



UNIVERSIDAD PANAMERICANA
SEDE GUADALAJARA

AUTOMATIZACION DE MAQUINA
CORTADORA DE PERSIANAS
PARA LA EMPRESA
LAPETTE

GABRIEL GONZALEZ - RUL RIVERO

TESIS PRESENTADA PARA OPTAR POR EL TITULO DE LICENCIADO EN
INGENIERIA ELECTROMECANICA CON RECOMOCIMIENTO DE VALIDEZ
OFICIAL DE ESTUDIOS DE LA SECRETARIA DE EDUCACION
PUBLICA, SEGUN ACUERDO NUMERO 60933067
CON FECHA 28-1-93.

ZAPOPAN, JAL. DICIEMBRE DE 1994



50213

afirma
2019

CLASIFICACION
ADQUISICION
FECHA
DONATIVO DE
8

CLASIF: TE IEM 1994 6001

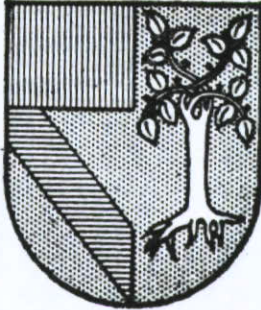
ADQUIS: 50213 y 1

FECHA: 30/05/03

DONATIVO DE _____

\$ _____ 133p.

1. Automatización
2. Control automático



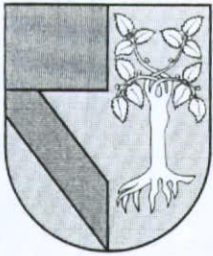
UNIVERSIDAD PANAMERICANA
SEDE GUADALAJARA

**AUTOMATIZACION DE MAQUINA
CORTADORA DE PERSIANAS
PARA LA EMPRESA
LAPETITE**

GABRIEL GONZALEZ - RUL RIVERO

TESIS PRESENTADA PARA OPTAR POR EL TITULO DE LICENCIADO EN
INGENIERIA ELECTROMECHANICA CON RECONOCIMIENTO DE VALIDEZ
OFICIAL DE ESTUDIOS DE LA SECRETARIA DE EDUCACION
PUBLICA, SEGUN ACUERDO NUMERO 00933087
CON FECHA 29-1-93.

ZAPOPAN, JAL. DICIEMBRE DE 1994



UNIVERSIDAD PANAMERICANA
SEDE GUADALAJARA

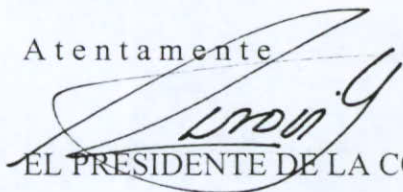
DICTAMEN DEL TRABAJO DE TITULACION

Gabriel González Rul Rivero

Presente

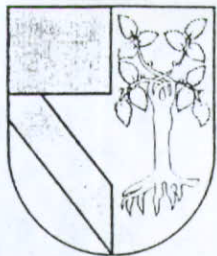
En mi calidad de Presidente de la Comisión de Exámenes Profesionales y después de haber analizado el trabajo de titulación en la alternativa tesis titulado "**AUTOMATIZACION DE MAQUINA CORTADORA DE PERSIANAS PARA LA EMPRESA LAPETITE**", presentado por usted, le manifiesto que reúne los requisitos a que obligan los reglamentos en vigor para ser presentado ante el H. Jurado de Examen Profesional, por lo que deberá entregar ocho ejemplares como parte de su expediente al solicitar el examen.

Atentamente



EL PRESIDENTE DE LA COMISION

Zapopan, Jal. Julio 5 de 1995



UNIVERSIDAD PANAMERICANA

SEDE GUADALAJARA


Enero 6 de 1995

COMITE DE EXAMENES PROFESIONALES
ESCUELA DE INGENIERIA ELECTROMECHANICA
UNIVERSIDAD PANAMERICANA

Hago constar que el alumno: **GABRIEL GONZALEZ RUL RIVERO**, ha terminado satisfactoriamente el trabajo de tesis titulado: "**AUTOMATIZACION DE MAQUINA CORTADORA DE PERSIANAS PARA LA EMPRESA LAPETITE**", que presentó para optar por el título de la Licenciatura en Ingeniería Electromecánica.

Se extiende la presente para los fines que convengan al interesado.

A t e n t a m e n t e



ING. LUIS FELIPE GUERRERO SANDOVAL
Asesor de Tesis
Escuela de Ingeniería Electromecánica

CC. GABRIEL GONZALEZ RUL RIVERO

CON CARÍÑO Y AGRADECIMIENTO

A mis Padres : Por el esfuerzo y confianza que depositaron en mi.

A mis Abuelos : Por el gran ejemplo que son para mi.

A Karla : Por su gran apoyo y todo lo que significa para mi.

A mis Hermanos : Por todo lo que hemos compartido juntos y por su gran apoyo.
Miguel.- Marus.
Carmen - Nacho.
Cristi.
Raffles.
Mariana.
Josucho.
Isabel.

A mi tío Fernando : Por su apoyo y consejos a lo largo de la carrera.

A Luis Felipe : Por el tiempo y conocimientos que compartimos juntos.
(Mi asesor)

A mis compañeros.

Al Liceo del Valle.

A la Universidad Panamericana.

INDICE

INTRODUCCIÓN		8
CAPITULO 1	AUTOMATIZACIÓN.	11
1.1	Orígenes de la automatización.	12
1.2	Tipos de automatización.	17
1.2.1	Automatización fija.	17
1.2.2	Automatización programable.	18
1.2.3	Automatización flexible.	18
1.3	Ventajas de la automatización.	19
1.4	Mecanismos de automatización.	20
1.4.1	Transductores y sensores.	20
1.4.1.1	Características deseables de los sensores.	25
1.4.2	Actuadores.	26
1.4.3	Motores paso a paso.	28
1.4.4	Controlador lógico programable.	29
1.4.5	Computadoras personales.	30
CAPITULO 2	FABRICACIÓN DE PERSIANAS LAPETITE.	31
2.1	Proceso	32
2.2	Descripción de los departamentos productivos.	35
2.3	Distribución de la planta.	38
2.4	Tiempos de corte.	39
CAPITULO 3	PROCESO AUTOMÁTICO.	43
3.1	Esquema general de automatización del proceso.	44
3.2	Elementos de automatización.	47
3.3	Secuencia de operación.	51

CAPITULO 4	SELECCIÓN DE COMPONENTES.	56
4.1	Parámetros de selección.	57
4.1.1	Sensores fotoeléctricos.	57
4.1.1.1	Sistemas de detección.	57
4.1.1.1.1	Sistema barrera.	57
4.1.1.1.2	Sistema reflex.	58
4.1.1.1.3	Sistema proximidad.	59
4.1.1.2	Parámetros de operación.	60
4.1.1.2.1	Parámetros ligados al entorno.	60
4.1.1.3	Parámetros eléctricos.	61
4.1.2	Cilindros neumáticos.	62
4.1.2.1	Indicaciones técnicas.	63
4.1.2.1.1	Presión - Fuerza.	63
4.1.2.1.2	Pandeo permisible.	64
4.1.2.1.3	Consumo de aire.	65
4.2	Lista de elementos a seleccionar.	65
4.3	Selección de elementos.	66
4.3.1	Pistón neumático para alimentación.	66
4.3.2	Pistón neumático para el desviador.	68
4.3.3	Ventosas neumáticas con fuelle de sujeción.	69
4.3.4	Actuador de giro para desperdicios y producto terminado.	69
4.3.5	Motor de la cremallera.	70
4.3.6	Motor de alimentación principal y motor de descarga.	72
4.3.7	Motor de desenrollado.	73
4.3.8	Regulador de caudal.	75

4.3.9	Generador de vacío para las ventosas.	75
4.3.10	Electroválvula para pistón de alimentación.	76
4.3.11	Electroválvula para pistón desviador.	76
4.3.12	Electroválvula para actuador de giro.	77
4.3.13	Electroválvula para motor de alimentación.	77
4.3.14	Electroválvula para motor de descarga.	78
4.3.15	Electroválvula para motor de la cremallera.	79
4.3.16	Electroválvula para motor del desenrollador.	79
4.3.17	Electroválvula para el troquel.	80
4.3.18	Sensor tope.	81
4.3.19	Sensor de entrada, sensor de salida, sensor de fin de carrera, sensor de inicio de carrera, sensor de altura, sensor de materia prima, sensor del desenrollador.	82
4.3.20	Diseño de piñón y cremallera.	83
4.3.20.1	Teoría de engranes rectos.	83
4.3.20.2	Diseño del piñón.	85
4.3.20.3	Diseño de cremallera.	86
4.3.21	Controlador lógico programable.	87
4.3.22	Análisis de consumo de aire.	91
4.3.23	Selección del compresor.	92
CAPITULO 5	CIRCUITO DE CONTROL.	95
5.1	Objetivo del circuito de control.	96
5.2	Elementos necesarios para el circuito.	97
5.3	Parámetros de operación de los circuitos integrados.	97
5.3.1	Circuito integrado 555.	97

5.3.2	Contador DM74LS190 sincrono de 4 bit sumador/restador con modo de control.	98
5.3.3	Decodificador DM74LS48 BCD 7 segmentos.	100
5.3.4	Display de 7 segmentos.	102
5.3.5	Comparador de magnitud DM74LS85 de 4 bit.	103
5.3.6	Compuerta AND 74LS08 de 2 entradas.	106
5.3.7	Inversor 74LS14.	107
5.3.8	Optocoplador NTE3047.	108
5.3.9	Triac NTE5603.	108
5.4	Funcionamiento del circuito de control.	109
5.5	Diagrama del 555 en forma monoestable.	112
5.6	Esquema del tablero del circuito de control.	113
5.7	Diagrama de flujo del circuito de control.	114
5.8	Diagrama final del circuito de control.	115
CAPITULO 6	ANÁLISIS DEL PROYECTO.	118
6.1	Análisis de costos.	119
6.2	Análisis de tiempos.	123
6.3	Análisis financiero.	124
6.3.1	Análisis de producción.	124
6.3.2	Análisis de la utilidad con producción manual.	126
6.3.3	Análisis de la utilidad con producción automática.	126
6.3.4	Préstamo bancario.	126
CONCLUSIÓN		130
BIBLIOGRAFÍA		133

INTRODUCCIÓN

INTRODUCCIÓN

La automatización que se propondrá a lo largo de esta tesis será la de una máquina cortadora de persianas verticales de la fabrica LAPETITE.

Hoy en día vivimos en un tiempo que evoluciona constantemente y la fabricación de las persianas se sigue realizando manualmente, lo que hace al proceso mas lento, con menos control de calidad por las variaciones humanas y aumenta su valor de mano de obra.

Existen en el mercado cortadoras automáticas pero sus costos son muy elevados debido a la tecnología, por eso no se ha automatizado la planta.

El volumen de producción diario es insuficiente para la demanda que existe en el mercado.

La solución a este problema consiste en automatizar el proceso de corte , con la automatización se lograrían mejores tiempos de entrega, mayor diversidad en los tamaños, costo de mano de obra relativamente menor, mejor calidad en el corte, se mejora significativamente el volumen de producción.

La meta será manejar mayor diversidad en los tamaños de persianas, mayores volúmenes de producción diaria, tener un supervisor en lugar de un operario, y disminuir los tiempos muertos de la máquina.

Esta tesis propone automatizar la maquinaria que se tiene actualmente para el proceso de corte, con la cual se le programará el número de persianas que se requieran cortar indicándole la longitud que se requiere y ésta cortará por sí sola con la atención de un supervisor.

Se demostrará que no es necesario cambiar la maquinaria con que se cuenta sino solo hay que hacerle unas modificaciones al proceso y añadirle mecanismos de automatización.

Para el logro de estos objetivos se emplearán diversos mecanismos neumáticos, eléctricos y electrónicos.

Para el estudio de esta tesis la dividiremos en seis capítulos y una conclusión, el primer capítulo trata de la automatización, sus orígenes, su filosofía, el avance através del tiempo, los tipos de

automatización, las ventajas, los distintos mecanismos mas comunes que existen para automatizar.

En el segundo capítulo se da una descripción de proceso manual de fabricación de las persianas así como una descripción de lo que es la empresa LAPETITE.

Se describen los distintos departamentos productivos y al final de este capítulo se muestra una recopilación de los tiempos de corte manual.

El tercer capítulo trata de toda la idea de la automatización, se muestran los esquemas generales de cómo quedaría la máquina, se describen cada uno de los elementos que se necesitarán para la automatización y se describe la secuencia de todo el proceso de automatización.

El cuarto capítulo trata de la selección de cada uno de los componentes necesarios para la automatización así como los parámetros de funcionamiento de cada uno de ellos.

En el capítulo quinto se propone un circuito de control con el cual se simplificará la operación de la máquina ya automatizada, en este mismo capítulo se menciona el porqué de este circuito de control, también se listan los diferentes circuitos integrados y parámetros de operación de cada uno de los ellos. Al final del capítulo se integran todos los elementos y se describe el funcionamiento detallado del circuito de control.

En el capítulo sexto se muestra un análisis de la viabilidad del proyecto, las ventajas productivas, se hace un análisis de los costos de la automatización, así como el análisis financiero y recuperación de la inversión.

En este capítulo se demostrará que el proyecto de automatización se paga solo, que la empresa en realidad no tiene que desembolsar un peso, y mientras que el proyecto se paga la empresa sigue teniendo las mismas utilidades que tiene con la producción manual.

CAPITULO 1

AUTOMATIZACIÓN

1. AUTOMATIZACIÓN

1.1 Origen de la automatización.

La automatización como filosofía es algo realmente nuevo, es una poderosa fuerza progresista, Pero como instrumento para la ayuda del hombre, cuenta ya con muchos siglos de antigüedad. Prácticamente surge y es la esencia de la Revolución Industrial y en realidad se anticipa un poco a ella en casi 100 años. Aristóteles había ya señalado que la mecanización de las tareas domesticas podrían prestar una gran ayuda a la civilización. En la antigua Edad Media aparecen también varios hombres los cuales quieren poner en práctica el aforismo aristotélico, desde Leonardo da Vinci, Galileo y Gutemberg, hasta Leeuwenhoek y Newton ; cada uno de ellos con su aporte en pro de la superación del hombre y de la sociedad, por medio de la máquina. La mayor parte de estos esfuerzos se limitaron en tratar de remplazar los esfuerzos musculares del hombre, a fin de poder ejercer una fuerza bruta mucho mayor y poder realizar una mayor cantidad de trabajo a través del menor esfuerzo muscular. Sin embargo, el ala de avión y la bomba de émbolo, ideadas por Leonardo, tuvieron una mayor repercusión que eso, en cuanto a que estaban destinados a superar el margen de posibilidades de realización al alcance del hombre. Otro tanto puede decirse de Galileo y su telescopio y de Leeuwenhoek y su lente de aumento. Gracias a los esfuerzos de estos hombres el hombre dotó de nuevos poderes a los sentidos humanos a través de la mecanización.

