00	95.00
Caja metálica	40 x 30 x 20	1	38.00	38.00
Resistencias para calefacción	Tipo hornilla, 2000 Watts	3	18.95	56.85
Tornillos	Allen M 5 x 15	15	0.08	1.20
Tornillos	M 4 x 10	30	0.05	1.50
Tuercas	M 4	30	0.04	1.20
Arandelas	M 4	30	0.02	0.60
Tornillos	Allen M 6 x 20	4	0.15	0.60
Arandelas de presión	M 4	10	0.03	0.30
Perilla	Para potenciómetro	1	0.45	0.45
			Total USD	195.70

4.3 COSTOS DE UTILIZACIÓN DE MAQUINARIA

Para la realización y montaje de los equipos se necesitó de maquinaria mecánica para realizar este trabajo por lo que se incurrió en gastos que se detallan en la tabla 4.3.

TABLA 4.3.- Costos de maquinaria utilizada

Maquinaria utilizada	Horas de trabajo	[USD/Hora]	Valor Total
Taladro	8	2.50	20.00
Machuelos	6	1.50	38.00
Esmeril	4	2.50	10.00
Motor Tool	2	3.00	6.00
Total USD			74.00

4.4 COSTOS DE DISEÑO

En la Tabla 4.4 se indica el número de horas de trabajo que se invirtieron en el diseño e implementación de la etiquetadora y los costos que implicaron la ejecución de estas tareas.

TABLA 4.4.- Costos implementación y diseño

Descripción de costo	Horas de trabajo	[USD/Hora]	Valor Total
Diseño de los implementos eléctricos	60	15.00	900.00
Cableado del diseño	40	8.00	320.00
Total USD			1220.00

4.5 COSTO TOTAL DEL PROYECTO

Para evaluar este costo obviamente se deben sumar los costos parciales, obteniéndose el resultado que se muestra en la Tabla 4.5.

TABLA 4.5.- Costo total del proyecto

Descripción	Valor Total
Costos de equipos electrónicos, motores y accesorios	2481.74
Costo de elaboración de la parte mecánica	20700.00
Costos implementación y diseño	1220.00
Descripción de elementos adicionales	195.70
Costos de maquinaria utilizada	74.00
Total USD	24671.44

Terminado esta sumatoria se determina que el costo total del proyecto de construcción de una máquina etiquetadora que utiliza el principio de la flexografía es de **\$ 24671.44 (VEINTE Y CUATRO MIL SEISCIENTOS SETENTA Y UNO 44/100 DÓLARES AMERICANOS).**

4.6 ANÁLISIS COMPARATIVO DEL PROYECTO

Finalizado el proyecto se debe hacer un análisis comparativo de costos. Para esto fue necesario investigar sobre costos de maquinaria con similares características. La fábrica mas cercana a nuestro país que produce este tipo de maquinarias se la ubicó en Chile, el costo de la máquina que esta empresa produce asciende a \$ 33500.00 (Treinta y tres mil quinientos 00/100 dólares americanos).

La máquina construida localmente tiene un menor costo, posee las adecuaciones necesarias para nuestro medio y lo mas importante es que el cliente tiene la garantía y respaldo técnico calificado dentro de su zona de operación.

Por estas razones la solución escogida es la más conveniente, tanto técnica como económicamente para la empresa es por esto que se decidió por esta alternativa. Con esto también se demuestra que es posible establecer una confianza y relación entre el sector industrial y la producción nacional.

CAPITULO 5

5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Luego de realizadas las pruebas ya descritas y, sobre todo, después de tener la etiquetadora en producción por un periodo mayor a dos meses, es posible llegar a las conclusiones que a continuación se indican.

5.1 CONCLUSIONES

- Lo principal que se debe recalcar de este proyecto, es que se cumple con los objetivos planteados y los solicitados por el cliente.
- Con este proyecto se ha podido determinar que la solución técnica y económica más viable no necesariamente es la más costosa, ya que como se puede observar en la tablas de costos que existen equipos que a pesar de tener el mismo alcance técnico tienen un valor mucho mayor.
- Lo primordial para una maquinaria que va a trabajar en la industria es la facilidad que debe ofrecer para que el ó los obreros que van a operarla puedan fijar los parámetros necesarios para ejecutar el proceso. La opinión de los obreros indica que si se pudo cumplir con este objetivo.
- Algunas veces es necesario hacer uso de nuestra experiencia, para escoger tal ó cuál equipo, debido a que en el mercado existen muchos

productos que aunque ofrecen un determinado tiempo de garantía fallan. Para una maquinaria que trabaja hasta más de 15 horas al día, una para representa una pérdida económica considerable; razón por la cual se deben evitar estos percances.

- Como se puede observar en la maquinaria las protecciones juegan un papel importante para prolongar la vida de los equipos que la constituyen y su fijación correcta evita paradas innecesarias.
- Se hace énfasis que además de la diferencia existente de costos entre importar esta maquinaria y construirla localmente, para esta última el cliente tiene la facilidad de contar con mano de obra calificada para remediar cualquier contingencia que se presente en el sistema.
- La maquinaria al estar trabajando por un lapso de aproximadamente dos meses sin ningún inconveniente, está demostrado que se ha cumplido con los objetivos planteados al inicio de este proyecto.

5.2 RECOMENDACIONES

La experiencia adquirida durante el diseño e implementación de este proyecto, permite emitir las recomendaciones siguientes.

- Cuando se va a implementar la parte eléctrica de una maquinaria, siempre se recomienda hacer bosquejo de lo que se necesita. De esta forma, después de tener ya una idea concreta sobre el funcionamiento de los equipos que se necesiten se debe afinar el bosquejo inicial.

- Para garantizar un funcionamiento normal del sistema, se recomienda realizar mantenimiento y lubricación periódicos de la máquina, al menos cada dos semanas.
- Debido al ambiente difícil en el que se ubica el motor, se recomienda hacer una limpieza del sistema de ventilación del motor y variador al menos cada 4 meses.
- El momento de realizar el cableado del diseño es importante seguir con orden, paciencia y cuidado este trabajo ya que una equivocación en esta tarea lleva mucho tiempo el encontrar y corregir los errores.
- Para realizar las pruebas es recomendable seguir paso a paso el protocolo sugerido, ya que con esto se está garantizando y extendiendo el funcionamiento normal y tiempo de vida, respectivamente de la maquinaria además de prevenir futuros desperfectos.
- Se recomienda que los proyectos tengan una orientación práctica y mejor si se trata sobre la solución de problemas concretos de la industria, las experiencias que se pueden obtener de este tipo de trabajos es invaluable para el ingeniero que empieza a abrirse campo en su nueva profesión.

BIBLIOGRAFÍA

CREUS SOLE, A.; Instrumentación Industrial, Editorial Alfaomega, Sexta Edición 1998.

BOYLESTAD, R.; Electrónica Teoría de Circuitos, Editorial Prentice Hall, Quinta Edición. México, 1994.

RASHID, M.; Electrónica de Potencia, Editorial Prentice Hall, Segunda Edición, México, 1993.

WILHELM H.; Foeoelectrónica, Marcombo, España, 1979.

SOISSON, H.; Instrumentación Industrial, Editorial Limusa, 2da Edición, México, 1990.

DONALD, L.; Circuitos Electrónicos, Editorial Alfaomega, Segunda Edición, Barcelona, España, 1985.

INTERNET

HISTORIA Y FABRICACIÓN DEL PAPEL

http://icarito.tercera.cl/enc_virtual/c_nat/papel/

http://icarito.tercera.cl/enc_virtual/c_nat/papel/historia.htm

http://icarito.tercera.cl/enc_virtual/c_nat/papel/historia3.htm

http://icarito.tercera.cl/enc_virtual/c_nat/papel/celulosa.htm

http://icarito.tercera.cl/enc_virtual/c_nat/papel/reciclado.htm

icarito.tercera.cl/enc_virtual/c_nat/papel/historia.htm

<http://webs.sinectis.com.ar/mcaqliani/index.htm>

LOS EGIPCIOS Y PAPIRO

<http://www.lamaga.com.ar/www/area2/default.asp>

LA FABRICACIÓN Y LA HISTORIA DEL PAPEL EN "LA VILLA"

[http://www.esi.unav.es/asignaturas/ecologia/trabajos/papel/Proc\(a\).htm](http://www.esi.unav.es/asignaturas/ecologia/trabajos/papel/Proc(a).htm)

TRANSPORTE DE MADERA HASTA LA FÁBRICA

http://www.geocities.com/kasen667/el_papel.html

ANEXO 1

Cálculo de los diferentes pesos de los implementos

ANEXO 1

CALCULO DE LOS DIFERENTES PESOS DE LOS IMPLEMENTOS

BOBINA MADRE

A.- NÚCLEO

R	3,81Cm
L	27,4Cm
Vol	1249,50379Cm3
densidad Al	2,7g/cm3
PESO	3,37366024Kg.

B.- Eje

R	1Cm
L	53Cm
Vol	166,4995Cm3
densidad Ace	7,8g/cm3
PESO	1,2986961Kg.

C.- Tope

R	6,35Cm
L	2Cm
Vol	253,346268Cm3
densidad Al	2,7g/cm3
PESO	0,68403492Kg.

Peso Bobina

34,76Kg.

Peso total BM

40,1163913Kg

TAMBOR CENTRAL

A.- NUCLEO

r	3,81 cm
l	30,48 cm
Vol	1389,95896 cm3
densidad Ace	7,8g/cm3
PESO	10,8416799Kg

B.- Eje

r	1 cm
l	22 cm
Vol	69,113 cm3
densidad Ace	7,8g/cm2
PESO	0,5390814Kg

C.- Tubo

ancho	172,8 cm
l	30,48 cm
espesor	0,635 cm
Vol	3344,50944 cm3
densidad	7,8g/cm3
PESO	26,0871736Kg

D.- Nervaduras

ancho	23,69 cm
l	30,48 cm
espesor	0,635 cm
Vol	458,515212 cm3
densidad	7,8g/cm3
PESO unit	3,57641865Kg
PESO 4 unit	14,3056746Kg

E.- Engranaje

r	30 cm
l	2,54 cm
Vol	7181,469 cm3
densidad Ace	7,8g/cm3
PESO	56,0154582Kg

Peso total TC

107,789068Kg

EJE MATERIAL SOBRANTE**A.- NUCLEO**

R	3,81 cm
L	27,4 cm
Vol	1249,50379cm3
densidad Ace	7,8g/cm3
PESO	9,74612957Kg

B.- Eje

R	1 cm
L	25,6 cm
Vol	80,4224cm3
densidad Ace	7,8g/cm2
PESO	0,62729472Kg

Peso total MS	11,3734243kg
---------------	--------------

EJE MATERIAL PRODUCTO FINAL**A.- NUCLEO**

r	3,81 cm
l	27,4 cm
Vol	1249,50379cm3
densidad Ace	7,8g/cm3
PESO	9,74612957Kg

B.- Eje

r	1 cm
l	25,6 cm
Vol	80,4224cm3
densidad Ace	7,8g/cm2
PESO	0,62729472Kg

Peso total PF	11,3734243kg
---------------	--------------

EJE DESPERDICIO**A.- NUCLEO**

R	3,81 cm
L	27,4 cm
Vol	1249,50379cm3
densidad Ace	7,8g/cm3
PESO	9,74612957Kg

B.- Eje

R	1 cm
L	25,6 cm
Vol	80,4224cm3
densidad Ace	7,8g/cm2
PESO	0,62729472Kg

Peso total D	11,3734243kg
--------------	--------------

JUEGO DE TROQUELADOR Y RODILLO**A.- TROQUELADOR**

Desarrollo máximo	24,5 cm
Perímetro máximo	3,89941111 cm

A.- NUCLEO

r	3,89941111 cm
l	25,4 cm
Vol	1213,30177 cm3
densidad Ace	7,8g/cm3
PESO	9,46375378 Kg