Todos estos esfuerzos, estos inventos, dieron pocos resultados prácticos, la máquina de vapor de Thomas Newcomen fue la verdadera iniciadora de la Revolución Industrial. De ahí en adelante, la mecanización se convirtió en la meta final a la cual el hombre aspiraba como algo que transformaría totalmente su manera de vivir.

Los estudios de la automatización atribuyen al francés Denis Papin el primer aparato inventado con el propósito consciente de regular automáticamente un proceso. Papin colocaba simplemente un peso sobre la tapa herméticamente cerrada de una cacerola puesta al fuego, trasformando a esta en una olla de presión. El invento se fué perfeccionando hasta convertirse

en una válvula de funcionamiento autónomo para descargar la presión a una temperatura determinada. Estaba preparada para funcionar como válvula de seguridad cuando surgió la caldera de vapor y sigue funcionando prestando sus servicios, pudiendo ahora considerársela como la forma mas común de mando automático que se conozca. Papin hizo esta contribución en 1680 durante el reinado de Carlos II.

En el siglo XVII, el principio de auto - regulación fue progresando rápidamente, por ejemplo, los molinos de viento de los países bajos.

La primera y auténtica fábrica automática fue organizada y puesta en funciones con todo éxito hace mas de 200 años. Se trataba del primer molino harinero, inventado y manejado por Oliver Evans en los alrededores de Filadelfia en 1784. Evans solo disponía para su tarea de una corriente de agua ; sin embargo, mediante un ingenioso sistema, aprovechaba la energía producida por la rueda hidráulica y los árboles de transmisión, logro distribuir automáticamente sus granos, sin que ninguna mano humana tocara su aparato en todo el proceso, desde el grano de trigo hasta la harina.

Estamos pues, aquí ante todos estos acontecimientos históricos los cuales vinculan la automatización directamente con la Revolución Industrial.

La automatización en cuanto instrumento, sino como filosofía, está entre nosotros desde hace mucho tiempo.

La automatización debe hacer que si una máquina se guía a si misma , tiene que ofrecer las mismas ventajas que un operario. Estas ventajas pueden ser identificadas en dos clases : La manipulación física de los mandos, manijas, ruedas, botones, interruptores, etcétera y el raciocinio, esto es, la capacidad de determinar cuando debe hacer una determinada operación y cuando debe de dejar de hacer otra. Las maquinarias automáticas, se han encargado ya, prácticamente de todos los movimientos, cortar, triturar, taladrar, etc. Pero aún no se han hecho cargo del raciocinio.

El problema de la automatización estriba principalmente en inculcar a la máquina la capacidad de raciocinio y conectarla con estos controles físicos. Hoy en día con los avances electrónicos,

se han desarrollado circuitos que han demostrado ser extraordinariamente similares al desarrollo de ciertos procesos mentales humanos.

Cuando el cerebro humano toma una decisión, tiende a rodear la condición "si" de una manera compleja, consideraciones tales como las conveniencias de la persona, previsión de las consecuencias, el deseo de un resultado, y un conocimiento general de lo que puede pasar si no se toma una decisión o si se toma erróneamente, estas consideraciones se incluyen. Todos, o casi todos, estos factores están íntimamente ligados a la experiencia pasada. Es dudoso que se tome alguna decisión fuerte sin ver nuestra experiencia pasada en circunstancias similares. Esto desencadena otro acto también fundamental en la automatización, la comparación.

El cerebro humano contiene un vasto archivo de hechos aislados, cuidadosamente catalogados. Uno de los elementos mas importantes en el proceso de aprendizaje es el acto de aprender como actuar ante una determinada situación, a través de los sentidos, catalogando y archivando las experiencias en el cerebro. A partir de ese momento, la utilización de ese hecho en decisiones o circunstancias futuras, implicará un acto de memoria.

Esta misma operación la puede efectuar un artefacto electrónico con mucha eficiencia. En realidad, se está discutiendo la posibilidad de que ésta operación no sea sino una forma de proceso electroquímico.

Aún para las decisiones mas sencillas, es posible que examine la memoria de las decisiones antes tomadas bajo circunstancias similares y acumule miles de hechos almacenados y no uno solo.

Sirviéndonos de esta descripción general del mecanismo de decisión como guía, no será tan difícil crear un sistema de elementos electromecánicos capaces de realizar el mismo trabajo en forma elemental, esto es, el trabajo de adoptar y poner en práctica una decisión sobre la base de ciertos hechos y circunstancias de hechos recordados. Bastará con encontrar una manera de almacenar estos hechos de manera tal ,que un artefacto mecánico pueda reconocerlos y actuar sobre ellos.

El primer requisito es un código uniforme, en el cual se puedan almacenar todos los hechos requeridos. El segundo consiste en un elemento sensible, que examine cuidadosamente una condición decisiva, el tercero es un mecanismo de comparación, capaz de comparar los hechos recordados con la condición percibida y un cuarto mecanismo, un mecanismo disparador o ejecutador, el cual funcione automáticamente cuando la comparación de los hechos se haya transformado en una identidad. Entre unos y otros, el miembro de almacenaje de datos y el miembro sensible, establecen la parte "si" de la ecuación, y el mecanismo disparador o ejecutador, constituye la parte "entonces".

Con la automatización se pretende lograr que la máquina examine los resultados de su labor. Con ese fin se establece en la parte cerebral del aparato un patrón. Este patrón puede ser de longitud, capacidad, volumen, de color, de velocidad, de tiempo, o temperatura. En cualquier caso el patrón aparece en forma de código. El código puede ser simplemente una posición de una palanca, o en un complicado molde de agujeros sobre una cinta de papel. El patrón codificado representa los hechos almacenados en la memoria, comparables a los que se almacenan en el cerebro humano.

La máquina contiene también un elemento sensible, un detector capaz de apreciar la condición del producto en fabricación, que se desea regular. También en este caso se tratará de una longitud, temperatura, presión, etc. Ese elemento sensible está dispuesto de tal manera que traduce los resultados de sus observaciones en el código comprendido por la memoria. Este es el momento en el que se hace la comparación. Tanto el patrón como la observación, ambos codificados, entran en él y son comparados. Cuando se ha establecido la identidad, la máquina ejecuta la acción correspondiente como respuesta a dicha identidad.

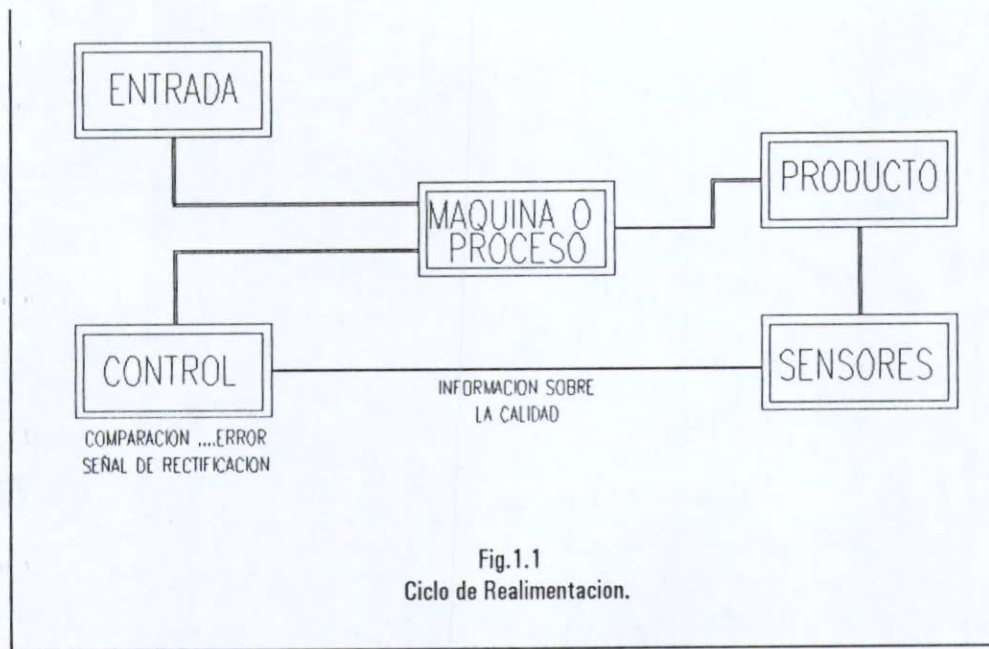
Este es el tipo más común de automatización sin realimentación. Es especialmente útil en operaciones simples, como llenar recipientes, cortar un material, etc., se trata especialmente de una operación de medición. Sigue el esquema si - entonces y puede tener también una facultad de si - no - entonces no.

Uno de los problemas de la automatización en sus formas más complejas, es el de idear un código de operación que no pueda ser violado ilegítimamente, proporcionando una condición espuria, pero casi idéntica a la verdadera.

Una forma es implicar un elemento que se dé cuenta de que ha obrado erróneamente, que haga conciencia de ello, un factor que podríamos llamar responsabilidad; esto es conciencia de los propios errores. Tenemos básicamente, los mismos elementos : memoria, órgano sensorial, mecanismo de comparación, y mecanismo disparador. Agregamos un mecanismo que compara continuamente la condición de salida con la condición patrón y produce, en código, una fuerza que es un margen del error entre ambas. Si la máquina está funcionando correctamente, el margen de error es por lo general muy pequeño y la fuerza que él representa debe ser identificada a fin de hacerla aprovechable. Una vez conseguido esto, la fuerza del error es de vuelta al sector de la máquina donde se está realizando la operación, y es combinada allí con la fuerza motriz del proceso, a fin de modificar el proceso o la operación y corregir el error detectado.

Debido a que el sistema de realimentación está en funcionamiento, midiendo continuamente el error, sabrá cuando éste ha sido corregido y dejará inmediatamente de funcionar, poniéndose nuevamente en marcha en el instante en el cual aparezca alguna desviación del patrón causando un error, para repetir de nuevo la misma operación para corregirlo. En la práctica el error no es una equivocación sino un exceso o un déficit en la actividad de la máquina bajo control, una desviación de la línea del funcionamiento ideal.

El sistema de realimentación es como un padre que empuja a su hijo sentado en un columpio y regula ese movimiento de atrás hacia adelante, dándole la fuerza necesaria para que el niño continúe columpiándose rítmicamente, compensando el error que la gravedad y la resistencia del viento tratan continuamente de introducir en el patrón de oscilación. La figura 1.1 muestra el ciclo de realimentación.



La automatización nos lleva a la creación de mecanismos automáticos los cuales mediante circuitos eléctricos, mecanismos y otros dispositivos que obran por si mismos, actúen sin ninguna intervención del hombre para ejecutar una determinada actividad o función, y la ejecuten de acuerdo con un patrón determinado.

La automatización, por tanto, la definimos como la operación que, en un proceso de fabricación o en la maniobra de algún aparato, tiende a reemplazar al hombre por mecanismos mas rápidos y precisos, ayudando de esta manera al hombre en la realización de sus tareas, con el objeto de aumentar su rendimiento y mejorar la calidad del trabajo.

Dentro de la automatización industrial podemos encontrar tres clases:

Automatización Fija, Automatización Programable y Automatización Flexible.

1.2. Tipos de Automatización.

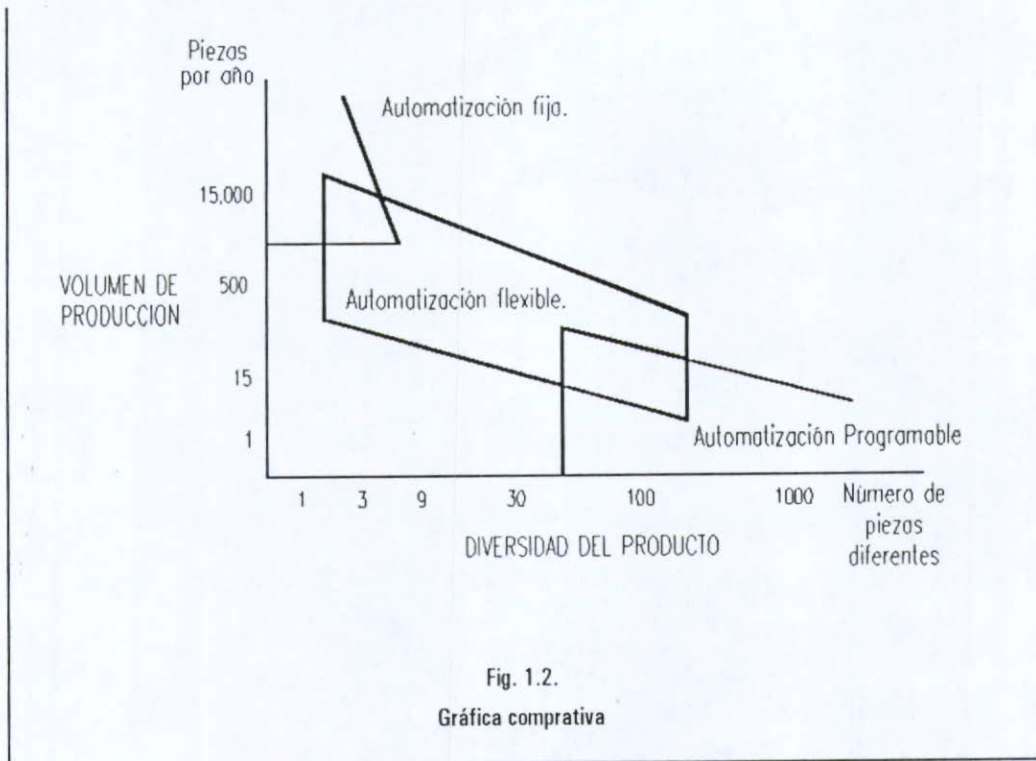
1.2.1 Automatización fija, la cual se utiliza cuando los volúmenes de producción son altos, y por tanto es adecuada para diseñar equipos especializados para procesar el producto con un rendimiento muy elevado y con altas tasas de producción. Un ejemplo de ello son las líneas de

producción automotriz. La economía de la automatización fija es tal que el costo de los equipos especiales puede dividirse entre un gran número de unidades y los costos unitarios resultantes son bajos en relación con los métodos de producción alternativos. El único riesgo, es que se automatice para un volumen determinado y luego ese volumen de producción resulte ser mas bajo que el previsto, y los costos unitarios se harán también mas grandes. otro problema es que el equipo está especialmente diseñado para obtener el producto, y una vez que se haya acabado el ciclo de vida del producto, es probable que el equipo quede obsoleto. Para productos con ciclos de vida pequeños, la automatización fija representa gran riesgo.

1.2.2 La automatización programable se emplea cuando el volumen de producción es relativamente pequeño y hay una diversidad de producción a obtener. En este caso, el equipo de producción se diseña para ser adaptable a variaciones en la configuración del producto. Esta característica de adaptabilidad se realiza haciendo funcionar el equipo bajo control de un programa de instrucciones patrones, las cuales se prepararon especialmente para el producto dado. El programa o patrón se introduce por lectura en el equipo de producción y este último realiza la secuencia determinada de operaciones para obtener el producto. De esta manera el costo de la automatización puede dividirse entre mas diversidad de productos, aun cuando estos sean diferentes. Teniendo entonces una gran ventaja, gracias a la característica de programación y a la adaptabilidad resultante del equipo, muchos productos diferentes y únicos en su género pueden obtenerse económicamente en lotes de poco tamaño.