B.- EJE

r	1 cm
l	27,6 cm
Vol	86,7054 cm3
densidad Ace	7,8g/cm3
PESO	0,67630212 Kg

C.- PRESIÓN TROQUELADO

P	2,02801118 Kg
---	---------------

Peso T	12,1680671 Kg
--------	---------------

Peso Total del Juego	21,8791025 Kg
----------------------	---------------

B.- RODILLO TROQUEL

A.- NUCLEO

R	3,81 cm
L	25,4 cm
Vol	1158,29914 cm ³
densidad Ace	7,8 g/cm ³
PESO	9,03473325 Kg

B.- EJE

R	1 cm
L	27,6 cm
Vol	86,7054 cm ³
densidad Ace	7,8 g/cm ³
PESO	0,67630212 Kg

Peso Total RT 9,71103537 Kg

**MASA TOTAL DE LA MÁQUINA = 40.1163 + 107.7890 + 11.3734 +
11.3734 + 11.3734 + 21.8791 = 213.61587 Kg**

ANEXO 2

**Cálculo de las diferentes potencias parciales de los
implementos**

ANEXO 2

CALCULO DE LAS DIFERENTES POTENCIAS PARCIALES DE LOS IMPLEMENTOS

PORTA CLICHÉ

r	4.50 cm
l	27.40 cm
V	1743.11 cm ³
densidad Al	2.70 g/cm ³
Peso _{nucleo}	4.71 g
Peso _{eje}	0.63 g
Peso _{total}	5.33 Kg..
J=	0.0054 kgm ²
Var. T	0.02 seg
w	33.33 rad/seg

P 300.00

Potencia Total de la estación =

RODILLO DE ANILOX

r	4 cm
l	27.4 cm
V	1743.111212 cm ³
densidad Ac	7.8 g/cm ³
Peso _{nucleo}	13.59626745 g
Peso _{eje}	0.627 g
Peso _{total}	14.22326745 g
J=	0.0114 kgm ²
w	37.5 rad/seg

P 800.058794 w

RODILLOS DEL TROQUEL

r	3.89 cm
Peso _{rodillo}	12.16 g
J=	0.0092 kgm ²
cant	2
w	38.5604 rad/seg

P 684 w

P_{total} 1368 w

RODILLO CON RECUBRIMIENTO DE CAUCHO

r	4 cm
l	27.4 cm
V	1743.11121 cm ³
densidad Ac	7.8 g/cm ³
Peso _{nucleo}	13.5962674 g
Peso _{eje}	0.627 g
Peso _{total}	14.2232674 g
J=	0.0114 kgm ²
w	37.5 rad/seg

P 800.058794 w

1900.12 w

BOBINA PRODUCTO TROQUELADO

r	3.81 cm
Peso _{pt}	11.37 g
J=	0.0083 kgm ²
w	39.3701 rad/seg

P 639.5625 w

BOBINA PRODUCTO TERMINADO AUX.

r	3.81 cm
Peso _{pt}	11.37 g
J=	0.0083 kgm ²
w	39.3701 rad/seg

P 639.5625 w

CALCULO DE LAS DIFERENTES POTENCIAS PARCIALES DE LOS IMPLEMENTOS

TAMBOR CENTRAL

r	27.5 cm
Peso _{tambor}	107.78 g
J=	4.0754 kgm ²
w	5.4545 rad/seg
P	6062.625 w

BOBINA MATERIA PRIMA

r	25 cm
Peso _{bm}	40.11 g
J=	1.2534 kgm ²
w	6.0000 rad/seg
P	2256.1875 w

BOBINA PRODUCTO TERMINADO

r	3.81 cm
Peso _{pf}	11.37 g
J=	0.0083 kgm ²
w	39.3701 rad/seg
P	639.5625 w

RODILLOS PARA EL MAT. SOBRANTE

r	3.81 cm
Peso _{pf}	11.37 g
J=	0.0083 kgm ²
cant	2
w	39.3701 rad/seg
P	639.5625 w
P _{total}	1279.125 w

Potencia Total de la Máquina =	14784.75 w
Rendimiento por Transmisión de Potencia	85%
Rendimiento por utilización de Rodamientos	96%
Valor de Seguridad	10%
Potencia Total Requerida.	19930.4179 w

ANEXO 3

**Hojas de características y programación del
controlador de temperatura**

Deze Nederlandstalige handleiding is uitsluitend en alleen bedoeld om de gebruiker van het instrument bekend te maken met de bediening ervan. Om deze reden zult U in deze handleiding geen aansluitgegevens aantreffen, alsmede installatie en veiligheidsvoorschriften. Hiervoor verwijzen wij U dan ook naar de bij het instrument geleverde Engelse handleidingen. Alvorens de instrumenten van de Rex Century-series aan te sluiten en/of te installeren verzoeken wij U dan ook dringend deze installatie- en veiligheidsvoorschriften door te lezen ter voorkoming van beschadiging van het instrument enerzijds en ter voorkoming van eventuele elektrische schokken anderzijds.

Alvorens we over gaan tot de bediening willen we graag nog even controleren of de regelaar daadwerkelijk die hardwarematige opties "aan boord" heeft die U nodig acht, waarvoor we de bestelcode van de regelaar moeten controleren. Deze treft U aan op het doosje waar de regelaar in verpakt zit, alsook binnenin de regelaar. Wij raden U in eerste instantie aan, de bestelcode op het doosje te raadplegen. Bij eventueel openmaken van de regelaar dient U erop te letten, geen interne delen van de regelaar aan te raken, daar deze beschadigd kunnen raken.

Bestelcodes.

Rex-C100	() () - () () * () ()	48 x 48 x 100 mm maat (bxhxd)
C400	1 2 3 4 5 6	48 x 96 x 100 mm maat
C410		96 x 48 x 100 mm maat
C700		72 x 72 x 100 mm maat
C900		96 x 96 x 100 mm maat

- (1) Regelaktie
F : PID met autotune (verwarmings-aktie)
D : PID met autotune (koelings-aktie)
W : PID heat/cool met autotune (water koeling)
A : PID heat/cool met autotune (lucht koeling)
- (2) () : zie ingang en bereik tabel uit de catalogus
- (3) Eerste regeluitgang
M : relais uitgang
V : spannings puls uitgang (SSR)
8 : signaalcode (zie catalogus)
C : triac trigger uitgang
- (4) Tweede regeluitgang
: geen uitgang als regelaktie F of D is
M : relais uitgang
V : spannings puls uitgang (SSR)
8 : signaalcode (zie catalogus)
- (5) 1e Alarm uitgang
N : geen alarm
() : zie alarmcode tabel in de catalogus
- (6) 2e Alarm uitgang
N : geen alarm
() : zie alarmcode tabel in de catalogus

Namen van de toetsen , display's en leds

Uitterlijk van Rex C900 en Rex C700 zijn identiek.

Naam	Uitleg
1) Set toets	<ul style="list-style-type: none">* Wordt gebruikt om het setpoint in te stellen.* Wordt gebruikt om in het engineer level en initial setting te komen.
2) Opzij toets	<ul style="list-style-type: none">* Wordt gebruikt om de te veranderen eenheid te selecteren.* Wordt gebruikt om in de initial setting te komen.
3) Omlaag toets	<ul style="list-style-type: none">* Wordt gebruikt om een ingestelde waarde te veranderen.* Wordt gebruikt om de werkstatus te veranderen.
4) Omhoog toets	<ul style="list-style-type: none">* Wordt gebruikt om een ingestelde waarde te veranderen.* Wordt gebruikt om de werkstatus te veranderen.
5) Gemeten waarde display (PV)	<ul style="list-style-type: none">* Laat de verschillende waarden van het proces zien.* Laat verschillende karakters zien, afhankelijk van het menu van de regelaar.
6) Set waarde display (SV)	<ul style="list-style-type: none">* Laat de ingestelde waarde zien.* Laat de waarde zien van de in te stellen parameter.

Naam	Uitleg
7) Uitgang 1 Led (OUT1)	<ul style="list-style-type: none">* Brandt wanneer regeluitgang 1 uitstuurt.
8) Uitgang 2 Led (OUT2)	<ul style="list-style-type: none">* Brandt wanneer regeluitgang 2 uitstuurt.
9) Auto tune Led (AT)	<ul style="list-style-type: none">* Knippert zolang de auto tune in werking is.
10) Alarm 1 Led (ALM1)	<ul style="list-style-type: none">* Brandt wanneer het 1e alarm bekrachtigd is.* Brandt als het "heater break alarm" bekrachtigd is.
11) Alarm 2 Led (ALM2)	<ul style="list-style-type: none">* Brandt wanneer het 1e alarm bekrachtigd is.* Brandt wanneer het "loop break alarm" of "heater break alarm" bekrachtigd is.

De verschillende menu's van de Century-series

De regelaar heeft een aantal verschillende menu's, waarin zaken als setpoint (ingestelde waarde), alarmpunten en PID parameters ingesteld kunnen worden. Om in deze verschillende menu's te komen moet een bepaalde toetsencombinatie ingedrukt worden. Hieronder volgt stap voor stap uitleg over de menu's en hoe men hierin kan komen. Op de bladzijden daarna vindt U uitleg over de betekenis van de diverse parameters.

Spanning op de regelaar.

De regelaar laat voor enkele seconden zien hoe hij ingesteld staat; ingangstype en bereik.

Het display verandert automatisch.

Proceswaarde en ingestelde waarde display.

Dit is de normale status van de regelaar. Men ziet continue de proceswaarde en de ingestelde waarde.

Druk eenmaal op de set toets.

Ingestelde waarde aanpassen.

Van het rode "ingestelde waarde" display licht nu het achterste cijfer helder op. Met behulp van de "omhoog" of "omlaag" toets kan men deze waarde aanpassen.

Door op de "opzij" toets te drukken licht nu het voorlaatste cijfer helder op welke op zijn beurt weer in te stellen is met behulp van de "omhoog" of "omlaag" toets. Als men de verandering gedaan heeft, drukt men weer eenmaal op de "set" toets ter bevestiging van de verandering en is men weer terug in de normale display status.

Proceswaarde en ingestelde waarde display.

Dit is de normale status van de regelaar. Men ziet continue de proceswaarde en de ingestelde waarde.

Druk +/- 5 seconden op de set toets.

Parameter instel mode.