1.2.3 La automatización flexible nace en relación con la automatización fija y programable. Este concepto de automatización se hace para volúmenes de producción medios. Este tipo de automatización surge debido a que en algunos procesos se necesitan características de la automatización fija y algunas otras características de la automatización programable, dando lugar a una automatización con características medias. Los sistemas de automatización flexible suelen estar constituidos por una serie de estaciones de trabajo que están interconectadas por

un sistema de almacenamiento y manipulación de materiales. Se utiliza un patrón central (computadora maestra) para controlar todas las actividades que se realizan en todo el sistema, encaminando las diversas piezas a las estaciones adecuadas y controlando las operaciones programadas para cada estación. La figura 1.2 muestra una gráfica comparativa.



1.3 Ventajas de la Automatización.

En la actualidad hay tareas que el hombre no puede realizar solo con sus propias manos, le son insuficientes, sobre todo para aquellas tareas que le signifiquen esfuerzo físico, necesita de la ayuda de una máquina, que podrá reemplazarlo en la realización de esas funciones.

El motivo real de la apresurada carrera de la automatización, reside en la necesidad de dejar de desperdiciar el material humano en tareas meramente repetitivas, en algunas de extrema precisión y en muchas otras que le signifiquen esfuerzo físico, que las puede realizar con la

ayuda de una máquina con una velocidad mayor y con una mejor precisión, aumentando su productividad.

La automatización nos lleva a la especialización en las tareas productivas, llevándonos a ser líderes en nuestra actividad.

La automatización pretende que la máquina examine todas sus actividades productivas, examine los resultados de su labor, con el patrón previamente establecido en su control y en caso de existir alguna diferencia, tiene la capacidad de corregir el error por si sola, siguiendo los, patrones que le fueron programados para hacerlo. De esta manera la maquina no va hacer otra cosa mas que lo que le programemos que haga, por tanto el éxito de la automatización estribara en que tan estricto sea ese control y realimentación del sistema para captar todos los posibles errores que pueda cometer la máquina y en decirle como actuar y darle la capacidad de actuar para corregir esos errores en una determinada situación, facilitándole el trabajo al hombre.

1.4 Mecanismos de Automatización..

1.4.1 Transductores y Sensores.

Un transductor es un dispositivo que transforma un tipo de variable física (presión, temperatura, velocidad, caudal, etc.) en otra.

La transformación mas común es la que se produce a la tensión eléctrica y la razón por la que se realiza esta conversión es que es mas fácil trabajar con la señal convertida.

Un sensor es un transductor que se utiliza para medir una variable física de interés.

Existen una gran variedad de sensores como :

- Sensor de proximidad.
- Sensor de velocidad.

- Sensor de longitud.
- Sensor de caudal.
- Sensor de posición.
- Etc.

Estos los hay de distintas clases :

- Sensores Ópticos.
- Sensores Magnéticos.
- Sensores Inductivos
- Sensores Neumáticos
- Sensores de presión.

Los Transductores y sensores los podemos clasificar en dos tipos básicos, dependiendo de la forma de la señal convertida.

- Transductores analógicos
- Transductores digitales.

Los Transductores analógicos proporcionan un señal de manera continua, como voltaje o corriente eléctrica. Esta señal puede ser tomada como el valor de la variable física que se está midiendo.

Los Transductores digitales producen una señal de salida digital, en la forma de conjunto de bits de estado en paralelo o formando una serie de pulsaciones que pueden ser controladas. En una o en otra forma las señales digitales representan el valor de la variable medida. Los transductores digitales han llegado a ser más populares a causa de la facilidad con la que se pueden emplear como instrumentos de medición independientes. además, suelen ofrecer la

ventaja de ser mas compatibles con las computadoras o controles digitales que los sensores analógicos en la automatización y en el control de procesos.

Los sensores mas utilizados en automatización incluyen una amplia gama de dispositivos que se pueden dividir en las siguientes categorías generales :

Sensores táctiles son dispositivos que indican el contacto entre ellos mismos y algún otro objeto solido. Los sensores táctiles se pueden dividir en dos clases : sensores de contacto y sensores de fuerza. Los sensores de contacto proporcionan una señal de salida binaria que indica si se ha establecido o no contacto con la pieza. Los sensores de fuerza también llamados sensores de esfuerzos, indican no solo si el contacto ha sido establecido con la pieza, si no que también determinan la magnitud de la fuerza de contacto entre los dos objetos.

Sensores de proximidad y alcance son dispositivos que indican cuando un objeto esta próximo a otro. Cuan próximo debe estar el objeto para poder activar el sensor dependerá del dispositivo particular. Las distancias pueden ser entre varios milímetros o entre varios pies. Algunos de estos sensores pueden ser utilizados para medir distancias entre el objeto y el sensor, a estos sensores se les conoce como sensores de alcance. Los sensores de alcance son de gran utilidad para determinar la localización de un objeto, la distancia que existe entre él y el sensor.

Existen una diversidad de técnicas para hacer posibles estos sensores, estas técnicas incluyen dispositivos ópticos, elementos acústicos, técnicas de campos eléctricos y algunas otras.

Los sensores de proximidad ópticos pueden diseñarse utilizando fuentes de luz invisible (infrarrojos) o visibles.

Los sensores infrarrojos pueden ser activos o pasivos. los activos envían un haz de rayos infrarrojos y responde a la reflexión del haz contra un blanco. El sensor de infrarrojos activo

puede emplearse para indicar no solamente si esta presente o no una pieza, sino también para señalar la posición de la misma. Temporizando el intervalo a partir de cuando se envía la señal y se recibe el eco puede realizarse una medida de la distancia entre el objeto y el sensor.

Los sensores infrarrojos pasivos son simplemente dispositivos que detectan la presencia de la radiación infrarroja en el entorno.

Los sensores de proximidad basados en el uso de campos eléctricos están disponibles en el mercado. Dos de los tipos en esta categoría son los sensores de corrientes parásitas y los de campos magnéticos.

Dispositivos de corrientes parásitas estos crean un campo magnético alterno primario en la pequeña zona cerca de la sonda. Este campo induce corrientes parásitas en un objeto situado en la zona, en tanto que el objeto esté constituido por un material conductor, estas corrientes parásitas producen su propio campo magnético logrando una interacción con el campo primario para cambiar su densidad de flujo. La sonda detecta el cambio en la densidad del flujo y esto indica la presencia del objeto.

Los sensores de proximidad de campos magnéticos son relativamente simples y pueden obtenerse utilizando un conmutador de láminas y un imán permanente. El imán puede formar parte del objeto que se detecta o puede ser parte integrante del dispositivo del sensor. En uno u otro caso puede diseñarse de modo que la presencia del objeto en la zona del sensor complete el circuito magnético y active el conmutador de láminas. Este tipo de diseño de sensor de proximidad es atractivo debido a que es de gran sencillez y porque no requiere ninguna fuente de alimentación exterior para su funcionamiento.

Tipos diversos : Estos incluyen la clase restante de sensores como, sensores de temperatura, sensores de presión y sensores de otras variables.

Visión de máquina : Un sistema de máquina es capaz de ver el espacio de trabajo e interpretar lo que ve. Estos sistemas se emplean para algunas tareas de inspección, tareas de reconocimiento de piezas y otras tareas similares.

En el mercado se cuentan con diversos tipos de sensores; entre los mas utilizados encontramos los siguientes :

Amperímetro .

Detector de corrientes parásitas .

Interruptor de contacto eléctrico .

Sensor de infrarrojos .

Interruptor de límite .

Transformador diferencial de variación lineal .

Micro interruptor .

Ohmetro .

Pirómetro óptico .

Sensores fotométricos .

Potenciómetros .

Transductores de presión .

Pirómetro de radiación .

Termistor .

Termopar .

Interruptores de vacío .

Sensores de visión .

Sensores de voz .

1.4.1.1 Características deseables de los sensores.

Exactitud : La exactitud de la medición debe ser tan alta como fuese posible. Se entiende por exactitud que el valor verdadero de la variable se pueda detectar sin errores sistemáticos positivos o negativos en la medición. Lo que se pretende es que en varias mediciones de la variable, el promedio de error entre el valor real y el valor detectado tienda a ser cero.

Precisión : La precisión significa que existe o no una pequeña variación aleatoria en la medición de la variable. La dispersión entre los valores de una serie de mediciones debe ser la menor, se debe de tratar que la precisión de la medición sea la mas alta posible.

Rango de funcionamiento : El sensor debe tener un amplio rango de funcionamiento y debe ser exacto y preciso en todo el rango.

Velocidad de respuesta : El transductor debe ser capaz de responder a los cambios de la variable detectada en un tiempo mínimo. Lo ideal seria una respuesta instantánea.

Calibración : El sensor debe ser fácil de calibrar. El tiempo y los procedimientos necesarios para llevar a cabo el proceso de calibración deben ser mínimos. Además el sensor no debe necesitar una recalibración frecuente. El término desviación se aplica frecuentemente para indicar la pérdida gradual de exactitud del sensor que se produce con el tiempo y el uso, lo cual hace necesaria una recalibración.

Fiabilidad : El sensor debe tener alta fiabilidad, no debe estar sujeto a fallos frecuentes durante el funcionamiento.

Coste y facilidad de funcionamiento : El coste para comprar, instalar, y manejar el sensor debe ser tan bajo como sea posible, además, lo ideal sería que la instalación y el manejo del dispositivo no necesite de ningún operador altamente cualificado.

Son pocos los sensores que tienen todas estas características pero se debe establecer un compromiso entre ellos para seleccionar el mejor sensor para una aplicación.

1.4.2 Actuadores.

Los actuadores son dispositivos que proporcionan la fuerza motriz a las articulaciones. Los actuadores suelen obtener su fuerza electromotriz a partir de tres principales fuentes de energía:

- Aire comprimido
- Fluido por presión
- Electricidad

Estos actuadores reciben el nombre de actuadores neumáticos, hidráulicos o eléctricos respectivamente.

La capacidad de manipulación de un objeto lo proporcionara el actuador. El actuador que se seleccione determinara la velocidad de movimiento, el actuador determinara el tipo de movimiento que se podrá realizar.

Las impulsiones hidráulicas y eléctrica son las mas utilizadas para sistemas sofisticados.

La impulsión hidráulica proporciona una mayor velocidad y resistencia mecánica. Los inconvenientes de estos sistemas radican en que suelen añadir mas necesidades de espacio y que un sistema hidráulico es propenso a fugas de aceite, lo cual resultaría muy sucio.

Los actuadores hidráulicos tienen un funcionamiento muy similar a los actuadores neumáticos, pero su diferencia radica en el fluido de trabajo y en su capacidad para contener la presión del fluido.

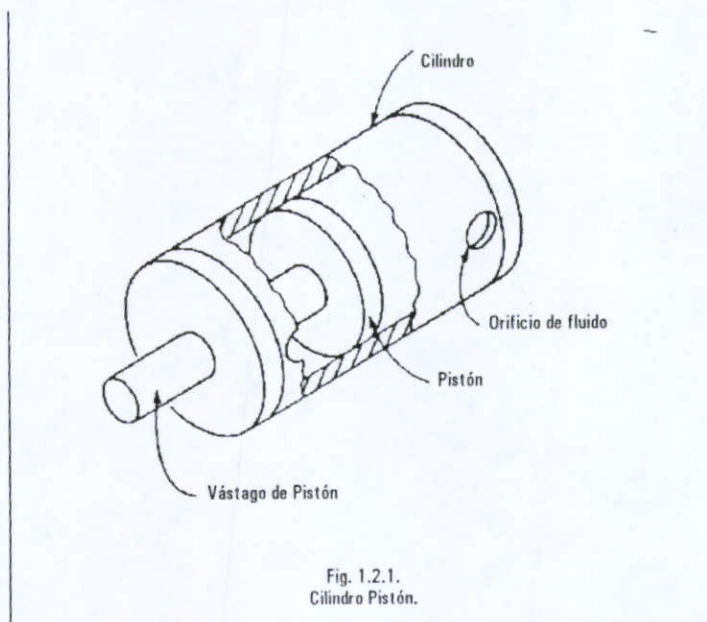
Los sistemas hidráulicos suelen operar a unas 1,000 a 3,000 libras por pulgada cuadrada.

La impulsión neumática suele reservarse para mecanismos mas sencillos que no requieren de gran libertad, se utilizan para operaciones simples como coger y situar con ciclos rápidos. la potencia neumática puede adaptarse fácilmente a la actuación de dispositivos de pistón para proporcionar un movimiento de traslación. También puede emplearse para accionar actuadores giratorios para elementos rotacionales.

Los movimientos son de punto a punto, es un movimiento completo.

Estos sistemas son mas limpios, requieren un menor mantenimiento, el fluido de trabajo por lo general es aire y por tanto si existieran fugas no ensucia, se utiliza principalmente cuando se requiere mover menos de 200 lbs y suelen operar a unas 100 libras por pulgada.

La figura 1.2.1 muestra un dispositivo muy sencillo de potencia de fluido. Este dispositivo se usa generalmente para accionar una articulación lineal por medio de un pistón móvil.



Los actuadores eléctricos no suelen proporcionar tanta velocidad o potencia como los hidráulicos, pero la exactitud y la repetibilidad de estos mecanismos de impulsión eléctrica

suelen ser mucho mejores. En consecuencia este tipo de mecanismos suelen ser mas pequeños, con menos exigencias de espacio y sus aplicaciones tienden hacia un trabajo preciso.

Este tipo de mecanismos principalmente están conformados por motores paso a paso o servomotores de corriente continua. Estos motores son idóneos para el accionamiento de pequeñas articulaciones y también se puede lograr un movimiento lineal.

Otro factor importante es el coste de los actuadores, los actuadores de impulsión hidráulica suelen ser de costes mas altos debido a los requerimientos mismos del sistema. La tendencia en la industria es la utilización de actuadores eléctricos, por que representan un coste menor, no requieren de fluidos, no tienen fugas, no ensucian, se controlan con gran facilidad, requieren un mínimo de mantenimiento, etc.

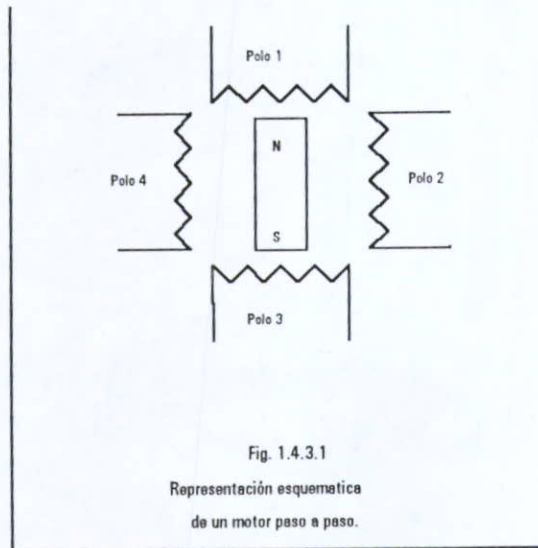
1.4.3 Motores paso a paso.