In deze "parametergroep" kunt U de Alarmpunten, PID parameters en andere regelparameters instellen. Tevens kunt U de zelfoptimalisering opstarten, waarbij de regelaar zelf de optimale PID parameters berekend. (Zie verder bladzijde 4)

Druk min. 5 seconden op de set toets.

Proceswaarde en ingestelde waarde display.

Nadat er in de "parameter instel mode" iets is veranderd of is aangepast, keert men weer terug naar de normale "display mode" door opnieuw +/- 5 seconden op de set toets te drukken.

De parameter instel mode

CT = Current transformer. Dit is de gemeten waarde van de eventueel aangesloten stroomtang.

AL1 = Alarm 1. Dit is de ingestelde waarde van het 1e alarm. Waarde is instelbaar over het hele bereik. Fabrieksinstelling is 50 of 50,0.

AL2 = Alarm 2. Dit is de ingestelde waarde van het 2e alarm. Waarde is instelbaar over het hele bereik. Fabrieksinstelling is 50 of 50,0.

HbA = Heater Break Alarm. Dit is de instelling van het heater break alarm. Waarde instelbaar tussen de 0,0 en 100,0 Amp. Fabrieksinstelling is 0,0.

LbA = Loop Break Alarm. Dit is de ingestelde tijd van het loop break alarm. Waarde instelbaar tussen de 0,1 en 200,0 minuten. Fabrieksinstelling is 8,0.

Lbd = Loop Break Alarm dead band. Dit is de dode band van het loop break alarm. Waarde is instelbaar over het hele bereik. Fabrieksinstelling is 0.

ATU = Auto-tune. Dit is de functie om de optimale PID parameters te laten berekenen door de regelaar zelf. 0 = functie uit. 1 = functie aan.

P = proportionele band (heating kant). Waarde is instelbaar over het hele bereik. Fabrieksinstelling is 30 of 30,0.

I = Integratie tijd. De waarde is instelbaar tussen de 0 en 3600 seconden. De fabrieksinstelling is 240 seconden.

d = Differentiatie tijd. De waarde is instelbaar tussen de 0 en 3600 seconden. De fabrieksinstelling is 60 seconden.

Ar = Anti reset windup. De waarde is instelbaar tussen de 1% en 100% van de Proportionele band. Fabrieksinstelling is 100. Let op: bij 0 instelling is de I-tijd uitgeschakeld.

T = cyclus tijd. Dit is de cyclustijd van de regeluitgang of van de "heat" uitgang. De waarde is instelbaar tussen de 1 en 100 seconden. De fabrieksinstelling is 20 seconden voor relais uitgang, 2 seconden voor SSR uitgang.

Pc = Proportionele band cooling. Waarde is instelbaar tussen de 1% en 1000% van de proportionele band (van de heating kant).

db = Dead band. Waarde is instelbaar tussen de -10°C en de +10°C. De fabrieksinstelling is 0.

t = Cyclustijd cooling. Dit is de cyclustijd van de regeluitgang of van de "cool" uitgang. De waarde is instelbaar tussen de 1 en 100 seconden. De fabrieksinstelling is 20 seconden voor relais uitgang, 2 seconden voor SSR uitgang.

LCK = Set data lock. Dit is de beveiligingsfunctie.

0100 = geen beveiliging. Alle waarden kunnen worden aangepast.

0101 = algehele beveiliging. Geen enkele waarde kan worden aangepast.

0110 = gedeeltelijke beveiliging. Alleen het setpoint kan aangepast worden.

Beschrijving van de Parameter instel mode

In de "Parameter instel mode" kunt U de belangrijkste regelparameters instellen en/of uitlezen. Een aantal parameters in de lijst hebben betrekking op opties, welke niet in iedere regelaar aanwezig zullen zijn. In deze lijst kunnen dus parameters voorkomen die U niet in de door U aangekochte regelaar zult terugvinden. Hierdoor treft U in Uw regelaar alleen die parameters aan, die voor U van belang zijn. Uiteraard zijn de waarden te veranderen door weer gebruik te maken van de reeds beschreven omhoog, omlaag en opzij-toets.

Om in de parameterlijst te komen, drukt U gedurende +/- 5 sec op de "set" toets, waarna de eerste parameter verschijnt. Door nu iedere keer weer op "set" te drukken loopt U door de gehele parameterlijst heen en verschijnt na verloop van tijd weer de eerste parameter. U loopt dus als het ware door een lus heen.

Wanneer U de parameterlijst weer wilt verlaten en terug wilt keren naar de "normale uitlees status" van de regelaar dient U weer +/- 5 sec. op de "set" toets te drukken.

LET OP: Ook als U +/- 30 sec. geen toets hebt aangeraakt als U in de parameterlijst zit, keert de regelaar automatisch terug naar de "normale uitlezing".

U zult gemerkt hebben dat in deze Nederlandse handleiding toch wat Engelse termen zijn geslopen. Dit komt o.a. doordat de gebruikte parameters in de regelaars Engelstalig zijn. In de onderstaande omschrijvingen van de parameters vind U in ieder geval de Nederlandse uitleg, waardoor wij hopen dat het allemaal nog begrijpelijker wordt.

CT is de afkorting van Current Transformer

Een Current Transformer is een amperetang die om de stroomvoerende leiding kan worden gelegd die door de regelaar wordt geschakeld. Deze optie is alleen mogelijk bij een regelaar met een Relais of een Solid State Relais (SSR) uitgang. Bij een Relais of SSR uitgang weten we namelijk altijd exact wat de stroom is die gaat lopen als de regeluitgang bekrachtigd wordt. Deze parameter houdt dan ook verband met de "HBA" parameter waar de grenswaarde voor deze meting wordt ingesteld.

De CT parameter komen we ook alleen maar tegen als we voor de optie "Heater Break Alarm" hebben gekozen. We lezen bij deze parameter dan ook de stroom af die loopt zodra de uitgang schakelt. Dit is dan ook de reden dat we hier niets in kunnen stellen. Deze parameter is alleen een meting.

AL1 staat voor 1e Alarm punt

Hier kan men de eerste grenswaarde instellen in graden, waarbij het alarmrelais geschakeld moet worden. Men kan kiezen voor verschillende soorten alarmen, zoals een proces hoog of laag alarm, of verschil alarm ten opzichte van het setpoint. Deze keuze kan men reeds bij bestelling maken, het is echter ook mogelijk dit later nog softwarematig aan te passen. Dit doet men in de zogenaamde "initial setting mode"

In dit menu kan men de zogenaamde basis van de regelaar instellen of aanpassen. Deze handleiding is alleen op speciaal verzoek verkrijgbaar. Men moet met het instellen van de alarmwaarde dus altijd opletten wat voor alarm men heeft. Dit vind men terug in de bestelcode van de regelaar.

AL2 staat voor 2e Alarm punt

Hier kan men de tweede grenswaarde instellen in graden, waarbij het alarmrelais geschakeld moet worden. Ook hier kan men weer kiezen voor verschillende soorten alarmen, zoals een proces hoog of laag alarm, of verschil alarm ten opzichte van het setpoint. Deze keuze kan men reeds bij bestelling maken, het is echter ook mogelijk dit later nog softwarematig aan te passen. Dit doet men in de zogenaamde "initial setting mode"

In dit menu kan men de zogenaamde basis van de regelaar instellen of aanpassen. Deze handleiding is alleen op speciaal verzoek verkrijgbaar. Men moet met het instellen van de alarmwaarde dus altijd opletten wat voor alarm men heeft. Dit vindt men terug in de bestelcode van de regelaar.

HbA staat voor Heater Break Alarm

Deze parameter houdt verband met de "Current Transformer". Wij raden U aan deze waarde in te stellen op ongeveer 85% van het amperage dat behoort te gaan lopen als de regeluitgang geschakeld wordt. Zodra het verwarmingselement defect is en er geen stroom meer loopt, terwijl de regeluitgang wel schakelt, krijgt men een alarm-melding. Ook als bijvoorbeeld het relais blijft "kleven" en de regeluitgang niet schakelt en er dus wel een stroom wordt gemeten, krijgen we een alarm-melding. Het systeem werkt dus naar twee kanten.

LbA staat voor Loop Break Alarm

Bij het Loop Break Alarm controleert de regelaar zelf of de regellus nog intact is. Als de regelaar berekent dat hij een bepaald vermogen moet uitsturen omdat anders de ingestelde waarde en de werkelijke waarde van elkaar af gaan wijken, behoort de regelaar via de meetingang na verloop van tijd een terugkoppeling te krijgen dat er inderdaad een temperatuursverandering is opgetreden. Deze verandering hoeft voor ons overigens niet zichtbaar te zijn. Hiermee controleert de regelaar of de hele regellus, bestaande uit de regeluitgang van de regelaar, de bekabeling, de vermogenssturing, het corrigerend orgaan (verwarmingselement enz.) en de temperatuuropmeter nog intact zijn. De regelaar berekent bij het "autotunen" de optimale tijd waarin de regelaar deze terugkoppeling moet zien. Een vuistregel is dat deze tijd ongeveer twee maal zolang moet zijn als de integratie tijd.

Lbd staat voor Loop Break Alarm Dead Band

De dode band van het Loop Break Alarm is het gebied waarin de uitgang van het alarm niet wordt geactiveerd als er een Loop Break Alarm wordt waargenomen. Deze band wordt ingesteld in graden, om het setpoint. Het zou dus zo kunnen zijn dat de regelaar constateert dat de regellus onderbroken is, maar dat er, op Uw verzoek, geen melding van wordt gemaakt zolang de afwijking tussen ingestelde en proces-waarde beneden een bepaalde grens blijft. Deze grenzen worden bepaald door middel van de dode band.

ATU is de autotune functie

De autotune is een rekenfunctie waarbij de regelaar zelf de optimale PID parameters berekent, als ook de optimale Loop Break Alarm tijd als voor deze optie is gekozen. Tijdens het "autotunen" veroorzaakt de regelaar drie maal een procesverstoring en bekijkt dan de traagheid van het proces. Na deze drie "slingeringen" past de regelaar zelf de P, I, D en LbA parameter aan. De autotune methode van RKC is een eenmalige tuning zodat deze "bewust" geactiveerd moet worden. Alleen als U wilt dat de parameters berekend moeten worden, gebeurt dat. Uiteraard heeft U naast de autotmie ook de mogelijkheid de parameters met de "hand" bij te stellen.

P is de Proportionele band

De proportionele band is het gebied om het setpoint waarbinnen de regelaar proportioneel werkt. Dit betekent dat als de gemeten waarde binnen deze proportionele band komt de regelaar iedere waarde tussen de 0% en 100% kan uitsturen, terwijl buiten het proportionele gebied de regelaar alleen 0% of 100% kan uitsturen. Hoeveel procent de regelaar uitstuurt als de gemeten waarde binnen de proportionele band komt is geheel afhankelijk van het verschil tussen gemeten en ingestelde waarde en de geprogrammeerde I en D tijden.

I is de Integrerende actie

De integrerende actie of intergratie tijd is de actie waarbij de snelheid van verandering van de regeluitgang recht evenredig is met de grootte van het verschil tussen de ingestelde en gemeten waarde. Met andere woorden, als het verschil tussen de gewenste en gemeten waarde klein is zal het uitgangssignaal relatief langzaam veranderen.