Estos motores también son denominados motores de velocidad gradual, son un tipo de actuador único en su género, se utilizaron principalmente en los periféricos de computadoras.

Estos tipos de motores proporcionan una salida en forma de incrementos discretos de movimiento angular. Son objeto de actuación por una serie de impulsos eléctricos discretos. Para cada impulso eléctrico hay una rotación de paso único en el eje del motor. Esos actuadores suelen ser utilizados en sistemas de bucla abierta.

En la siguiente figura se muestra una configuración básica de un motor paso a paso en el cual el estator está constituido por cuatro polos electromagnéticos y el rotor es un imán permanente de dos polos. Si los polos electromagnéticos del estator se activan de tal manera que el polo 3 sea Norte magnético y el polo 1 sea sur magnético, el rotor estará alineado como se ilustra. Si el estator se excita de modo que el polo 4 sea norte magnético y el polo 2 sea sur magnético, el rotor realiza un giro de 90° en el sentido de las agujas del reloj. Conmutando rápidamente la corriente al estator por medios electrónicos será posible hacer que el movimiento del rotor aparezca como continuo.

La figura 1.4.3.1 muestra el esquema de un motor paso a paso.



Un factor importante en estos actuadores es la resolución, la cual está determinada por el número de pasos por revolución, en un motor paso a paso viene determinada por el número de polos del estator y el rotor.

El control de un motor paso a paso depende de la capacidad del sistema electrónico de conmutación en efectuar la conmutación de los devanados en el momento preciso.

1.4.4 Controlador lógico programable.

En 1978 la Asociación Nacional de Fabricantes Eléctricos (N.E.M.A.) dio su definición de un controlador programable:

"El controlador programable es un dispositivo digital de una memoria programable para implementación de funciones específicas como: lógicas, secuenciales, relojes, contadores y aritméticas; para el control digital o analógico de salidas y entradas para diversos tipos de máquinas y procesos." ¹

¹ SWAISTON, F., A System approach to programmable controllers., p.27

Inicialmente el PLC fué usado para reemplazar los relevadores lógicos, pero su potencial se fué incrementando al grado de contar con aplicaciones con mayor complejidad como en los robots.

El PLC puede ser usado en cualquier operación industrial donde los requerimientos son complejos, repetitivos y estén previstos para cambios.

El PLC es un dispositivo conductor, es decir, al llegarle cierta información la procesa y la envía para realizar una función predeterminada. Un controlador secuencial tiene una estrecha relación con el PLC debido a que este puede ser programado por un controlador secuencial.

El PLC es una computadora industrial que ha sido diseñada para ser programada e instalada por personal sin conocimientos profundos de programación. El programar es fácil por su formato de escalera. Los PLC's se han desarrollado enormemente, debido a que en el mercado los podemos encontrar en diferentes tamaños y con diversas funciones adicionales.

Hay desventajas de usar PLC como la gran dificultad para detectar los errores, con respecto a los relevadores por su mayor complejidad. Hay herramientas diagnosticadoras de errores, sin embargo la tarea aún es difícil.

Los PLC's sin embargo son muy rentables en servicio y operación, rara vez desarrollan fallas. En la industria está reconocida su alta rentabilidad por no tener que darles mantenimiento y tener garantizado su funcionamiento durante períodos muy largos. Por esta razón la gente capacitada en PLC's son considerados esenciales .

1.4.5 Computadoras personales.

Las computadoras, particularmente las personales han sido aceptadas por ser dispositivos fáciles de usar en control de procesos.

Las computadoras pueden aceptar grados más complejos que son requeridos en los procesos industriales. Las computadoras sin embargo no fueron diseñadas para ambientes industriales ásperos, por lo que se requieren de tener un área especial para su trabajo.

Los PLC's se pueden interconectar con una computadora y operar en conjunto.

CAPITULO 2

FABRICACIÓN DE PERSIANAS LAPETITE

2. FABRICACIÓN DE PERSIANAS LAPETITE.

2.1 Proceso.

La empresa LAPETITE es una empresa líder de mercado dedicada a la fabricación de persianas y puertas plegables.

Se fabrican dos tipos de persianas: persianas verticales y persianas horizontales. Cada tipo de persiana tiene distintos colores y texturas según el modelo.

En esta tesis nos orientaremos a las persianas verticales; las cuales las hay de tres tipos :

- De Tela.
- De Aluminio.
- De PVC.

Las persianas verticales las constituyen tres partes.

- La galera.
- Las tablillas.
- El riel.

La galera es el elemento superior, el cual se instala frente al riel para cubrirlo y dar una mejor presentación a la persiana ; está constituida por frente y laterales.

Las tablillas están formadas por las tiras de material que forma la persiana.

El riel es el elemento superior el cual aloja a los carros sobre los cuales se montan las tablillas, los cuales están integrados al riel. Los carros son los elementos que permiten darle a las persianas un movimiento rotacional, una orientación a las persianas.

La elaboración de la persiana no incluye el armado, la persiana sale de la planta en un paquete formado principalmente de las tres partes antes mencionadas, las cuales contienen los elementos necesarios para su armado e instalación.

El paquete sale de la planta conteniendo todo el pedido empacado en una bolsa de plástico para pedidos locales y/o en tubos o cajas de cartón para los pedidos foráneos.

La realización de un pedido sigue la siguiente secuencia :

- 1- Recepción de pedidos.
- 2- Pasa el pedido a crédito y cobranza.
- 3- Captura de pedidos.
- 4- Se emite un reporte de pedidos del tipo de persianas.
- 5- Se verifican y corrigen datos.
- 6- Se emiten etiquetas (Ordenes de producción).
- 7- Inicia la producción.
- 8- Embarque.

Recepción de pedidos : Este proceso consiste en recibir los pedidos: La mayor parte de los pedidos se reciben por medio del fax, los distribuidores cuentan con formas para pedidos en las cuales se indican principalmente los siguientes datos de cada una de las persianas :

- Fecha
- Cliente
- Tipo de persianas.
- Modelo.
- Altura y Ancho.
- Observaciones.

Crédito y Cobranza : Este departamento se encarga de verificar que el cliente esté al corriente en sus pagos, y si es así, pasa su pedido a captura.

Captura de pedidos : Este departamento lo que hace es capturar y desglosar cada pedido en una computadora, elaborando un subpedido por cada artículo que se esté solicitando en el pedido, especificando el tipo, modelo tamaño, etc., de cada artículo.

Emisión de reportes : Esta operación consiste en emitir un reporte por cada tipo de producto y modelo, se verifica que los datos contenidos en el sean los correctos, si no lo son, estos se corrigen.

Emisión de etiquetas (Ordenes de producción) : Esta operación consiste en imprimir dos juegos de etiquetas para cada departamento productivo, en las cuales se especifican los datos de interés de cada departamento productivo.

Producción : La producción de las persianas verticales se encuentra formada por tres departamentos productivos :

- Galerías.
- Tablillas.
- Rieles.

Cada departamento funciona independientemente de los demás, produciendo lo que se le especifica en sus etiquetas (ordenes de producción)

Las ordenes de producción se programan para la producción diaria, para que de esta manera cada departamento produzca su parte correspondiente de los elementos que componen la persiana y en el empaque de pedido se juntan todas las partes.

Embarque : El pedido ya empacado pasa a la sección de producto terminado y se embarca a su destino.

2.2 Descripción de los departamentos productivos.

Tablillas:

Este departamento recibe al inicio de la jornada su orden de producción que está conformada de dos juegos de etiquetas las cuales se muestran en la figura 2.2.1.

Pedido : xxxxxx. xx	Fecha : xx/xx/xx	P. a/x - x
Cliente : xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx	Local / Foraneo	
Color : xxxxxxxxxxxx	Ancho : xxxx	Alto : xxxx Ctrl: No.
Tabl : xxxx	Cda: xxxxx	Cad Sup : xxxxx Cad Inf : xxxxx

Fig. 2.2.1.
Etiqueta para tablillas.

Para ésta operación se cuenta con un troquel neumático el cual realiza tres operaciones al mismo tiempo.

La tablilla necesita de dos orificios para su funcionamiento, un orificio superior para montarla en los carros del riel y un orificio inferior en el cual se le pone una cadena, uniendo todas las tablillas en su parte inferior.

El troquel realiza al mismo tiempo y con la siguiente secuencia tres operaciones, la figura 2.2.2 muestra el esquema general del troquelado, primero la tablilla que se inserta para su corte ya cuenta con el orificio superior, y cuando pasa por el troquel le hace el orificio inferior para la cadena, corta la tablilla a la medida previamente posicionada y a la tira sobrante la deja ya con el orificio superior. De esta manera se continua cortando y troquelando las tablillas.

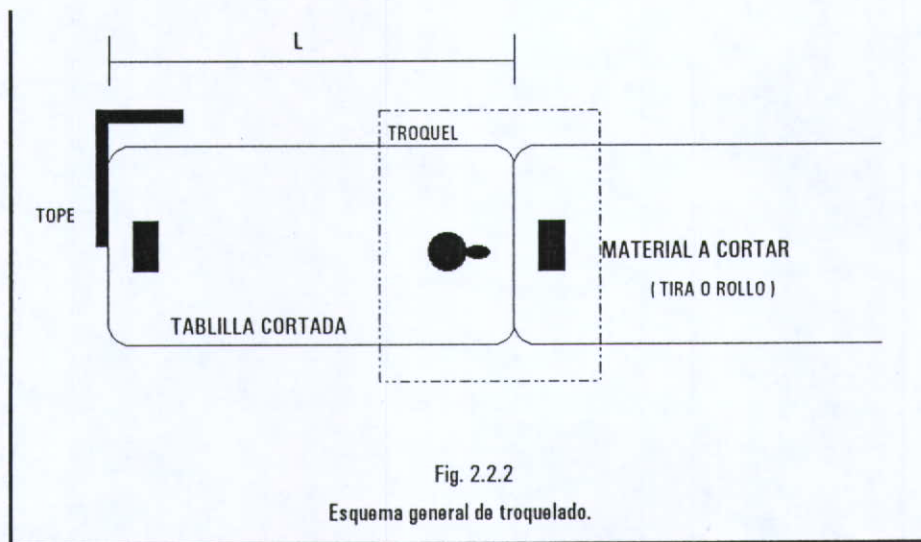


Fig. 2.2.2
Esquema general de troquelado.

Previamente el operador posiciona el tope a la medida que se requieran las tablillas para que de esta manera sólo esté alimentando el material y cuando llega al tope el operador acciona la palanca que activa el troquel, cortando las tablillas a una determinada medida, verifica que la medida de la tablilla es la correcta y corta el número de tablillas que le indica su etiqueta, después cuenta las tablillas y verifica con la etiqueta correspondiente que sea el número total de tablillas y de la altura que se piden.

La etiqueta no la pega, sólo la posiciona entre las tablillas y las pasa al empaque, en el cual otro operador introduce las tablillas de cada persiana en una bolsa de plástico y posteriormente le pega su etiqueta correspondiente y pasa el paquete al área de empaque de pedidos.

En el empaque de pedidos, se cuenta con la otra etiqueta y se empaquetan todos los paquetes de tablillas que componen un pedido completo en una bolsa, a la cual se le pegan las etiquetas de los juegos de tablillas que contiene el paquete. En esta misma bolsa se empaqueta el paquete que contiene el juego de galeras de todo el pedido.

Galerías :

El operador corta las galeras con una guillotina y corta también los laterales, una vez cortados, corta un tramo de tablilla a la misma medida de la galera y de el color y modelo de la persiana

que se le va destinar esta galera, corta también las tiras para los laterales, posteriormente arma la galera introduciéndoles la tira de material y arma los laterales, acada galera se le pega una etiqueta en la parte posterior la cual indica para qué persiana y para qué pedido es esta galera, luego empaca todas las galeras que conforman el pedido completo en una bolsa de plástico y le pega el otro juego de etiquetas al paquete de galeras para saber de esta manera qué galeras contiene el paquete, luego el paquete de galeras ya empacado por pedido, se pasa al área de empaque por pedido en el cual se empaca junto con el paquete de tablillas por pedido.

Este departamento cuenta con un par de etiquetas como las que muestra la figura 2.2.3

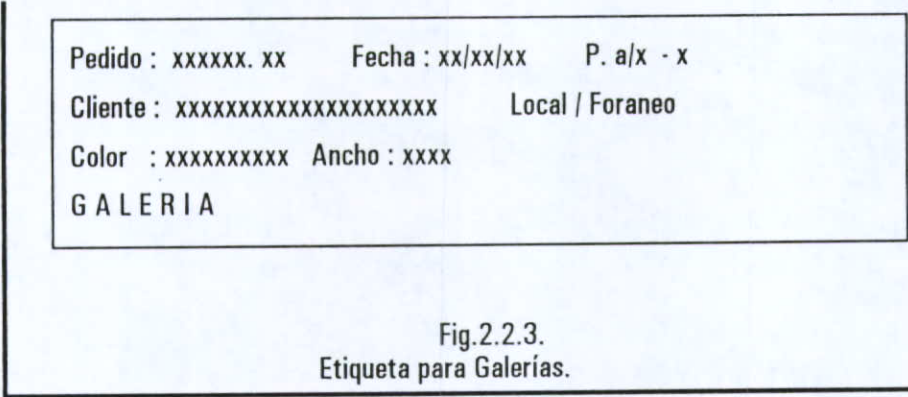


Fig.2.2.3.
Etiqueta para Galerías.

Rieles :

Primeramente se cortan los perfiles de los rieles a la medida que le indican las etiquetas, una vez cortado el perfil se le pega una etiqueta en su interior y se pasa al área de armado de rieles, en esta área se lubrica el riel con silicón líquido, se le pone el número de carros necesarios según el ancho que indique la etiqueta; Se le pone la piola , la cadena y las tapas laterales.

Una vez que el mecanismo del riel se encuentre terminado se pasa al área de empaque , en la cual se empacan los rieles que conforman todo el pedido junto con los elementos necesarios para su armado e instalación como, contrapeso, esquineros de las galeras, clip de sujeción del riel al techo, escuadra de sujeción del riel al muro si lo indica la etiqueta, tornillos para la instalación del clip, escuadras de sujeción de galera, y otros que se especifiquen en la etiqueta; Luego se empacan todos los rieles que conforman el pedido en una bolsa y se le pega al

paquete las etiquetas de los rieles que contiene el paquete; Se junta el paquete de tablillas y galeras de ese pedido y se empaca para embarcarse.

En el área de embarque se verifica que los paquetes contengan todas las persianas y los elementos que conforma el pedido, una vez confirmado se embarca el pedido.