D is de Differentiërende actie

De differentiërende actie of differentiatie tijd is de actie waarbij de de grootte van verandering van het uitgangssignaal recht evenredig is met de snelheid van verandering van het verschil tussen gewenste en gemeten waarde. Met andere woorden, als het verschil van verandering tussen gewenste en gemeten waarde snel is, zal de stapgrootte waarmee het uitgangssignaal verandert toenemen.

Ar staat voor Anti Reset Windup

De anti reset windup is een tegengekoppelde I actie waardoor een extra "remmende" of "dempende" werking ontstaat bij het "aanvaren" op het setpoint. Hierdoor wordt een overshut of ondershut voorkomen. De hoeveelheid demping is instelbaar tussen de 1 en 100 waarbij bij de waarde 100 geen demping is en bij de waarde 1 de maximale demping optreedt. Zodra men deze waarde op nul zet is de I actie uitgeschakeld en zal er altijd een offset (verschil tussen ingestelde en proces-waarde) blijven bestaan, oftewel er zal altijd een verschil blijven bestaan tussen de ingestelde en gemeten waarde.

T staat voor Cyclus tijd

De cyclus tijd is de tijd waarbinnen de regelaar maximaal één keer de regeluitgang aan zal spreken. Deze parameter bevindt zich alleen in regelaars met een relais of SSR uitgang. Deze uitgangen kunnen maar twee standen aannemen, namelijk 0% of 100%. Om nu toch proportioneel te kunnen regelen worden de berekende waarde uit de microprocessor via de cyclustijd omgezet in een pulserend aan/uit signaal. Hoe korter men deze cyclustijd instelt, hoe sneller de pulsen op elkaar zullen volgen. Dit kan uiteraard negatieve gevolgen hebben voor de levensduur van mechanische relais die door de regelaar geschakeid worden. Om deze reden adviseren wij de cyclustijd voor een mechanisch relais in te stellen op +/- 20 seconden. U dient wel te letten op het volgende: Hoe korter de cyclustijd, hoe vaker de regeluitgang opgefrist wordt, dus des te nauwkeuriger de regeling. Voor een elektronisch relais (SSR) is het geen probleem om de cyclustijd zeer kort te zetten. Dit type relais kent namelijk geen mechanisch slijtage.

Pc staat voor proportionele band cooling (koeling)

Deze parameter vindt U alleen in zogenaamde "heat/cool" regelaars of "driepunts" regelaars. Deze regelaars hebben twee proportionele regeluitgangen, één voor de verwarmings-actie en één voor de koelings-actie. Beide acties hebben een apart in te stellen proportionele band.

db staat voor dead band (dode band)

De dode band is een band die in te stellen is tussen de "heating" en "koeling" proportionele band, waardoor de beide regeluitgangen niet tegelijkertijd uit kunnen sturen. Tevens is het mogelijk deze band negatief in te stellen, waardoor een zogenaamde "overlap" ontstaat. Hiermee creëert men bewust een gebied waarin de heating als ook de koelings-uitgang tegelijkertijd aangesproken kunnen worden. Uiteraard is deze parameter alleen te vinden in regelaars die besteld zijn met de heat/cool optie.

t staat voor Cyclus tijd

Dit is de cyclus tijd van de koeluitgang die uiteraard alleen te vinden is als er voor een regelaar met de optie "heat/cool" is gekozen. De omschrijving is exact hetzelfde als de hierboven omschreven Cyclustijd.

LCK staat voor lock functie

Met de Lock functie of "op slot" functie kunt U een aantal zaken beveiligen tegen al te gemakkelijk aanpassen van de parameters en het setpoint. Men heeft de keuze tussen: niets vastzetten, alles vastzetten en alles vastzetten behalve het setpoint. De instelcodes kunt U vinden op blz. 4.

Initial set mode

Wij hopen dat U met behulp van deze handleiding in staat zult zijn optimaal gebruik te kunnen maken van de aangeschafte regelaar. Er zijn in de regelaar nog een aantal zaken instelbaar die niet in deze handleiding omschreven staan. De reden hiervan is dat men in deze zogenaamde "initial set mode" de hardware en de software van de regelaar op elkaar aan kan passen. Dit houdt in dat men tegen de microprocessor kan zeggen dat de regelaar wel een alarmpunt heeft, terwijl de hardware voor deze optie niet aanwezig is. Men moet dus zeer goed op de hoogte zijn met dit soort apparatuur om hieraan te "sleutelen". Op speciaal verzoek kunnen wij deze Engelstalige handleiding verstrekken, zodat dan bijvoorbeeld het type alarm of het type thermokoppel te selecteren is.

Heeft U verder nog vragen en/of opmerkingen betreffende de regelaars of deze handleiding, dan vernemen wij dat graag van U.

Verder willen wij U erop attent maken dat RKC naast deze "Century serie" nog een zeer uitgebreid assortiment heeft aan regelaars en aanverwante artikelen. Mocht U hier belangstelling of vragen over hebben, dan vernemen wij dat ook graag van U.

Met vriendelijke groeten.

Parameter types

The following parameter symbols are displayed one by one every time the (SET) key is pressed. However, some parameter symbols may not be displayed depending on the specification.

Symbol	Name	Setting range	Description	Initial value prior to shipment
CT	Current transformer input	Setting is not possible. Set heater break alarm value by referring to this value.	Display input value from the current transformer.	
AL1	First alarm	Deviation alarm: Process alarm: -1999 to +9999°C(°F) or -199.9 to +999.9°C(°F)	Set alarm set-value of first alarm.	50 or 50.0
AL2	Second alarm	Differential gap: 2 or 2.0°C(°F)	Set alarm set-value of second alarm.	
HbA	Heater break alarm	0.0 to 100.0A	Alarm value is set by referring to input value from the current transformer (CT).	0.0
LbA	Control loop break alarm	0.1 to 200.0 min.	Set control loop break alarm set-value. Cannot be set to "0.0".	2.0
LbD	LBA deadband	0 to 9999°C(°F) Differential gap: 0.8°C(°F)	Set the area of not outputting LBA. No LBA deadband functions with "0" set.	0
ATU	Auto-tuning	0000: Auto-tuning end or stop 0001: Auto-tuning start	Turns the auto-tuning ON/OFF.	0000
P	(Heating side) Proportional band	1 to span or 0.1 to span <i>OFF</i>	Set heating-side proportional band. ON/OFF action with P set to "0" or "0.0".	50 or 30.0
I	Integral drive	1 to 3600 sec. <i>OFF</i>	Eliminates offset occurring control is performed. I action turns OFF with I set to "0".	240
D	Derivative time	1 to 3600 sec. <i>OFF</i>	Prevents ripples by predicting output change thereby improving control stability. D action turns OFF with D set to "0".	60
Ar	Anti-reset windup	1 to 100% of proportional band (heating side).	Prevents overshoot and/or undershoot caused by integral action. I action turns OFF with this action set to "0".	100
T	(Heating side) Proportional cycle	1 to 100 sec. <i>100</i>	Set control output cycle (on the heating side).	Relay contact output: 20 Voltage pulse output: Trigger output for misc driving: 2
Pc	(Cooling side) Proportional band	1 to 1000% of proportional band (heating side).	Set when proportional control is performed on the cooling side.	100
DB	Deadband	-10 to +10°C(°F) or -10.0 to +10.0°C(°F)	Set control action deadband between heating and cooling-side proportional bands.	0 or 0.0
t	(Cooling side) Proportional cycle	1 to 100 sec.	Set control output cycle (on the cooling side).	Relay contact output: 20 Voltage pulse output: 2
LCK	Set data lock	0100: No set data locked (All parameters changeable) 0101: Set data locked (All parameters not changeable) 0110: Only the set-value (SV) is changeable with the set data locked	Performs set data change enable/disable.	0100

*The second alarm (or first alarm), heater break alarm, control loop break alarm parameter symbols are not simultaneously displayed.
*Heater break alarm is not available on a current output.
*No control loop break alarm can be used at heating/cooling PID control action.

ANEXO 4

Hoja de características del sensor inductivo utilizado

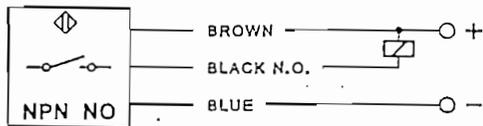
INDUCTIVE SENSORS 3 WIRES D.C.