La figura 2.2.4 muestra una etiqueta para rieles.

Pedido : xxxxxx. xx	Fecha : xx/xx/xx	P. a/x - x
Cliente : xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx	Local / Foraneo	
Color : xxxxxxxxxx	Ancho : xxxx	Alto : xxxx
Ctrl: No.		
Tabl : xxxx	Cda: xxxxx	Cad Sup : xxxxx
		Cad Inf : xxxxx

Fig. 2.2.4.
Etiqueta para rieles.

2.3 Distribución de la planta.

La distribución de la planta se muestra en la figura 2.3.1

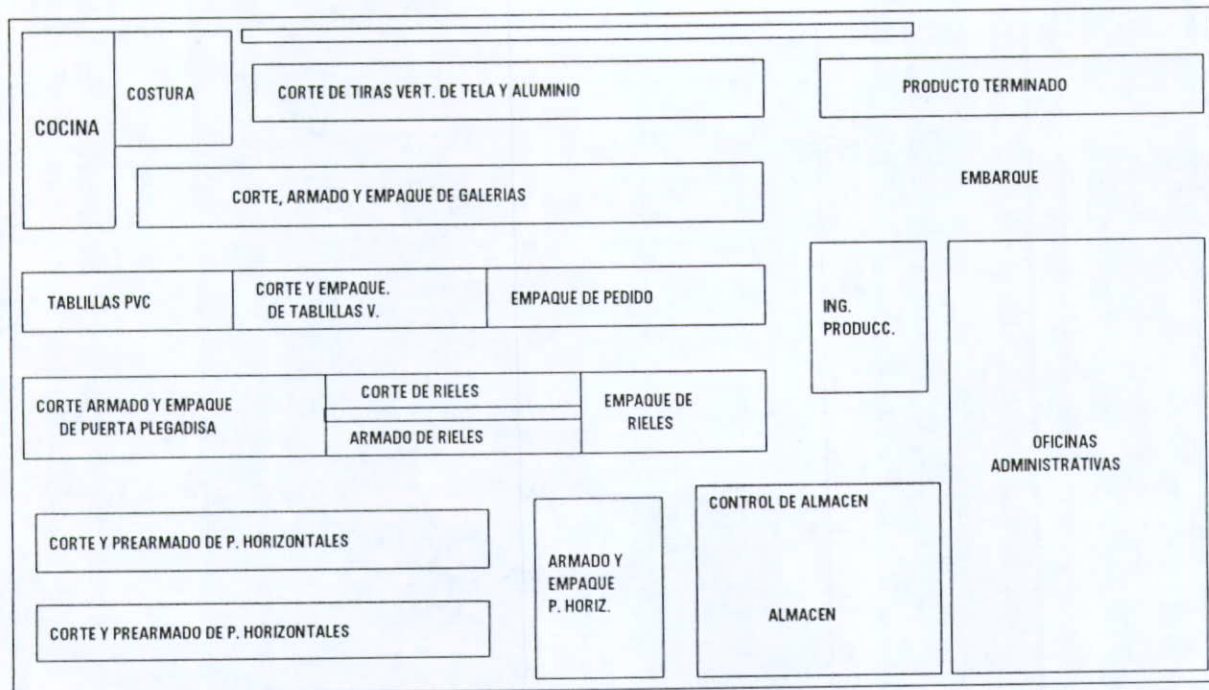


Fig.2.3.1
Esquema general de la planta.

2.4 Tiempos de corte.

La operación que propone automatizar, será la operación del corte de las tablillas, para este proceso se tomaron tiempos exclusivamente en el corte y los resultados se muestran en la tabla 2.4.1

No se tomaron en cuenta tiempos de conteo de tablillas cortadas, de colocación del tope para la longitud del corte etc.

Tabla 2.4.1 Tiempos de corte.

LONGITUD DE LA TABLILLA 2.32m

N° DE TABLILLAS	TIEMPO (Seg.)	SEG/ TABLILLA	VELOCIDAD (m/s)
0	0	0	0
2	8.2	4.1	0.565853659
4	17.3	4.325	0.536416185
6	25.4	4.233333333	0.548031496
8	33.12	4.14	0.560386473
10	44.1	4.41	0.526077098
12	53.21	4.434166667	0.523209923
14	62.39	4.456428571	0.520596249
16	71.11	4.444375	0.522008156
18	82.1	4.561111111	0.50864799
20	92.87	4.6435	0.499623129
22	102.5	4.659090909	0.49795122
24	111.21	4.63375	0.5006744
26	119.54	4.597692308	0.50460097
28	129.34	4.619285714	0.502242152
30	137.21	4.573666667	0.507251658
32	146.3	4.571875	0.507450444
34	155.8	4.582352941	0.506290116
PROMEDIOS TOTALES		4.469742837	0.519841842

LONGITUD DE LA TABLILLA 1.4

N° DE TABLILLAS	TIEMPO (Seg.)	SEG/TABLILLA	VELOCIDAD (m/s)
0	0	0	0
2	6.2	3.1	0.451612903
4	12.2	3.05	0.459016393
6	18.4	3.066666667	0.456521739
8	25.2	3.15	0.444444444
10	31.8	3.18	0.440251572
12	37.7	3.141666667	0.445623342
14	42.9	3.064285714	0.456876457
16	49.21	3.075625	0.455192034
18	54.1	3.005555556	0.465804067
20	61.4	3.07	0.456026059
22	69	3.136363636	0.446376812
24	76.6	3.191666667	0.438642298

26	82.9	3.188461538	0.439083233
28	90.2	3.221428571	0.4345898
30	96.3	3.21	0.436137072
32	104.6	3.26875	0.428298279

PROMEDIOS TOTALES

3.132529376 0.447156032

LONGITUD DE LA TABLILLA 1.5m

N° DE TABLILLAS	TIEMPO (Seg.)	SEG/TABLILLA	VELOCIDAD (m/s)
0	0	0	0
2	6.2	3.1	0.483870968
4	12.3	3.075	0.487804878
6	18.5	3.083333333	0.486486486
8	24.8	3.1	0.483870968
10	31.45	3.145	0.476947536
12	37.6	3.133333333	0.478723404
14	43.1	3.078571429	0.487238979
16	49.4	3.0875	0.48582996
18	54.2	3.011111111	0.498154982
20	61.3	3.065	0.489396411
22	67.8	3.081818182	0.486725664
24	79.2	3.3	0.454545455
26	85.1	3.273076923	0.458284371
28	89.3	3.189285714	0.470324748

PROMEDIOS TOTALES

3.123073573 0.480586058

LONGITUD DE LA TABLILLA 1.83m

N° DE TABLILLAS	TIEMPO (Seg.)	SEG/TABLILLA	VELOCIDAD (m/s)
0	0	0	0
2	7.62	3.81	0.480314961
4	15.3	3.825	0.478431373
6	23	3.833333333	0.477391304
8	30.52	3.815	0.479685452
10	38.32	3.832	0.477557411
12	45.92	3.826666667	0.478222997
14	53.6	3.828571429	0.477985075
16	61.3	3.83125	0.477650897
18	69	3.833333333	0.477391304
20	76.7	3.835	0.477183833
22	84.4	3.836363636	0.477014218
24	92.21	3.842083333	0.476304088
26	99.81	3.838846154	0.476705741

28	107.41	3.836071429	0.477050554
30	115.1	3.836666667	0.476976542
32	122.8	3.8375	0.476872964

PROMEDIOS TOTALES

3.831105374 0.47767117

CONCENTRADO DE RESULTADOS

	LONGITUD	SEG/TABLILLA	VELOCIDAD (m/s)
	2.32	4.469742837	0.519841842
	1.5	3.123073573	0.480586058
	1.4	3.132529376	0.447156032
	1.85	3.831105374	0.47767117
PROMEDIOS	1.7675	3.63911279	0.481313775

CAPITULO 3

PROCESO AUTOMÁTICO

3. PROCESO AUTOMÁTICO.

3.1 Esquema general de automatización del proceso.

Simbología :

M1 = Motor de cremallera..

S2 = Sensor detector de tablilla.

P3 = Pistón neumático.

Pd = Pistón de desperdicios.

V4 = Ventosas neumáticas.

Se = Sensor de entrada.

Si = Sensor interior.

Ss = Sensor de salida.

St = Sensor tope.

Smp = Sensor de materia prima.

SP = Sensor de inicio de carrera del pistón.

Stn = Sensor de fin de carrera del pistón.

Tr = Troquel neumático.

MD = Motor de descarga.

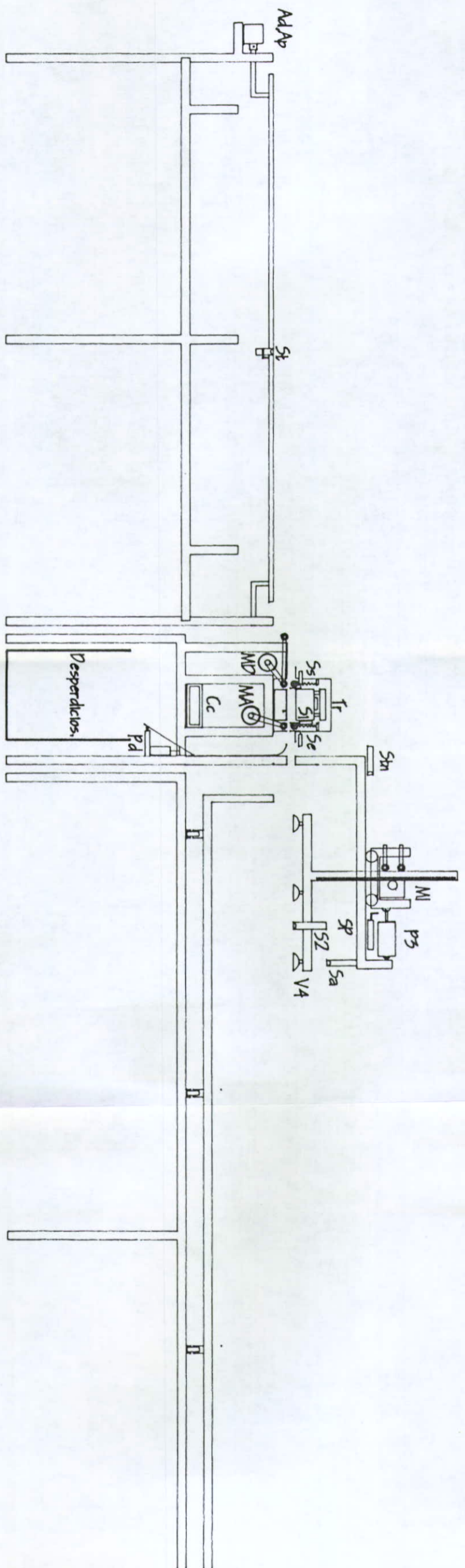
MA = Motor de alimentación principal.

Sa = Sensor de altura.

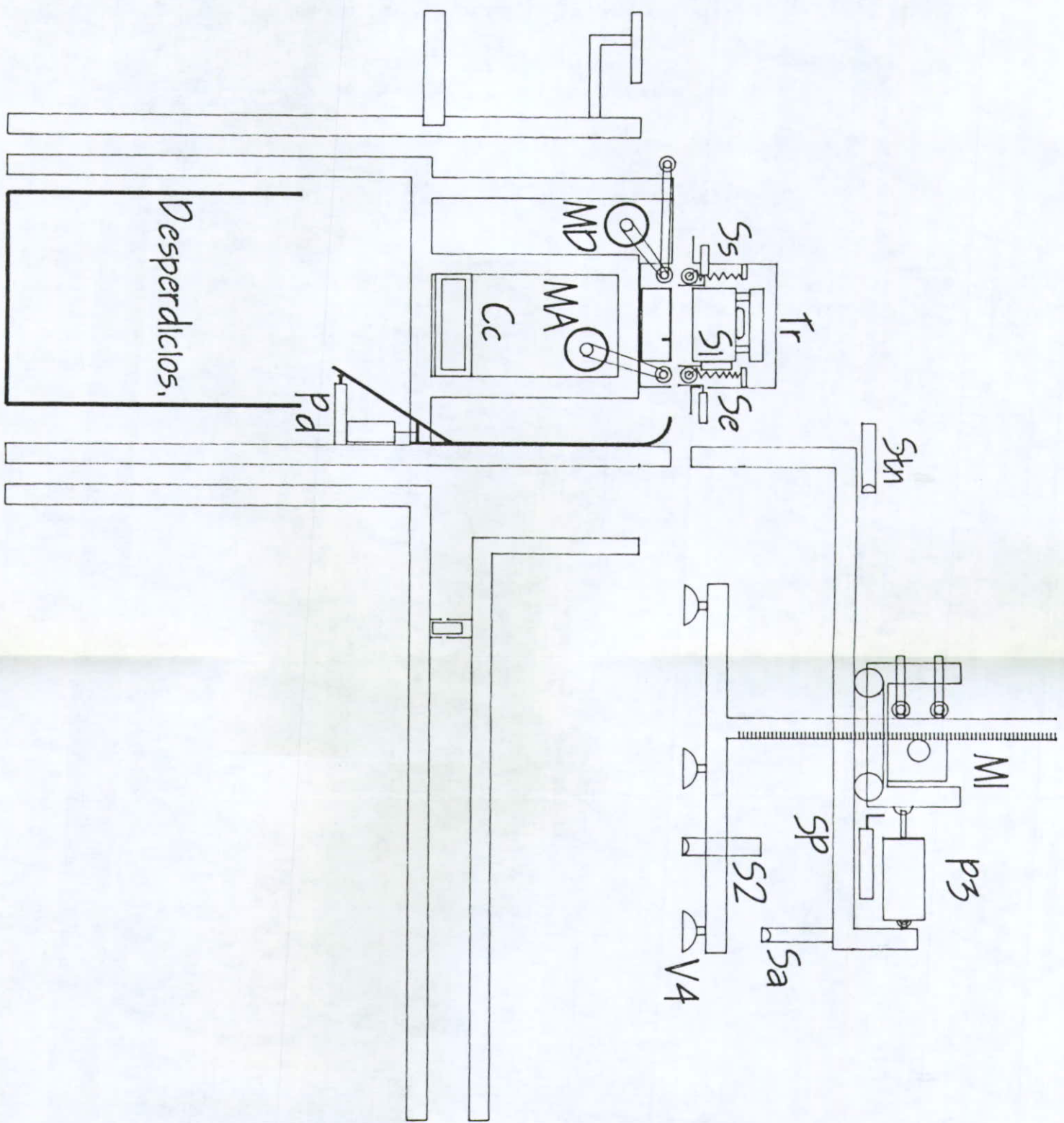
Cc = Circuito de control.

Ad = Actuador neumático de giro de desperdicios.

Ap = Actuador neumático de giro de producto terminado.



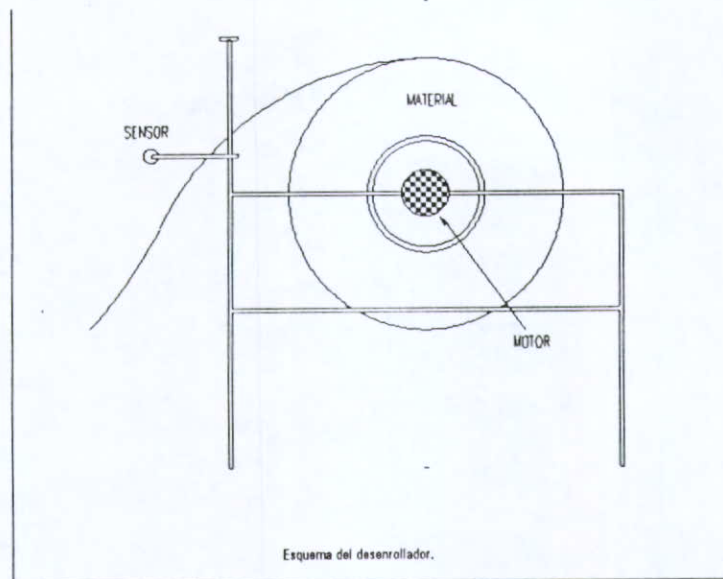
EASQUEMA GENERAL



ESQUEMA PRINCIPAL

Se tendrá un aditamento especial el cual se montara sobre la charola de alimentación para cuando se necesiten persianas de aluminio o de tela debido a que estas vienen en rollo continuo. Este aditamento se encargará de desenrollar el material para que pueda ser suministrado al interior del troquel con facilidad.

La siguiente figura muestra el esquema general del desenrollador.



3.2 Elementos de automatización :

La automatización del proceso contará con los siguientes elementos.

- *Circuito de control* : En él se le programará el número de tablillas que se requieran cortar y éste se encargará de dar la orden de que se corten ese numero de tablillas, también proporcionara información del numero de tablillas que se han cortado.

Este circuito mandará la señal de inicio de sus operaciones al PLC, el cual estará en funcionamiento mientras el circuito de control le mande señal de que funcione.

- *Motor de cremallera* : Este motor se conectará a una cremallera, sobre la cual se le sujetara un eje que contiene las ventosas neumáticas, cuando se accione este motor hará que las ventosas bajen o suban según el sentido de giro del motor.

Este motor junto con la cremallera y el eje de las ventosas se montará sobre un eje, dando movilidad al eje de las ventosas.

- *Motor de desenrollado* : Este motor se instalará en el desenrollador para cuando se utilice materia prima continua. Cuando las tablillas a cortar vengan en rollo, ese es el caso de las tablillas de aluminio y de tela.

El desenrollador se montará sobre la charola de alimentación sobre el cual se montará el rollo de materia prima y éste motor se encargará de estar desenrollando material para que pueda ser alimentado con facilidad.

- *Ventosas neumáticas* : Estas se montarán sobre el eje que estará sujetado a la cremallera, y se encargarán de sujetar la tablilla en un extremo para después mediante la acción del pistón colocarla en los rodillos de alimentación principal.

- *Pistón neumático* : Este pistón se sujetará al eje del motor con la cremallera y mediante la acción del pistón neumático desplazará la cremallera sobre el eje, desplazando a su vez la tablilla que las ventosas están sujetando y la introducirá en los rodillos de alimentación principal.

- *Pistón de desperdicios* : Este pistón nos va a servir para desviar los tramos de tablillas que no alcancen la longitud comprendida entre el rodillo principal y el rodillo de salida.

Este pistón levantara un desviador para que cuando se invierta el sentido de giro del motor principal el tramo de tablilla se desvíe hacia el cajón de desperdicios y no caiga sobre la charola de alimentación.

- *Motor de descarga* : Sobre el motor se montaran unos rodillos los cuales sacarán el material ya cortado o sobrante del troquel.

- *Motor de alimentación principal* : El motor se conectará a unos rodillos de alimentación principal los cuales alimentarán la tablilla al interior del troquel , pasando por el hasta que se alcance la longitud que se debe cortar. Este motor podrá girar en ambos sentidos.

- *Sensor de altura* : Este microswitch se encargará de indicar el momento en el cual eje que contiene las ventosas que sujetan la tablilla se encuentra a la misma altura a la que se encuentran los rodillos del alimentador principal, para que una vez que el pistón neumático se accione, la tablilla se coloque exactamente sobre los rodillos del alimentador principal.

- *Sensor detector de tablilla* : Este microswitch tendrá la función de decir en qué momento las ventosas ya hicieron contacto con la tablilla y dará la información al PLC para accionar las ventosas e invertir el sentido de giro del motor para que la tablilla suba.

- *Sensor de fin de carrera* : Este microswitch nos indicará el momento en el cual el pistón neumático ha llegado al final de la carrera y por tanto que la tablilla se encuentra en el interior del troquel neumático y en ese momento podemos desactivar las ventosas neumáticas y regresar al pistón.

En ese momento comenzamos el proceso de corte de la tablilla.

- *Sensor de inicio de carrera del pistón* : Este micro switch nos indicara el momento en el cual el pistón se encuentra en su posición de inicio.

- *Sensor de materia prima* : Este micro switch nos indicará el momento en el que se termine la materia prima. Se tendrá uno en cada charola de alimentación y se seleccionará mediante el circuito de control.

- *Sensor de entrada* : Este servirá para verificar que hay material suficiente para estar alimentando, mientras este detecte que hay material, el motor del alimentador principal se podrá accionar; éste se colocará antes de los rodillos de alimentación principal.

- *Sensor interior* : Este servirá para verificar si hay material en el interior del troquel, que no se quede ningún tramo de tablilla en el interior del troquel, que se encuentre libre para poder troquelar.

- *Sensor de salida* : Este sensor nos indicará que el material que se encontraba dentro del troquel ya fue retirado o hay que retirarlo según el estado en que se encuentre, dando esta información al PLC.

Se colocará después de los rodillos de salida.

- *Sensor de tope* : Este sensor se posicionará a la distancia que se debe cortar la tablilla y detectará el momento en el cual la tablilla se encuentre en esa posición para que el PLC pare el motor de alimentación principal, y en ese momento ya puede ser troquelada la tablilla a esa longitud.

- *Sensor desenrollador* : Este sensor se instalará en el desenrollador y se accionará cada vez que la materia prima se ponga tensa, accionando el motor de desenrollado.

Se encargará de mantener flojo el rollo de alimentación continua facilitando la alimentación de la materia prima al troquel.

- *Mesa de salida* : Esta se colocará después de los rodillos de salida y servirá para colocar la tablilla en los desechos o en el producto terminado.

- *Actuador neumático de giro para producto terminado y para desecho* : Este actuador se montará sobre un eje, sobre el cual se montará la mesa de salida la cual girará hacia un sentido o hacia otro dependiendo si el material es producto terminado o de desecho.

- *Troquel neumático* : Ya se cuenta con este troquel el cual es de acción neumática y se encarga de hacer los orificios para la cadena y para sujeción además de cortar la tablilla.

- *Programador lógico . (PLC)* : Este programador como su nombre lo indica será el elemento de control principal del proceso, en él se programará la secuencia de operación del proceso y este realizará las acciones necesarias para el control del proceso según se le programe.

- *Charola de materia prima* : Sobre ella se tendrá la materia prima de las distintas clases de persianas; esta será una cama móvil y se colocará manualmente

3.3 Secuencia de operación.

Primeramente se colocará el sensor tope a la longitud que se requiera la tablilla y se colocará la charola de materia prima en la posición de alimentación con la materia prima de las tablillas que se requiera.

Una vez colocados el sensor y la charola, se programará el circuito de control, al cual se le dirá si la materia prima se alimentará en rollo o por tablillas, después se le programará el número de tablillas que se requieran cortar.

Cuando se trate de alimentación por tablillas se seleccionará en el circuito de control la charola que se utilizará.

Se dará la orden de inicio del proceso.

Comenzado el proceso, se accionará el motor de la cremallera haciendo que el eje de las ventosas baje, una vez que el microswitch de posicionamiento haga contacto con la materia prima, se accionaran las ventosas y se invertirá el sentido de giro del motor de la cremallera, subiendo el eje de las ventosas con la tablilla sujeta por las ventosas.

La cremallera sube hasta donde le indique el sensor de altura. Este sensor se colocará a la altura necesaria para que la tablilla de materia prima se encuentre a la misma altura que los rodillos de alimentación principal.

Una vez que la tablilla de materia prima se encuentre a la altura de los rodillos de alimentación principal, se accionará el pistón neumático, desplazando al eje de las ventosas junto con la materia prima, introduciendo la tablilla dentro de los rodillos de alimentación principal, el microswitch de fin de carrera se accionará y nos indicará que el pistón llegó al final de su carrera, en ese momento las ventosas dejarán de funcionar y el pistón regresará a su posición inicial.

La tablilla ya cuenta con el orificio superior, por lo tanto el PLC accionará el motor de alimentación principal y el motor de descarga, desplazando la materia prima hasta que el sensor tope detecte que ya llegó la materia prima, apagando los motores de alimentación principal y de descarga.

El motor de alimentación principal funcionará siempre y cuando el sensor de entrada esté detectando que hay material; una vez apagado el motor de alimentación principal, y que el sensor de tope se encuentre accionado y el sensor de entrada y salida detecten material, entonces se accionará el troquel y se mandará la señal para que el circuito de control cuente que se cortó una tablilla más.

Una vez cortada la tablilla, se accionará el motor de salida hasta que el sensor de salida no detecte material, una vez que esto ocurra, la tablilla se encontrará sobre la cama de salida y se accionará el actuador neumático de giro, colocando la tablilla con el producto terminado.

Si el sensor de entrada detecta material y el circuito de control dice que faltan tablillas por cortar, se acciona de nuevo el motor de alimentación principal y se repite el ciclo hasta que se

termine el material, y esto nos lo indicará cuando el sensor de entrada detecte que ya no hay material, en ese momento, si el sensor de tope está sin accionar y el sensor de entrada no detecta material y el sensor de salida detecta material, entonces acciona el motor de salida, una vez que el sensor de salida y el sensor interior no detecten material dentro del troquel, se acciona el actuador neumático de giro y se coloca el material en los desperdicios, y se inicia el ciclo de alimentación, se acciona el motor de la cremallera etc. Siempre y cuando el circuito de control indique que faltan persianas por cortar.

Se puede tener una situación en la cual la longitud de la tablilla restante sea menor que la longitud comprendida entre el rodillo de alimentación principal y el rodillo de salida y por tanto al estar activado el sensor de entrada, debido a que si queda material por cortar, se acciona el motor principal desplazando la tablilla al interior del troquel y no tiene la longitud suficiente para salir del troquel, por lo tanto el sensor de entrada y de salida no detectaran material quedando atrapado un tramo de tablilla en el interior del troquel.

Para que esto no suceda se pondrá el sensor de entrada antes del rodillo del alimentador principal de tal manera que cuando se accione el alimentador principal, y la tablilla avance, apagándose el sensor de entrada, en ese momento se apaga el alimentador principal, quedando la tablilla entre los rodillos principales.

El sensor de salida se encontrará apagado, pero el sensor interior se encontrará accionado, de tal forma que cuando se encuentre que el sensor de entrada y salida estén apagados y el sensor interior esté prendido, en ese momento se accionará el pistón de desperdicios, colocando el desviador en posición y se accionará el alimentador principal, pero en sentido contrario, sacando el tramo de tablilla del interior del troquel y mediante el desviador lo desvía hacia el cajón de desperdicios, y se repite el ciclo de alimentación, siempre y cuando el circuito de control diga que faltan tablillas por cortar.

Si el circuito de control indica que ya se cortaron todas las piezas, el proceso se termina y se queda en espera de nuevas instrucciones.

Para el caso en que se trate de persianas de tela o de aluminio, la alimentación será continua y el proceso será similar al de alimentación por tablillas con una pequeña variante.

Se instalará el desenrollador, se introducirá manualmente la tablilla al interior del troquel , luego se posicionará el sensor tope a la longitud que se requieran cortar las persianas, después se le indicará al circuito de control que se tendrá una alimentación continua y se le programará el numero de persianas a cortar.

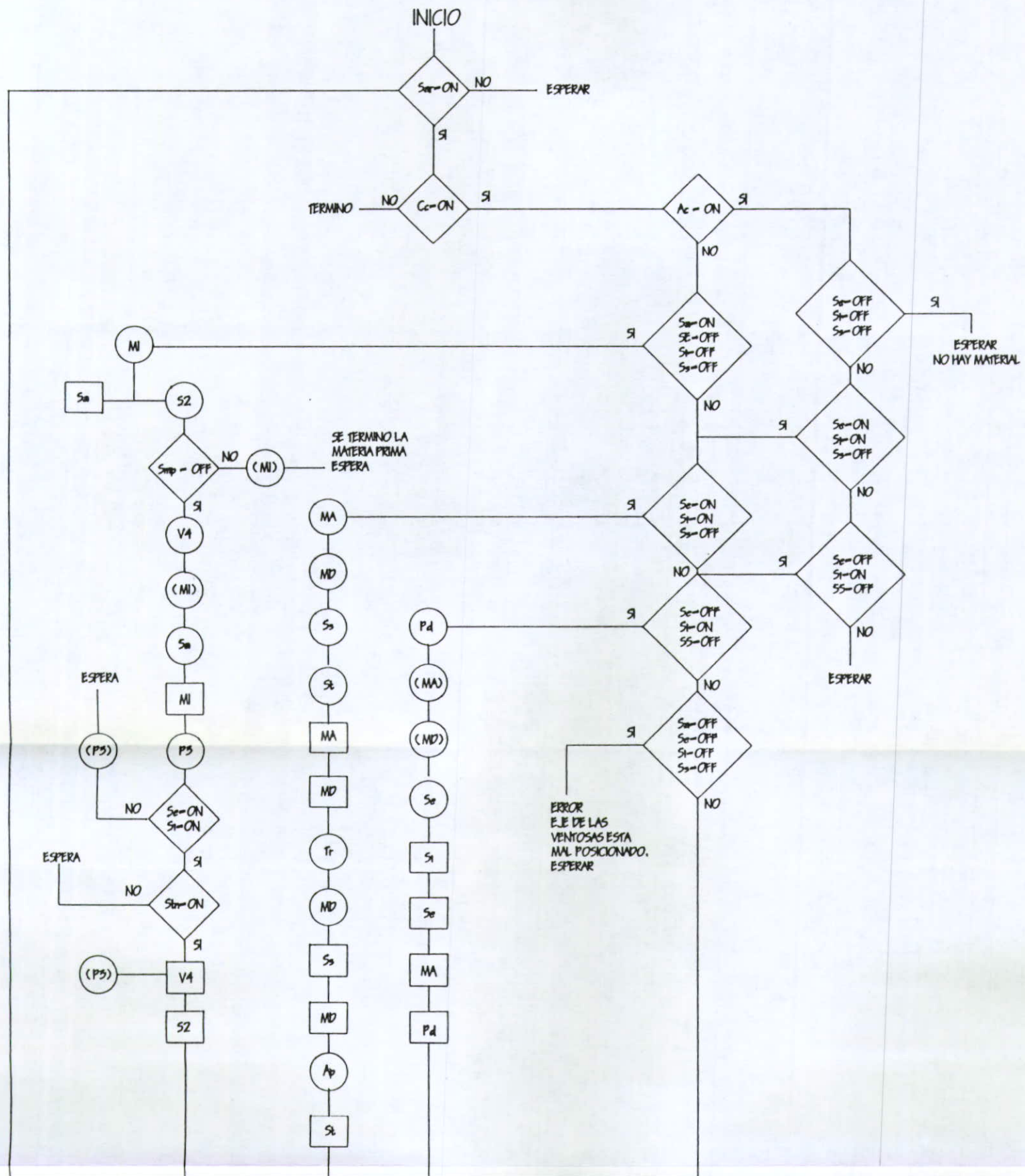
Una vez hecho todo lo anterior, se iniciará el proceso de corte, el desenrollador estará desenrollando material sobre la charola de alimentación, el rodillo de alimentación alimentará material hasta que se accione el sensor tope, una vez que el sensor tope detecte material, el motor de alimentación y el motor de descarga se detendrán en esa posición y se accionará el troquel, cortando la tablilla a la distancia requerida. Luego el motor de descarga se accionará, sacando la tablilla cortada del interior del troquel y depositándola sobre la mesa de descarga.