10+30VDC I=200mA

TYPES OF CONNECTION

NPN

WIRING DIAGRAM



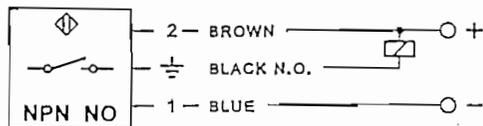
CONNECTION WITH H PLUG



CONNECTION WITH H1 PLUG

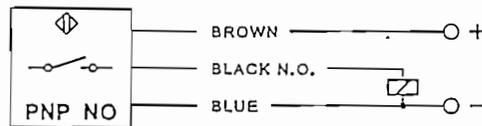


CONNECTION WITH K PLUG



PNP

WIRING DIAGRAM



CONNECTION WITH H PLUG



CONNECTION WITH H1 PLUG



CONNECTION WITH K PLUG



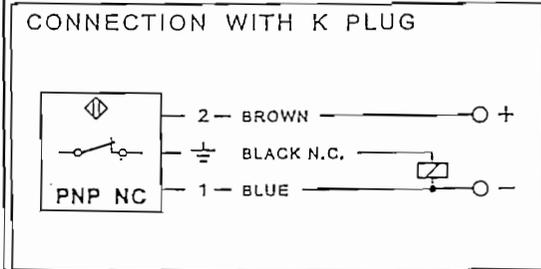
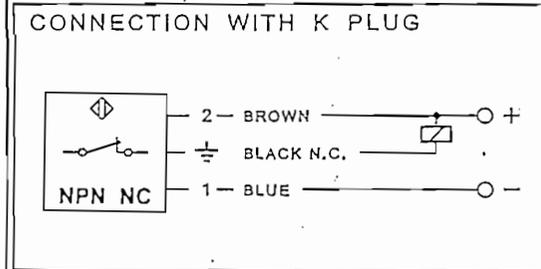
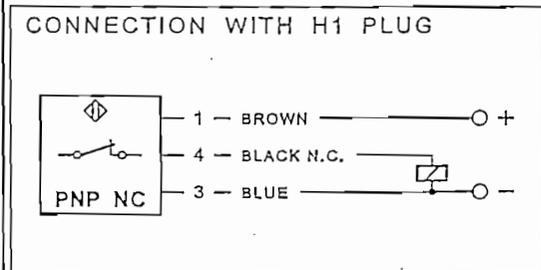
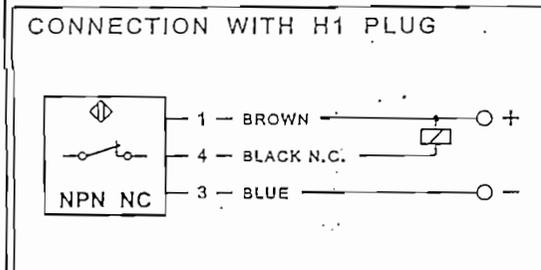
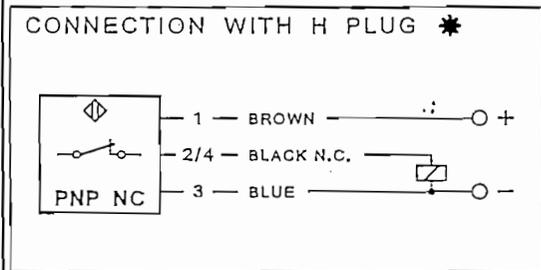
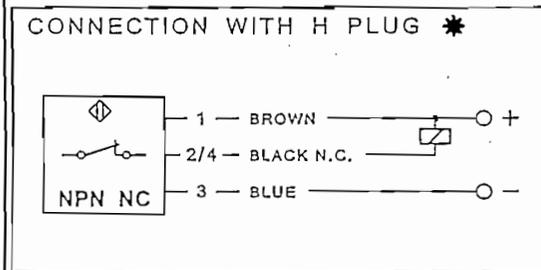
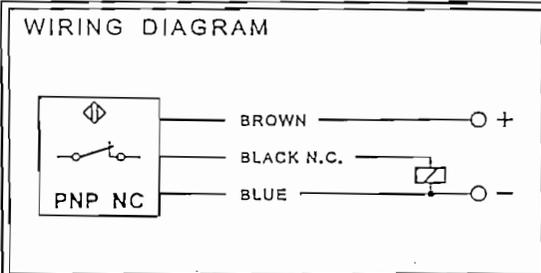
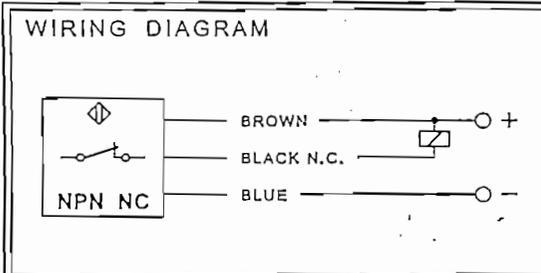
ATTENZIONE - ISTRUZIONI PER IL MONTAGGIO MECCANICO

Non stringere eccessivamente le ghiera di fissaggio, perché è possibile distruggere il sensore. Eseguire il serraggio delle ghiera con particolare cura e solo per quanto è necessario.
Non saranno sostituiti i pezzi danneggiati per non aver eseguito le suddette Istruzioni.

ATTENTION - INSTRUCTIONS FOR MECHANICAL MOUNTING

Do not tighten the nuts excessively to avoid breaking the proximity switch.
Tighten the nuts with care and only by the necessary amount.
Proximity switches will not be replaced if damaged by not following the above mentioned instructions.

* Nei sensori a 3 fili con attacco H e contatto NC il Pin 2 e il Pin 4 sono collegati tra loro internamente al sensore.
In the 3 wire sensors with H plug and NC contact the Pin 2 and the Pin 4 are wiring together inside of the sensor.



ANEXO 5

**Hojas de características y programación del contador
temporizador programable**

CT400 Contador Programable

Manual de Instalación y Operación.

CONTROLES ARIAN S.A.

Av. Vitacura 2824, Piso 3, Santiago, CHILE

Fono/Fax 233-8032

1. DESCRIPCION DEL CONTADOR.

1.1 Descripción general.	3
1.2 Funcionamiento interno.	3
1.3 Especificaciones Técnicas	4

2. OPERACION.

2.1 Configuración general.	5
2.2 Instrucciones de operación.	
START/STOP y RESET	5
Menú de parámetros.	5
Configuración	8

3. INSTALACION.

3.1 Montaje en el panel.	15
3.2 Conexiones eléctricas.	15

HOJA DE PROGRAMACION 18**FIGURAS**

Vista frontal del instrumento	6
Pines de configuración de entrada	8
Estructura interna de módulos	15
Conexiones eléctricas	16

1.1 DESCRIPCION GENERAL.

El contador ARIAN CT400 es un instrumento basado en tecnología de microprocesador con lectura y programación digital orientado a la automatización de procesos industriales que requieran labores de conteo y temporización. Pudiendo sustituir PLC 's simples con la ventaja adicional de disponer de dos displays de cuatro dígitos.

El instrumento está diseñado para ser configurado íntegramente según las necesidades particulares. Normalmente se entrega configurado para la operación requerida, pero si se desea, lo puede reconfigurar el mismo usuario.

Su configuración y programación se efectúan por el teclado. El menú de configuración permite al ingeniero de planta determinar el modo de operación, tipo de entrada, acciones al llegar a la cuenta final, lecturas en los displays y así conformarse a una gran variedad de entradas y distintos usos, disminuyendo así el número de instrumentos en stock de reposición dentro de la planta.

El menú de parámetros destinado al operador, contiene según la configuración preprogramada, solamente las variables que el operador necesita alterar o manejar. El acceso a este menú se puede restringir si se desea.

La programación del instrumento es vía tres teclas frontales que permiten la selección y graduación de las variables programadas por el usuario. El instrumento dotado de memoria continua retiene la configuración y programación permanentemente.

El controlador encapsulado en el formato din 1/4 o din 1/8 (montaje para panel 96 x 96 mm o 96mm x 48mm) posee dos mandos de salida (relés o tiristores según pedido del usuario).

El instrumento incluye en forma standard una fuente de alimentación "switchada" permitiendo un amplio rango de voltajes de entrada sin necesidad de ajuste, a la vez que lo hacen mas resistente a las transientes y fluctuaciones de voltaje en la red.

1.2 FUNCIONAMIENTO INTERNO.

La organización interna del instrumento aparece en la figura N 3 (Pag. 14). Se dispone internamente de: un módulo de entrada; dos contadores con preescalas multiplicadoras y divisoras (CNT1 y CNT2); dos mandos de salida temporizados (OUT1 y OUT2) correspondientes a los relés: dos entradas externas de reseteo programables y un módulo tacométrico.

El módulo de entrada identifica los pulsos eléctricos del exterior y los entrega a los dos contadores internos, cada uno con sus propia preescala divisora y multiplicadora. En cada contador está programado un valor final prefijado (SP1 o SP2) de modo que cuando en un módulo el conteo (CNT1 o CNT2) llegue a este valor, el enviará tres señales programadas por el usuario. La primera es la acción a ejecutarse en ese momento sobre el mando de salida OUT1, la segunda es lo mismo pero sobre el mando OUT2 y finalmente la acción de inicialización, es decir si el conteo se detiene, retorna a cero, sigue de largo u otra posibilidad.

Adicionalmente se puede alterar la ejecución normal de un conteo por medio de las entradas externas RE1 y RE2, ellas según la programación pueden por ejemplo volver a cero el conteo o efectuar las acciones preprogramadas de los mandos de salida.

Las relaciones entre estos módulos internos se programan en el menú de configuración. En tanto que los valores finales (SP1 y SP2) y las temporizaciones de los relés se programan en el menú de parámetros.

1.3 ESPECIFICACIONES TECNICAS

ENTRADAS:	2 entradas para conteo mediante Switch Mecánico, Colector NPN, Lógica TTL o CMOS, suministra 5 V y 10 V regulados para alimentar para el sensor. 2 entradas para reset y otras funciones programables.
ALGORITMOS:	Conteo unidireccional normal y condicionado, Cuadratura y base de tiempo, tacómetro. 2 contadores de 4 y ó 8 dígitos con preescalas multiplicadoras y divisoras para cada uno, 2 temporizadores asociados a las salidas. Para ambos contadores se define la acción a tomar sobre cada mando al llegar a los valores finales de conteo. Permite restringir el acceso a algunos menús.
Retención de programación:	10 años, EEPROM.
Sistemas de protección:	Rutina de autodiagnóstico y supervisión.
Lectura:	Dos Displays de 4 dígitos para variables seleccionadas.
SALIDAS:	2 mandos, relés 250VAC/ 3A actualizados cada 31.25 ms. Digital: RS485 (opcional).
ALIMENTACION:	Fuente Switching modo corriente. Opción AC: 85...260 Vac, 6 W, 45...65 Hz. Opción DC: 20...50 Vdc, 6 W.
CONSTRUCCION:	Aluminio y Plástico ABS; IP65
Dimensiones Totales:	DIN 1/8; 96 x 48 x 175 mm.
Corte de panel:	92 x 45 mm.
Peso:	300 gramos.
Temperatura de operación:	0 - 50 °C.

2 OPERACION

2.1 CONFIGURACION GENERAL

La ubicación de los botones e indicadores se pueden ver en la figura de la siguiente página. El botón central [•] es el principal y sirve para seleccionar e ingresar los parámetros. Los botones laterales permiten aumentar ó disminuir los valores seleccionados y a la vez activar o desactivar el conteo y resetearlo (inicializarlo). Los leds "OUT 1" y "OUT 2" reflejan el estado (activado ó desactivado) de los relés de salida. El led "RUN" indica que el contador está activo (contando).

START/ STOP Y RESET

Al activar inicialmente el instrumento, el conteo queda activado (led RUN encendido), para detenerlo o volverlo a activar se debe pulsar el botón "STRT/STP". Con el conteo detenido se puede inicializar el instrumento pulsando el botón "RESET" y luego volviéndolo a activar. Las funciones de estos botones pueden ser deshabilitadas desde el menú de configuración.

MENU DE PARAMETROS (Para uso del operador y jefe de planta)

En cualquier momento se puede entrar al menú de parámetros (pulsando el botón central) para examinar o modificar los valores finales del conteo. Es importante saber que si se modifican los parámetros con el conteo activado, los nuevos valores no se tomarán en cuenta hasta que se haga un RESET o inicialización de instrumento.

Si está bloqueado el acceso al menú de parámetros, el instrumento preguntará por una llave de acceso (colocará el mensaje "LLAV" en el display superior). La "llave" es el número "1234" que se debe colocar en el display inferior pulsando los botones laterales e inmediatamente pulsando nuevamente el botón central [•].

Al entrar al menú de parámetros aparecerá en el display superior un símbolo o abreviación de la primera variable a ser modificada (SP1 o valor final de conteo del contador 1) y en el display inferior su valor. En ese momento se puede seleccionar o cambiar el valor subiéndolo o bajándolo con los botones de los lados ([^] y [v]). Al presionar nuevamente el botón [•] se ingresará el valor seleccionado y se pasa inmediatamente a la siguiente variable, en donde se mostrará su símbolo y valor para ser alterado si se desea.

Una vez dentro del modo de programación, si no se presiona ningún botón, durante 16 segundos la lectura volverá automáticamente al modo de funcionamiento.

A continuación, se lista la forma general del menú de parámetros .