Una vez que se encuentre la tablilla sobre la mesa de descarga, se accionará el actuador de giro, depositando la tablilla en el producto terminado.

Después, el sensor de entrada seguirá detectando que hay materia prima y se accionará el motor de alimentación repitiéndose el ciclo de corte hasta que el circuito de control indique que ya se cortaron todas las tablillas.

Solo se modifica el ciclo de alimentación.

El siguiente diagrama de la figura 3.3.1 nos muestra los estados en que se encuentran cada uno de los elementos a lo largo de todo el proceso en las distintas situaciones del proceso y la secuencia de operación.



SIMBOLOGIA:

- PRENDIDO
- APAGADO
- () PRENDIDO EN SENTIDO INVERSO
- ◇ TOMA DE DECISION

Fig. 3.3.1
Diagrama de flujo del proceso.

CAPITULO 4

SELECCIÓN DE COMPONENTES.

4. SELECCIÓN DE COMPONENTES

4.1 Parámetros de selección.

4.1.1 Sensores fotoeléctricos

Los detectores fotoeléctricos se componen esencialmente de un emisor de luz asociado a un receptor fotosensible.

La detección de un objeto es efectiva cuando éste interrumpe o hace variar la intensidad del haz luminoso.

La emisión se efectúa por un diodo que emite en un campo próximo al infrarrojo. La emisión modulada garantiza una alta inmunidad a las luces parásitas, así como una duración de vida prácticamente ilimitada. Para realizar la detección de objetos en las distintas aplicaciones, se proponen 3 sistemas bases.

4.1.1.1 Sistemas de detección

Principalmente se conocen tres sistemas de detección:

- Sistema barrera.
- Sistema reflex.
- Sistema de proximidad.

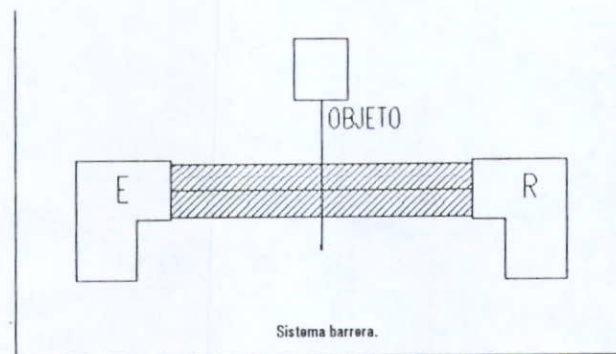
4.1.1.1.1 Sistema barrera.

En este tipo de sistema el emisor y el receptor se encuentran separados, es el sistema mejor adaptado para detección de materiales opacos y reflejantes, para entornos

contaminados como polvo, lluvia, contaminación, etc. Para largas distancias, para posicionamientos exactos y detección de pequeños objetos.

La desventaja es que no es muy bueno para conteos, necesita un alineamiento muy riguroso y no puede ser utilizado para la detección de materiales transparentes.

Los aparatos deben ser posicionados enfrente uno del otro y sus ejes ópticos confundidos, la fijación del emisor y el receptor debe ser muy exacta, muy robusta e indeformable.

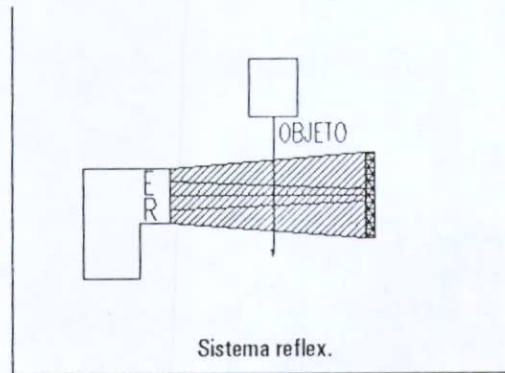


4.1.1.1.2 Sistema reflex.

En este tipo de sistema el emisor y el receptor se encuentran dentro de una misma caja, este tipo de sistema se emplea principalmente para las aplicaciones en la cual solo es posible la detección de un lado, en entornos relativamente limpios, para detección de objetos lisos y reflejantes, en los entornos contaminados para la detección de pequeños objetos.

El reflector debe estar situado en un plano perpendicular centrado en el eje óptico. La dimensión del reflector es función de la distancia de detección y de la dimensión del objeto a detectar. Por regla general, utilizar el reflector de mayor dimensión compatible con las condiciones de aplicación. Para evitar los riesgos de reflexiones parásitas, se aconseja utilizar una detección en oblicuo cuando los objetos presentan cierto brillo.

Su instalación es fácil y rápida; permite una inclinación de 15° del reflector con respecto a la perpendicular del haz.



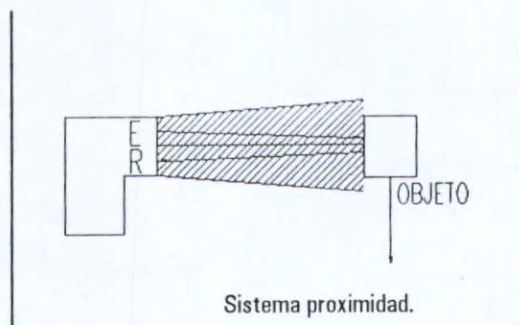
4.1.1.1.3 Sistema de proximidad.

En este sistema el emisor y receptor se encuentran en la misma caja, es el sistema mejor adaptado para la detección de objetos transparentes o translúcidos, la detección de marcas inconvenientes.

El objeto a detectar debe encontrarse en un plano octogonal al eje óptico con el fin de conseguir su alcance óptimo.

Los alcances son función del poder reflejante y del color del objeto a detectar.

Existe una influencia posible del entorno situado detrás del objeto, debido a esto hay posible riesgo de activación permanente.



4.1.1.2 Parámetros de operación.

Alcance útil (S) : Es la distancia máxima recomendada para un sistema dado teniendo en cuenta los diversos factores de entorno y de un margen de seguridad.

Reflector : Accesorio utilizado en el sistema reflex. Se compone de una multitud de triedros trirrectángulo de reflexión total cuya propiedad es reflejar todo rayo incidente en la misma dirección.

Frecuencia de conmutación : La frecuencia de conmutación está dada por el número de veces que puede conmutar de un estado a otro en una unidad de tiempo.

Campo de funcionamiento : Prácticamente, para asegurar una detección segura del móvil en los casos extremos, las distancias emisor-receptor, aparato-reflector, aparato-objeto a detectar, deben ser respectivamente inferiores o iguales al alcance útil.

4.1.1.2.1 Parámetros ligados al entorno.

Los detectores fotoeléctricos funcionan sobre el principio emisión-recepción de un haz luminoso, cualquier contaminación de las lentes por el entorno (polvo, lluvia, niebla, etc.) se traducirá por una atenuación del nivel de detección que, puede llegar hasta un funcionamiento intermitente en casos extremos.

Siendo estas atenuaciones tan variadas y función de los casos específicos de aplicación, es difícil dar una regla común, sin embargo, se pueden limitar estos efectos tomando las siguientes precauciones :

- Limpieza periódica.

- Aumento de los márgenes de seguridad de funcionamiento utilizando factores de corrección que limitan los alcances de utilización según el entorno.

Para un mejor funcionamiento se corrige el alcance útil mediante los siguientes factores de corrección.

Factores de corrección a aplicar sobre alcance útil :

1.00 para entornos limpios: aplicación en interior de edificios.

0.50 para entorno ligeramente contaminado: presencia ocasional de polvo, humedad.

0.25 para entorno contaminado: presencia de polvo, gran humedad, vapores.

0.10 para entornos muy contaminados: partículas en el aire, operaciones de lavado que arrastran la contaminación de las lentes y que necesitan una limpieza periódica.

4.1.1.3 Parámetros eléctricos.

Corriente residual en estado abierto.

Detectores fotoeléctricos 2 hilos : Corriente que atraviesa el detector en estado abierto.

Tensión residual.

Detector fotoeléctrico 2 hilos : Tensión a los bornes del detector en estado cerrado.

Señales de salida.

Tipo 2 hilos : estos detectores se conectan igual que los interruptores de posición mecánicos. Están alimentados en serie con la carga a controlar. Por consiguiente, los detectores están sujetos a una carga residual (estado abierto) y a una tensión residual (estado cerrado).

Se encuentran disponibles en las variantes normalmente abiertos y normalmente cerrados.

Tipo 3 hilos : estos detectores van provistos de 2 hilos de alimentación del aparato y un hilo para la transmisión de la señal de salida.

Se encuentran en las variantes normalmente abiertos y normalmente cerrados.

Salida sobre relé inversor : estos modelos van provistos de dos hilos para la alimentación del aparato. La señal de salida es enviada sobre un contacto inversor normalmente abierto, normalmente cerrado.

4.1.2 Cilindros neumáticos.

Los cilindros neumáticos son los accionadores más frecuentemente utilizados en automatización corriente. Con ellos se logra un movimiento lineal de forma sencilla de punto a punto.

Los encontramos de simple efecto o de doble efecto.

Los cilindros de simple efecto : se aplica aire comprimido por una sola cámara. Una vez expulsado el aire de la cámara el vástago vuelve a su posición inicial por medio de un muelle de retroceso incorporado. Estos cilindros se aplican principalmente para sujetar piezas en operaciones de montaje.

Los cilindros de doble efecto : se logra el avance y retorno del émbolo mediante la aplicación de aire comprimido. Trabajan en ambos sentidos.

Los hay en varias configuraciones :

Con un vástago : La fuerza es menor en el retroceso que en avance, debido a la diferencia de superficies del émbolo.

Con doble vástago : En estos cilindros la fuerza es igual en ambas direcciones, la superficie del émbolo son iguales.

4.1.2.1 Indicaciones técnicas.

Características como presión de trabajo, pandeo, así como fuerza de avance y retroceso, son las principales variantes para la selección de un cilindro neumático.

Generalmente los cilindros se construyen de acero o de aluminio. El vástago es de acero inoxidable, las juntas de pernuban y los casquillos auto lubricantes.

4.1.2.1.1 Presión - Fuerza.

El primer dato para la elección del diámetro de un cilindro es la fuerza que se precisa, en relación con la presión de servicio.

La fuerza del émbolo se emplea en un pequeño tanto por ciento de rozamiento y el resto en la carga.

Se considera una fuerza de fricción empírica del 10% aproximadamente.

El diámetro del pistón se calcula a partir de la siguiente fórmula :

F = Fuerza efectiva del vástago.

P = Presión de trabajo (Pascales.)

d = Diámetro del émbolo (m.)

R = Rozamientos (N)

$$F = p \frac{(3.1416) d^2}{4} \cdot R$$

Solo pueden darse valores orientativos, puesto que los valores de la fuerza de fricción depende de muchos factores (lubricación, presión de trabajo, forma de la junta, etc.). La contra presión genera una fuerza que actúa en dirección contraria y se presenta particularmente cuando se estrangula el aire de escape.

4.1.2.1.2 Pandeo permisible.

La carga admisible del vástago, para grandes carreras, debido al esfuerzo de pandeo, es inferior a la que resulta de la presión de trabajo y la superficie del émbolo dada. La carga no debe sobrepasar en ese caso de determinados valores máximos, que dependen de la carrera del émbolo y del diámetro del vástago. El pandeo se calcula apartir de la siguiente formula:

Fk = Fuerza de pandeo admisible.

E = Módulo de elasticidad (N/mm²)

J = Momento de inercia (cm.)

L = Longitud de pandeo = 2 X Carrera (cm.)

S = Coeficiente de seguridad (elegido 5)

$$Fk = \frac{(3.1416^2) E \cdot J}{l^2 \cdot S}$$

4.1.2.1.3 Consumo de aire.

El consumo de aire se calcula apartir de la siguiente formula :

Q = Volumen de aire por cm. de carrera (Lts)

d = Diámetro del embolo o vástago. (mm.)

h = carrera (mm.)

P = Presión de trabajo (bar)

$$Q = \frac{(3.1416)}{4} \cdot d^2 \cdot h \cdot P \cdot 10^{-6}$$

Los valores determinados solo son valores orientativos, puesto que cuando el numero de ciclos es elevado, las cámaras no son completamente vaciadas, de manera que el consumo total de aire puede ser considerablemente menor.

4.2 Lista de elementos a seleccionar.

Ver esquema general y particular en el capitulo anterior para mayor claridad en la seleccion de cada elemento.

- Pistón neumático para alimentación (P3).
- Pistón neumático para el desviado (Pd).
- Ventosas neumáticas con fuelle de sujeción (V4).
- Actuador de giro para desperdicios y producto terminado.
- Motor para la cremallera. (M1).
- Motor de alimentación principal (MA).
- Motor de descarga (MD).

- Motor para desenrollador.
- Regulador de caudal.
- Generador de vacío para las ventosas.
- Electroválvula para pistón de alimentación.
- Electroválvula para pistón desviador.
- Electroválvula para actuador de giro.
- Electroválvula para motor de alimentación.
- Electroválvula para motor de descarga.
- Electroválvula para motor de la cremallera.
- Sensor tope (St).
- Sensor de entrada (Se).
- Sensor interior (Si).
- Sensor de salida (Ss).
- Sensor de fin de carrera (Sfn).
- Sensor de altura (Sa).
- Sensor de materia prima (Smp).
- Diseño de piñón y cremallera.
- Programador lógico (PLC).
- Fuente de alimentación de 24 volts.
- Compresor.

4.3 Selección de elementos :

4.3.1 Pistón neumático para alimentación.

Para seleccionar este pistón se tomarán en cuenta los parámetros de fuerza, presión de trabajo, pandeo , y consumo de aire.

Se supondrá un peso del eje de 15 kg. y que se requiere mover 30 cm.