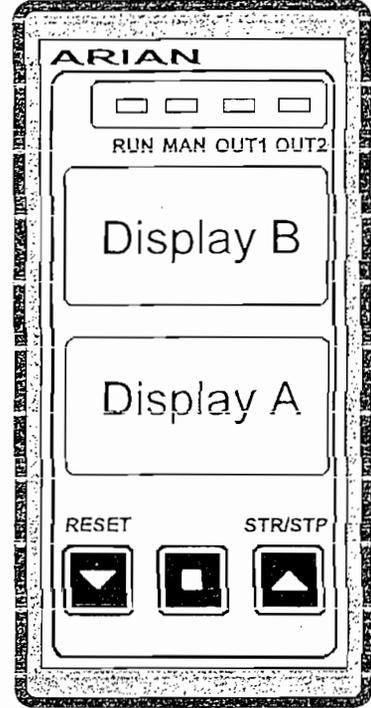
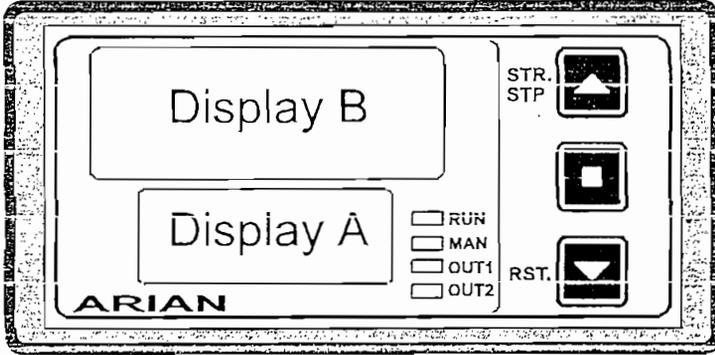


FIG-01

MENUS DE PARAMETROS DEL CONTADOR 1

Contador 1 de 4 dígitos

"SP1" Valor final del contador 1.
"SP1" = [0, 9999]

Contador 1 de 8 dígitos

"SP1L" Valor final del contador 1, los cuatro dígitos inferiores.
"SP1L" = [0, 9999]
"SP1H" Valor final del contador 1, los cuatro dígitos superiores
"SP1H" = [0, 9999]

Temporización del mando 1 (si es que esta programada)

"td 1" Tiempo en decimas de segundo de temporización del relé o mando 1.
"td 1" = [0, 999.9] Segundos

MENUS DE PARAMETROS DEL CONTADOR 2

Contador 2 de 4 dígitos

"SP2" Valor final del contador 2.
"SP2" = [0, 9999]

Contador 2 de 8 dígitos

"SP2L" Valor final del contador 2, los cuatro dígitos inferiores.
"SP2L" = [0, 9999]
"SP2H" Valor final del contador 2, los cuatro dígitos superiores
"SP2H" = [0, 9999]

Temporización del mando 2 (si es que esta programada)

"td 2" Tiempo en decimas de segundo de temporización del relé o mando 2.
"td 2" = [0, 999.9] Segundos

El menú de parámetros, varia según la configuración del instrumento pero siempre empieza preguntando por las variables correspondientes al primer contador, es decir "SP1" y "td.1", luego las del segundo contador "SP2" , "td.2" y finalmente hará las siguientes preguntas.

"Prog" "Si" , "No" Se pregunta si se desea o no programar el instrumento con los valores introducidos. De otra forma los valores recién colocados se olvidarán al salir del menú.

"SALi" "Si" , "No" Poner "Si" para salir y retomar al modo de operación.

MENU DE CONFIGURACION (Para uso del Ingeniero de planta)

El contador CT400 admite una variedad de configuraciones distintas que se deben programar en el menú de configuración. Normalmente este controlador se entrega al usuario ya configurado según especificaciones solicitadas, sin embargo si desea modificar el instrumento, a continuación se presentan las instrucciones.

Para entrar en el menú de configuración se debe efectuar la siguiente secuencia :

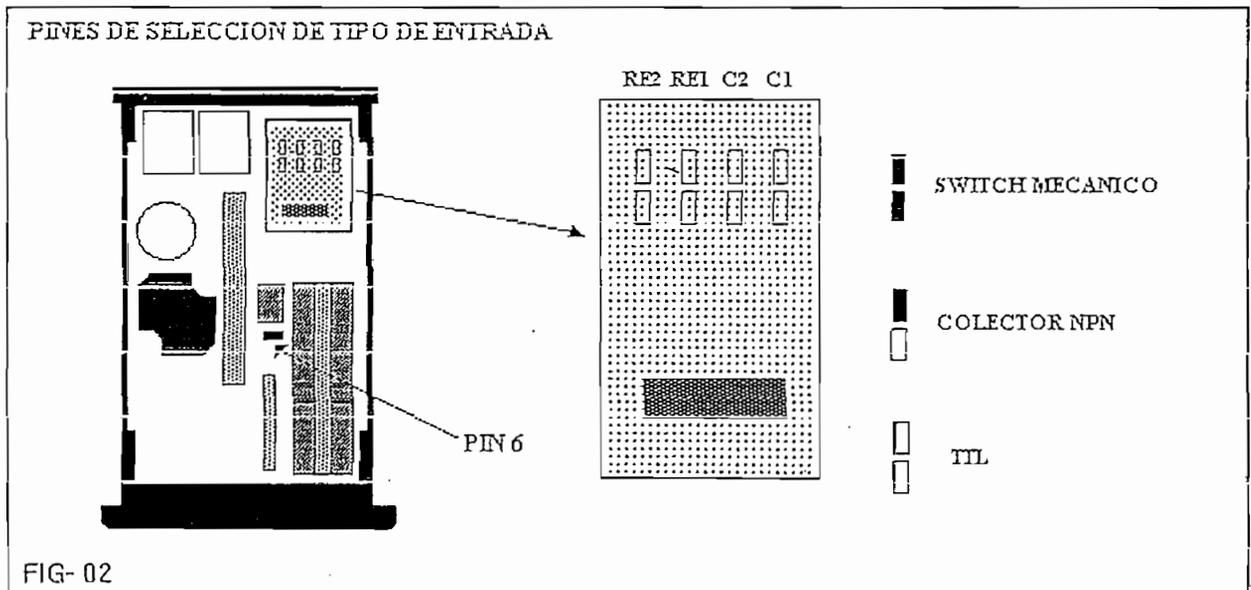
- 1) Mantener presionado el botón [•] mientras se pulsa una vez el botón [^] con lo que aparecerá en el display superior el mensaje "KEY".
- 2) En este momento el control pregunta por una llave de acceso para entrar al menú de configuración. Se debe ahora colocar presionando los botones laterales, el numero "2736" en el display inferior e inmediatamente pulsar el boton [•] .

Ahora se ha entrado en el menú de configuración y el control hace la primera pregunta "Inty", que se refiere al tipo de entrada (Input type).

Antes de continuar describiendo el menú debemos recordar que si estando dentro de el, no se hace ningún movimiento de botones en 16 segundos, el control retorna automaticamente al modo de operación normal.

Existe una protección adicional para evitar alteraciones de la configuración del instrumento y consiste en un puente interno señalado en la figura N.2 como PIN N.6 el cual debe estar colocado durante la programación de la configuración. Para tener acceso al PIN N.6 hasta retirar con delicadeza la tapa superior del instrumento que esta colocada solamente a presión y luego colocarla de la misma forma.

Si se intenta configurar el instrumento sin el puente, la programación no se ingresará y aparecerá en el display el mensaje "EEPr". Una vez hecha la programación se debe retirar el puente para evitar posibles alteraciones indeseadas.



Los pines situados en la tarjeta de entrada permiten seleccionar el tipo de entrada que se le va a aplicar a cada una de las cuatro entradas disponibles (Switch mecanico, NPN, TTL).

En la siguiente descripción de la configuración interna y menú de programación se usarán algunas abreviaciones.

CNT1	Valor actual del conteo en el contador 1
CNT2	Valor actual del conteo en el contador 2
SP1	Valor final del conteo para el contador 1 (Set Point 1)
SP2	Valor final del conteo para el contador 2 (Set Point 2)
OUT1	Mando 1 de salida
OUT2	Mando 2 de salida

MENU DE CONFIGURACION.

“I n t Y”	Tipo de entrada (Input Type).
“ t Y P. 1”	Tipo 1, conteo unidireccional por la entrada C1.
“ t Y P. 2”	Tipo 2, conteo unidireccional por la entrada C1 pero se puede desabilitar los pulsos al activar la entrada C2.
“ C U A d”	Conteo bidireccional por cuadratura mediante las entradas C2 y C1. Los pulsos de conteo entran por C2, C1 detecta la dirección.
“ 1. S E G”	Base de tiempo de 1 segundo. En este caso el contador cuenta pulsos generados internamente con periodicidad de 1 segundo. La base de tiempo funciona mientras la entrada C2 no esté activa.
“ 3 2. H.”	Base de tiempo de 32 Hertz. Funciona de la misma forma que la entrada anterior e igualmente se pueden obtener otras bases de tiempo mediante las preescalas.

“Conc.”

Concatenar o poner en cascada el contador 1 con el 2. Al llegar el contador 1 a su cuenta final, incrementará en 1 el contador 2. De otra forma funcionan los dos contadores en paralelo. Ver el esquema en bloques del contador en página. N14.

“N o “	Contadores en paralelo.
“S i “	Funcionamiento en cascada. (concatenados).

“C 1 t Y”	Tipo de contador 1.
“ 4. d i G”	Contador 1 de 4 dígitos.
“ 8. d i G”	Contador 1 de 8 dígitos.

“C 2 t Y”	Tipo de contador 2.
“ 4. d i G”	Contador 2 de 4 dígitos.
“ 8. d i G”	Contador 2 de 8 dígitos.

“P S M 1”

Preescala multiplicadora del contador. Por cada pulso de entrada, el contador 1 se incrementa esta cantidad.

“P S M 1” = [1, 9999]

"P S d 1"

Preescala divisora del contador. El contador 1 se incrementa en 1 al haber llegado esta cantidad de pulsos a la entrada.

"P S d 1" = [1, 9999]

"P S M 2"

Preescala multiplicadora del contador. Por cada pulso de entrada, el contador 2 se incrementa esta cantidad.

"P S M 2" = [1, 9999]

"P S d 2"

Preescala divisora del contador. El contador 2 se incrementa en 1 al haber llegado esta cantidad de pulsos a la entrada.

"P S d 2" = [1, 9999]

" c i o. 1 "

Acción del contador 1 sobre el mando 1 al llegar su conteo al valor final.

- " t E n P " El mando 1 (relé 1) enviara un pulso temporizado. El tiempo se programa en el menú de parámetros como "t d. 1".
 - " S E t " El mando 1 se activa.
 - " r S E t " El mando 1 se desactiva.
 - " i n v " El mando 1 invierte su estado (Por Ej. si antes estaba activado, ahora se desactiva y viceversa).
 - " N U L L " No se realiza ninguna acción sobre el mando 1.
-

" c i o. 2 "

Acción del contador 1 sobre el mando 2 al llegar su conteo al valor final.

- " t E n P " El mando 2 (relé 2) enviara un pulso temporizado. El tiempo se programa en el menú de parámetros como "t d. 2".
 - " S E t " El mando 2 se activa.
 - " r S E t " El mando 2 se desactiva.
 - " i n v " El mando 2 invierte su estado
 - " N U L L. " No se realiza ninguna acción sobre el mando 2.
-

" c i i. A "

Acción de inicialización del contador 1 al llegar su conteo al valor final.

- " i n i. 1 " Se inicializa el contador 1 solamente (CNT1=0).
 - " i n i. 2 " Se inicializa el contador 2 solamente (CNT2=0).
 - " i n i. 1.2 " Se inicializan el contador 1 y el contador 2 (CNT1 = CNT2 = 0).
 - " N U L L. " No se realiza ninguna acción de inicialización y el conteo sigue adelante.
 - " S t o P " Se desactiva la entrada de conteo.
-

“**i o u t**”

En este punto se especifica si la salida del mando 1 (OUT1) sera directa o invertida, es decir si el relé 1 actuara normalmente abierto o normalmente cerrado.

- “ **d i r** “ Salida directa o relé normalmente abierto.
- “ **i n v** “ Salida invertida o relé normalmente cerrado.

“ **c 2 o. 1** ”

Acción del contador 2 sobre el mando 1 al llegar su conteo al valor final.

- “ **t E n P** “ El mando 1 (relé 1) enviara un pulso temporizado. El tiempo se programa en el menú de parámetros como “t d. 1”.
- “ **S E t** “ El mando 1 se activa
- “ **r S E t** “ El mando 1 se desactiva.
- “ **i n v** “ El mando 1 invierte su estado (Por Ej. si antes estaba activado, ahora se desactiva y viceversa).
- “ **N U L L** “ No se realiza ninguna accion sobre el mando 1.

“ **c 2 o. 2** ”

Acción del contador 2 sobre el mando 2 al llegar su conteo al valor final.

- “ **t E n P** “ El mando 2 (relé 2) enviara un pulso temporizado. El tiempo se programa en el menú de parámetros como “t d. 2”.
- “ **S E t** “ El mando 2 se activa.
- “ **r S E t** “ El mando 2 se desactiva.
- “ **i n v** “ El mando 2 invierte su estado
- “ **N U L L** “ No se realiza ninguna acción sobre el mando 2.

“ **c 2 i. A** ”

Acción de inicialización del contador 2 al llegar su conteo al valor final.

- “ **i n i. 1** “ Se inicializa el contador 1 solamente (CNT1 = 0).
- “ **i n i. 2** “ Se inicializa el contador 2 solamente (CNT2 = 0).
- “ **i n i. 1.2** “ Se inicializan el contador 1 y el contador 2 (CNT1 = CNT2 = 0).
- “ **N U L L** “ No se realiza ninguna acción de inicialización y el conteo sigue adelante.
- “ **S t o P** “ Se desactiva la entrada de conteo.

“**2 o u t**”

En este punto se especifica si la salida del mando 2 (OUT2) sera directa o invertida, es decir si el relé 2 actuara normalmente abierto o normalmente cerrado.

- “ **d i r** “ Salida directa o relé normalmente abierto.
- “ **i n v** “ Salida invertida o relé normalmente cerrado.

“E r S. 1 “

Aquí se debe definir la función de la entrada externa 1 "ER1".

- “ r 0. A L “ Hace un reset o inicialización completa del instrumento.
CNT1 = CNT2 = 0, OUT1 = 0, OUT2 = 0
- “ r 1. A c “ Realiza las acciones de salida e inicialización programadas para el contador 1 ("c1o.1" , "c1o.2" ,"cli.A") tal como si el contador 1 hubiera llegado a su valor prefijado.
- “ r 2. A c “ Realiza las acciones de salida e inicialización programadas para el contador 2 ("c2o.1" , "c2o.2" ,"c2i.A") tal como si el contador 2 hubiera llegado a su valor prefijado.
- “ r 1. 2. A “ Realiza las acciones de salida e inicialización programadas para el contador 1 y 2
- “ S t. S P “ Activa y desactiva el conteo alternadamente.
- “ S t o P “ Desactiva el conteo.
- “ o F F “ Desactiva esta entrada.

“E r S. 2 “

Aquí se debe definir la función de la entrada externa 2 "ER2". Su programación es idéntica al caso anterior.

“d i s B”

El display “ B “ es el superior, en este punto se configura la variable que estara indicando continuamente durante el funcionamiento del instrumento.

- “ S P 1 “ Indica el setpoint 1 o valor final del contador 1.
- “ S P 2 “ Indica el setpoint 2 o valor final del contador 2.
- “ C n t. 1 ” Indica el contenido del contador 1.
- “ C n t. 2 ” Indica el contenido del contador 2.
- “ S - C. 1 “ Indica lo que le falta al contador 1 para llegar a SP1 (SP1- Cnt1)
- “ S - C. 2 “ Indica lo que le falta al contador 2 para llegar a SP2 (SP2- Cnt2)
- “ C - S. 1 “ Indica Cnt1 - SP1
- “ C - S. 2 “ Indica Cnt2 - SP2
- “ d L t. 1 ” Muestra el tiempo transcurrido durante la temporización del mando 1
- “ d L t. 2 ” Muestra el tiempo transcurrido durante la temporización del mando 2
- “ t - d. 1 ” Muestra el tiempo transcurrido durante la temporización del mando 1, en forma regresiva (tiempo - "t d. 1").
- “ t - d. 2 ” Muestra el tiempo transcurrido durante la temporización del mando 2, en forma regresiva (tiempo - "t d. 2").
- “ o F F “ Desactiva el display durante el funcionamiento.
- “ N U L L “ Display nulo.
- “ T A c o ” Muestra el valor del tacómetro.

“d i s A”

El display “ A “ es el inferior, el menú de programación es idéntico al del display B.

En caso de haberse configurado un contador de 8 dígitos hacen falta los 2 displays para mostrar los conteos u otros valores. En tal caso se debe seleccionar la alternativa "NULL" para el display B de modo de reservar el espacio para los 4 dígitos superiores de la variable

de 8 dígitos que se programará en el display A.

"b A S. t"

$$\text{"b A S. t"} = [1, 255]$$

Base de tiempo para el tacómetro. Se debe introducir el número de segundos durante el cual se contarán pulsos de la entrada.

El tacómetro funciona contando los pulsos en la entrada durante en tiempo programado como "b A S. t". Terminado el lapso de tiempo programado, el número de pulsos contados se multiplica por la preescala multiplicadora ("PSM.t") del tacómetro y se divide por la divisora ("PSd.t") y se almacena este resultado para presentarse en el display.

$$\text{Lectura} = [\text{numero de pulsos contados durante "b A S .t"}] * [\text{"PSM.t"}] / [\text{"PSd.t"}]$$

Por ejemplo:

Se tiene una rueda de perímetro 57 cm. que camina sobre una tela mandando 11 pulsos por vuelta. Se desea medir la velocidad de la tela en metros/minuto actualizando la lectura cada 5 segundos.

Solución: Como se debe actualizar cada 5 seg. entonces "b A S .t" = 5.

Ahora suponiendo que la tela se mueve a 1 metro/minuto, entonces en 1 minuto entrarían:

[Número de pulsos/minuto] =

$$\begin{aligned} 1 \text{ (metro/min)} * 11 \text{ pulsos/57cm} &= 100 \text{ cm/min} * 11 \text{ pulsos} / 57\text{cm} = \\ &= 19.29824561 \text{ pulsos/minuto} \end{aligned}$$

Luego en 5 segundos entrarían:

$$\begin{aligned} 19.29824561 \text{ pulsos/minuto} * 5 \text{ seg} &= 19.29824561 \text{ pulsos} / 60 \text{ seg} * 5 \text{ seg} = \\ &= 19.29824561 * 5 / 60 \text{ pulsos} = 1.608187134 \text{ pulsos} \end{aligned}$$

Finalmente para esta velocidad la lectura debería ser 1 (metro/minuto) de modo que hace falta dividir y multiplicar por las preescalas de modo que la lectura sea 1

$$\text{Lectura} = 1 = [\text{número de pulsos contados durante 5 seg}] * [\text{"PSM.t"}] / [\text{"PSd.t"}]$$

$$1 = 1.608187134 * [\text{"PSM.t"}] / [\text{"PSd.t"}]$$

Luego despejando ["PSM.t"] / ["PSd.t"] :

$$[\text{"PSM.t"}] / [\text{"PSd.t"}] = 1 / 1.608187134$$

Ahora se debe tomar un valor de la preescala multiplicadora lo menor posible pero que dé en el cálculo de números enteros la precisión necesaria. Por ejemplo si se toma

$$[\text{"PSM.t"}] = 5000,$$

entonces:

$$[\text{"PSd.t"}] = [\text{"PSM.t"}] * 1.608187134 = 5000 * 1.608187134 = 8040.93567 = 8041$$

Los valores a ser programados serían:

$$\text{"b A S. t"} = 5$$

$$\text{"P S M. t"} = 5000$$

$$\text{"P S d. t"} = 8041$$

“P S M. t”

Preescala multiplicadora para el tacómetro.

“P S M. t” = [1, 9999]

“P S d. t”

Preescala divisora para el tacómetro.

“P S d. t” = [1, 9999]

“SLOC”

“Si” Si se desea evitar que el operario pueda desactivar el conteo mediante el botón frontal STRT/STP.

“No” El acceso queda libre.

“PLOC”

“Si” Al colocar “Si” se restringirá al operador el acceso al menú de parámetros y se deberá usar la llave “1234” para entrar.

“No” El acceso queda libre.

“ run”

“Si” Al activar el instrumento este quedará en el modo "run", es decir empezará contando.

“No” De esta forma al activarse no contará hasta que se le ordene empezar mediante el teclado o las entradas de reset externas.

“Prog”

Se pregunta si se desea o no programar el instrumento con los valores introducidos. De otra forma los valores recién colocados se borrarán al salir del menú. Si al colocar “S i “ aparece el mensaje “EEPr” en el display B, significa que se ha intentado programar sin colocar el puente de seguridad. (ver PIN 6 en figura "FIG-02")

“N o “ No se programa.

“S i “ Programar

“SALi”

Poner “Si” para salir o retornar al modo de operación y “N o” para retornar al principio del menú de configuración.

“N o “ Continuar en el menú.

“S i “ Salir.

En la figura de la siguiente página aparece un diagrama de los módulos que conforman el funcionamiento interno del instrumento.

DIAGRAMA DE MODULOS INTERNOS

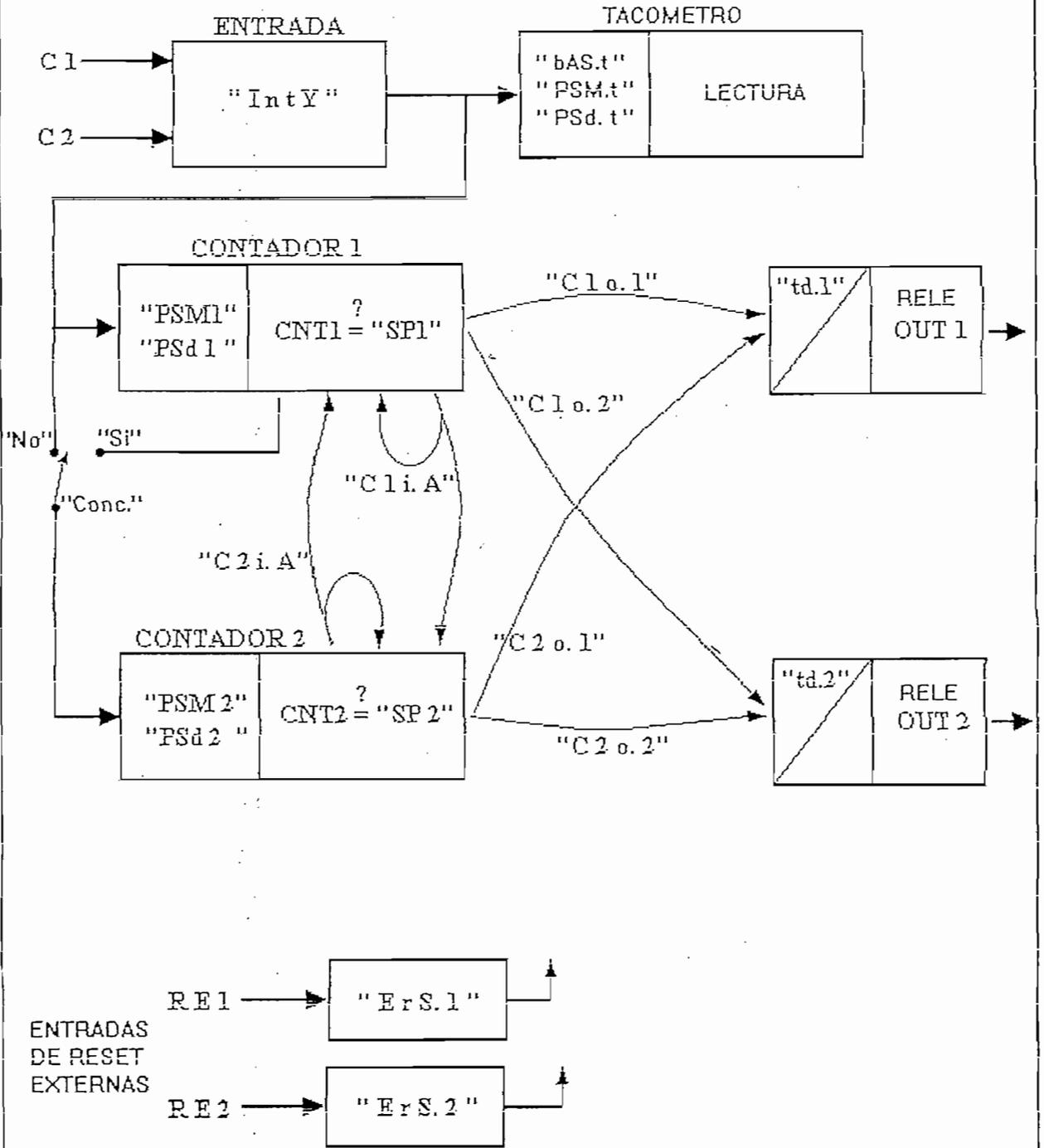


FIG-03

3 INSTALACION

3.1 MONTAJE EN EL PANEL.

El controlador está diseñado para montaje de panel en un hueco de 92 x 92 mm. (formato DIN 1/4) o en un hueco de 92 x 45 mm. (formato DIN 1/8).

Para sostenerlo se utiliza el arnés incluido en el instrumento. Antes del montaje es recomendable revisar que el panel tenga suficiente profundidad como para introducir el instrumento (mínimo 175 mm.).

3.2 CONEXIONES ELECTRICAS.

Las conexiones eléctricas al instrumento, se hacen a través de los conectores traseros con terminales numerados, tal como se vé en el dibujo de la figura de la siguiente página. Se debe tener especial cuidado en hacer conexiones limpias y ordenadas de modo de evitar posibles cortocircuitos o conexiones erróneas.

Entrada del sensor.

Dependiendo del tipo de sensor o entrada se deben hacer las modificaciones en los jumpers de la tarjeta de entrada según se muestra en la figura N.2. Los terminales 1, 2, 3 pueden suministrar la alimentación para sensores externos.

Mandos y alarma.

La opción estandar para los mandos de salida es con relés. Como se ve en la figura , el mando 1 (OUT 1) va a los terminales 6 y 7, el mando 2 (OUT 2) a los terminales 8 y 9. Se debe tener cuidado de no exceder la corriente máxima de los relés (3 A.) , pues se dañarían rápidamente. A veces puede ocurrir accidentalmente una conexión que ponga en cortocircuito la red por una de las salidas, por eso recomendamos usar fusibles (2 A) en serie con los relés para protegerlos.

Alimentación.

La fuente de poder del controlador, está diseñada para partir y funcionar con cualquier voltaje entre 90 y 260 volts AC sin necesidad de ajuste. Esto será una gran ventaja en lugares donde ocurren transcientes y caídas de voltaje por debajo de lo normal, en estos casos el controlador seguirá funcionando a menos que la red caiga debajo de 50 VAC . Como siempre es recomendable colocar un fusible (1 A) en la entrada de alimentación (terminales 4 y 5).

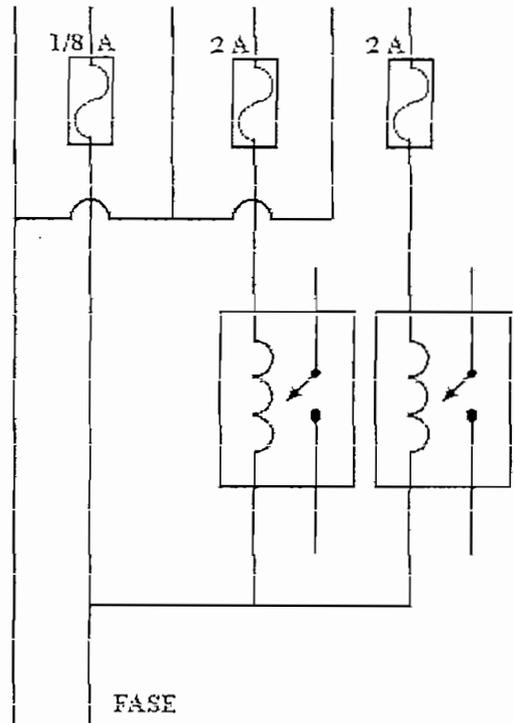
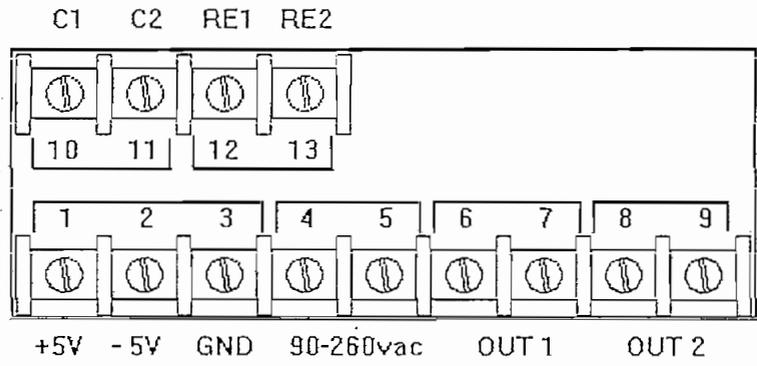
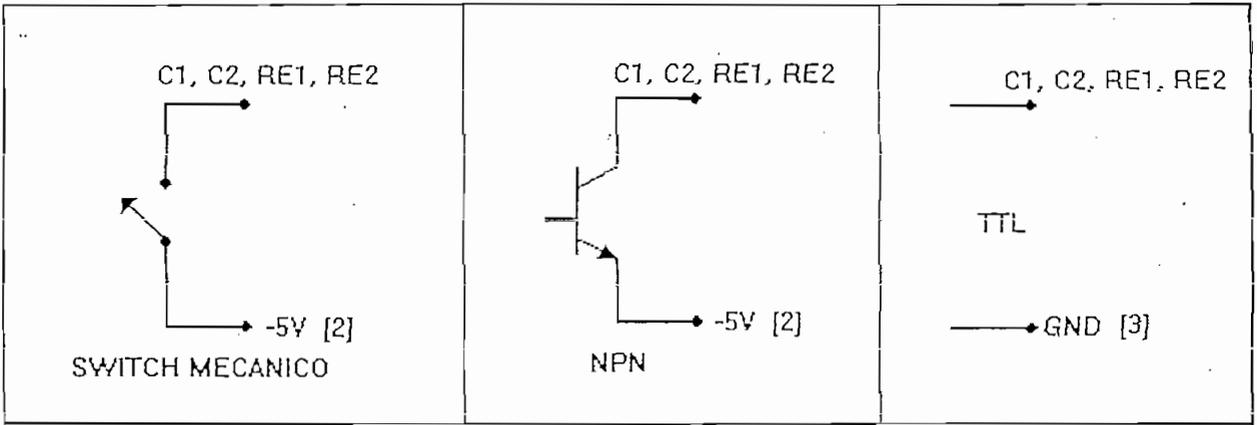


FIG-04A

NEUTRO FASE

"1 o u t "	Operación del relé 1 " d i r ", " i n v "		
" c 2 o. 1 "	Acción del contador 2 sobre el relé 1 "t E n P", "S E t", "r S E t", " i n v", " N U L L"		
" c 2 o. 2 "	Acción del contador 2 sobre el relé 2 "t E n P", "S E t", "r S E t", " i n v", " N U L L"		
" c 2 i. A "	Acción de iniciación del contador 2 "i n i. 1", "i n i. 2", "i n i.1.2", "N U L L", "S t o P"		
"2 o u t "	Operación del relé 2 " d i r ", " i n v "		
"E r S. 1 "	Reset externo 1 "r 0. A L", "r 1. A c", "r 2. A c", "r 1. 2. A", "S t. S P", "S t o P", "o F F"		
"E r S. 2 "	Reset externo 2 "r 0. A L", "r 1. A c", "r 2. A c", "r 1. 2. A", "S t. S P", "S t o P", "o F F"		
"d i s B"	Display B " S P 1 " " S P 2 " " C n t. 1 " " C n t. 2 " " S - C. 1 " " S - C. 2 " " C - S. 1 " " C - S. 2 " " d L t. 1 " " d L t. 2 " " t - d. 1 " " t - d. 2 " " o F F " " N U L L "		
"d i s A"	Display A " S P 1 " " S P 2 " " C n t. 1 " " C n t. 2 " " S - C. 1 " " S - C. 2 " " C - S. 1 " " C - S. 2 " " d L t. 1 " " d L t. 2 " " t - d. 1 " " t - d. 2 " " o F F " " N U L L "		
"b A S. t"	Base de tiempo para el tacómetro	= []
"P S M. t"	Preescala multiplicadora para el tacómetro.	= []
"P S d. t"	Preescala divisora para el tacómetro.	= []
"SLOC"	Start / stop lock (bloqueado) "Si" "No"		
"PLOC"	Menú de parámetros bloqueado "Si" "No"		
" r u n "	Comienza en modo "run" al prender el instrumento "Si" "No"		