Bajo estas consideraciones se tiene :

$$F = p \frac{(3.1416) d^2}{4} \cdot R$$

$F = 15 \text{ Kg. fuerza} = 150 \text{ Newtons.}$

$p = 6 \text{ bar.}$

$R = 10\% \text{ de } F = 15 \text{ Newtons}$

$1 \text{ bar} = 100,000 \text{ Pa.}$

$1 \text{ Pa} = 1 \text{ N / m}$

Sustituyendo y despejando para el diámetro del émbolo resulta :

$d = 0.01871 \text{ m.} = 1.871 \text{ cm.} = 18.71 \text{ mm.}$

Con este diámetro y con esa fuerza seleccionamos un pistón de doble efecto para una carrera de 300 mm. marca Festo modelo : DSG-25-300-PPV

El cual tiene las siguientes especificaciones :

Diámetro del émbolo = 25mm

Carrera = 300 mm.

Amortiguación regulable en ambos sentidos.

Acoplamiento = G 1/8

Rosca del vástago = M10

Consumo de aire = $(3.1416 / 4) (25)^2 (6) (10^{-6}) = 0.0294525 \text{ l / cm. carrera.}$

Consumo total = $(0.0294525)(30) = 0.8834 \text{ l / seg.} = 53 \text{ l / min.}$

Consumo aproximado del ciclo = 106 l / min.

4.3.2 Pistón neumático para el desviador.

Para seleccionar este pistón se tomarán en cuenta los parámetros de fuerza, presión de trabajo, pandeo, y consumo de aire.

Se supondrá un peso del 1 kg. y que se requiere mover 5 cm.

Bajo estas consideraciones se tiene :

$$F = p \frac{(3.1416) d^2}{4} \cdot R$$

$F = 1 \text{ Kg. fuerza} = 10 \text{ Newtons.}$

$P = 6 \text{ bar.}$

$R = 10\% \text{ de } F = 1 \text{ Newtons}$

$1 \text{ bar} = 100,000 \text{ Pa.}$

$1 \text{ Pa} = 1 \text{ N / m}^2$

Sustituyendo y despejando para el diámetro del émbolo resulta :

$d = 0.00483 \text{ m.} = 0.4831 \text{ cm.} = 4.831 \text{ mm.}$

Con este diámetro y con esa fuerza seleccionamos un pistón de simple efecto para una carrera de 50 mm. marca Festo modelo : EFK-12-50-P

El cual tiene las siguientes especificaciones :

Diámetro del embolo = 12mm

Carrera = 50 mm.

Consumo de aire = $(3.1416 / 4) (12)^2 (6) (10^{-6}) = 0.00678 \text{ l / cm. carrera.}$

Consumo total = $(0.00678)(5) = 0.0339 \text{ l / seg.} = 2.035 \text{ l / min.}$

Amortiguación por anillos elásticos en las posiciones finales.

En este cilindro el sistema de fijación y el rácor de conexión van integrados en el mismo elemento.

4.3.3 Ventosas neumáticas con fuelle de sujeción.

Para la selección de las ventosas se tomó como parámetro de selección el ancho de las tablillas (9 cm.) debido a que el peso no es un factor crítico.

Se seleccionaron tres ventosas marca Festo modelo : VASB - 75 - 1/4 - PUR

Las cuales tienen las siguientes especificaciones :

Conexión = G1/4

Diámetro efectivo de aspiración = 60mm.

Fuerza de succión teórica con vacío de 0.7 bar = 197 N

Diámetro nominal = 4mm.

Material = Poliuretano.

Con estas ventosas se pueden succionar y transportar piezas con superficies irregulares. Su diseño especial se adapta a este tipo de piezas y no maltrata la superficie.

4.3.4. Actuador de giro para desperdicios y producto terminado.

Para la selección de este actuador se considero que la tablilla y la cama de salida tienen un peso aproximado de 10kg.

La mesa de salida tiene un ancho de 15cm y una longitud de 300cm.

Con ese peso y una longitud de la tablilla de 15 cm. se calcula el par de giro y tenemos :

Par de giro = (Fuerza) (Distancia)

Fuerza = 10 kg. = 98.0665 N

Distancia = Ancho / 2 = 7.5cm = 0.075m.

Sustituyendo tenemos :

Par de giro = (98.0665 N) (0.075m) = 7.35 Nm.

Se seleccionó un actuador de giro de doble efecto con flecha motriz hueca marca Festo modelo : DSR - 32 - 180 - P - FW

El cual tiene las siguientes especificaciones :

Diámetro del embolo = 32mm.

Giro máximo = de 0° a 184°

Par de giro a 6 bar = 10 Nm.

Carga máxima en el eje = 200 a 75 N.

Acoplamiento = G1/8

Presión de trabajo = 0.8 a 8 bar.

Consumo de aire = $(3.1416 / 4) (32)^2 (6) (10^{-6}) = 0.04825$ l / cm. carrera.

Consumo total = $(0.04825) (10) = 0.4825$ l / seg. = 28.953 l / min.

4.3.5 Motor de la cremallera.

Se seleccionará un motor de acción neumática por la facilidad en su manejo además de que nos evitaríamos tener contactores, variadores de velocidad y su fuente de alimentación . Por esa razón se prefiere un motor neumático, además de que se lograría uniformidad en toda la automatización.

Nos evitaremos tener un reductor de velocidad, porque con los motores neumáticos se pueden conseguir revoluciones relativamente más bajas de una manera más sencilla y más barata.

El funcionamiento de los motores neumáticos es más limpio, es más suave, y el mantenimiento que requiere es mínimo. Para lograr variar la velocidad de este motor, sólo se requiere una válvula reguladora de caudal.

Se requiere que la cremallera tenga una velocidad de 60cm por segundo para lo cual tendrá un piñón de 30mm de diámetro.

Se estima un peso de el eje de las tablillas de 9 kg.

Se estima un peso de 1kg para la tablilla de 5m.

Diámetro del piñón = 3cm. = 30mm. = 0.03m.

Perímetro = (3) (3.1416) = 9.4248cm.

Radio = 0.015m.

Por lo tanto tenemos que en una revolución la cremallera avanzará 9.4248cm. La pregunta es cuántas revoluciones se necesitan por minuto si se quiere que la cremallera recorra 60cm. en un segundo.

R.P.S. = (60cm / seg.) / (9.42cm) = 6.36 R.P.S. = 39.999 rad / seg.

R.P.M. = (60) (6.36) = 381.97 R.P.M.

Potencia requerida = W

W = (fuerza) (velocidad)

1 kg Fuerza = 9.80665 N

Peso total = 10 Kg = 98.0665 N.

W = (98.0665) (0.6 m / s) = 58.83 Watts = 0.0789 HP.

Con la velocidad angular y la potencia requerida se seleccionó un motor con las siguientes características :

Marca = Ingersollrand.

Modelo = M002RVR044AR3

Potencia máxima = 0.14 HP.

Velocidad a máxima Potencia = 240 R.P.M.

Velocidad con rotor libre = 485 R.P.M.

Torque inicial = 5.37 Nm.

Torque estable = 7.16 Nm.

Consumo de aire = 0.27 m³ / min. = 270 l / min.

Peso = 0.50 kg.

3.3.6 Motor de alimentación principal y motor de descarga.

Se seleccionarán dos motores de acción neumática por las mismas razones antes mencionadas.

Para lograr variar la velocidad de estos motores, se les pondrá una válvula reguladora de caudal.

Diámetro del alimentador = 4cm. = 40mm.

Velocidad de alimentación requerida = 2m/s = 200 cm./s.

Perímetro del alimentador = (4) (3.1416) = 12.566 cm.

Se concluye que en una revolución el alimentador alimentará 12.566 cm. La pregunta es cuántas revoluciones se requieran por minuto si se quiere que el alimentador alimente 200cm de tablilla por segundo.

R.P.S. = (200cm/seg) / (12.566cm.) = 15.91 R.P.S. = 100 rad / seg.

R.P.M. = (60) (15.91) = 954.6 R.P.M. = 950 R.P.M.

Potencia requerida = W

W = (fuerza) (velocidad)

1 kg Fuerza = 9.80665 N

Peso total = 1 Kg = 9.80665 N.

W = (9.80665) (2 m / s) = 19.6133 Watts = 0.02631 HP.

Con la velocidad angular, la cual en este caso es nuestro parámetro principal de selección debido a que la potencia no es un factor crítico, se seleccionó el siguiente motor :

Marca = Ingersollrand.

Modelo = M002RVR013AR3

Potencia máxima = 0.14 HP.

Velocidad a máxima Potencia = 820 R.P.M.

Velocidad con rotor libre = 1645 R.P.M.

Torque inicial = 1.58 Nm.

Torque estable = 2.11 Nm.

Consumo de aire = $0.27 \text{ m}^3 / \text{min.} = 270 \text{ l} / \text{min.}$

Peso = 0.50 kg.

4.3.7 Motor de desenrollado.

Se seleccionarán un motor de acción neumática por las mismas razones antes mencionadas.

Para lograr variar la velocidad de estos motores, se dispondrá de una válvula reguladora de caudal.

Diámetro del rollo = varia de 15cm.a 35cm.

Velocidad de alimentación requerida = $2 \text{ m} / \text{s} = 200 \text{ cm./s.}$

Se instalará el rollo sobre un eje en el cual la potencia se le transmitirá através de una polea de 8 cm. de radio montada en el mismo eje y el motor tendrá una polea de 3 cm de radio. La potencia se transmitira por banda.

Rollo Nuevo = 35 cm de diametro.

Peso = 22 kg.

$V_1 = 200 \text{ cm} / \text{s}$

$V \text{ angular } 1 = (200 \text{ cm} / \text{s}) / (35 \text{ cm.} / 2) = 11.42 \text{ rad} / \text{seg.} = V \text{ angular } 2$

$V_2 = (11.4285) (8 \text{ cm}) = 91.428 \text{ cm} / \text{s.} = 0.91428 \text{ m} / \text{s.}$

$V_3 = V_2$

$V \text{ angular } 3 = (91.428 \text{ cm} / \text{s.}) / (3 \text{ cm.}) = 30.476 \text{ rad} / \text{seg.} = 4.85 \text{ RPS}$

$V \text{ angular } 3 = 291 \text{ RPM.}$

Potencia = $W = (\text{Fuerza}) (\text{Velocidad})$

1 kg Fuerza = 9.80665 N

Peso total = 23 Kg = 225.55 N.

$W = (255.55) (0.91428 \text{ m / s }) = 206.21 \text{ Watts} = 0.276 \text{ HP.}$

Rollo casi vacío = 15 cm de diametro.

Peso = 5 kg.

$V_1 = 200 \text{ cm / s}$

$V \text{ angular } 1 = (200 \text{ cm / s }) / (7.5 \text{ cm. / 2 }) = 26.66 \text{ rad / seg.} = V \text{ angular } 2$

$V_2 = (26.66) (8 \text{ cm }) = 213.33 \text{ cm / s.} = 2.13 \text{ m / s.}$

$V_3 = V_2$

$V \text{ angular } 3 = (213.33 \text{ cm / s. }) / (3 \text{ cm. }) = 71.11 \text{ rad / seg.} = 11.31 \text{ RPS}$

$V \text{ angular } 3 = 679 \text{ RPM.}$

Potencia = $W = (\text{Fuerza}) (\text{Velocidad})$

1 kg Fuerza = 9.80665 N

Peso total = 6 Kg = 58.83 N.

$W = (58.83 \text{ N }) (2.13 \text{ m / s }) = 125.32 \text{ Watts} = 0.168 \text{ HP.}$

Con la potencia necesaria y las revoluciones se seleccionó el siguiente motor :

Marca = Ingersollrand.

Modelo = M004RHR023AR3

Potencia máxima = 0.44 HP.

Velocidad a máxima Potencia = 395 R.P.M.

Velocidad con rotor libre = 715 R.P.M.

Torque inicial = 11.0 Nm.

Torque estable = 14.6 Nm.

Consumo de aire = $0.54 \text{ m}^3 / \text{min.} = 540 \text{ l / min.}$

Peso = 1.09 kg.

4.3.8 Regulador de caudal

Se regulará el caudal que llegue a las electroválvulas de los motores neumáticos.

La alimentación de las electroválvulas de los motores de alimentación y de desecho será común, se regulará por una misma válvula reguladora de caudal, unidireccional.

La alimentación de la electroválvula del motor de la cremallera y del desenrollador se regulara independientemente.

Para el motor de la cremallera se seleccionó una válvula reguladora unidireccional marca Festo con las siguientes especificaciones :

Modelo = GR-1/4

Acoplamientos = G 1/4

Caudal nominal = 0 a 350 l / min.

Para los motores de alimentación, descarga y desenrollador se seleccionaron dos válvulas reguladoras marca Festo con las siguientes especificaciones :

Modelo = GR-3/8

Acoplamientos = G 3/8

Caudal nominal = 0 a 1000 l / min.

4.3.9 Generador de vacío para las ventosas.

Se seleccionará un generador de vacío controlado por electroválvula integrada, al activar la electroválvula se genera vacío a través del principio de venturi.

Al desconectar la electroválvula cesa la generación de vacío.

Se seleccionó un generador de vacío marca Festo modelo : VAD - ME - 1/4

El cual tiene las siguientes especificaciones :

Conexión de entrada = G 1/8

Conexión a Ventosa = G 1/4

Consumo de aire = 115 l / min.

Presión de vacío = 0.85 bar.

Tensión de servicio = 24 V.

Tiempo de conexión = 10ms.

Vacío a 6 bar de presión de trabajo = 0.85 bar.

4.3.10 Electroválvula para pistón de alimentación.

Consumo de aire del pistón = 0.883 l / seg. = 53 l / min.

Se necesita una válvula de 4/3 vías, pero comercialmente ya están descontinuadas, se manejan electroválvulas de 5/3 vías y seleccionaremos una de ellas bloqueando la vía restante.

Se seleccionó una electroválvula de microneumática marca Festo con las siguientes características:

Modelo = MEH-5/3G-1/8

Acoplamiento = G 1/8

Caudal nominal = 250 l / m

Tiempo de conexión = 15 mseg.

Tiempo desconexión = 40 mseg.

Tensión de servicio = 24 Volts DC.

Potencia absorbida = 1.5 Watts.

4.3.11 Electroválvula para pistón desviador.

Consumo de aire del pistón = 0.06031 l / seg. = 3.6 l / min.

Como este pistón es de simple efecto y sólo funcionará cuando el motor alimentador gire en sentido contrario además de que su consumo de aire es muy pequeño, se utilizará la

misma electroválvula que la del motor de alimentación, utilizando la salida que se conecta a la reversa de este motor.

4.3.12 Electroválvula para actuador de giro.

Consumo de aire del actuador = $0.4825 \text{ l / seg.} = 28.953 \text{ l / min.}$

Este actuador es de doble efecto, y necesita una electroválvula 4/3, pero no existen en el mercado, por lo tanto también se selecciona un electroválvula de 5/ 3 vías.

Se seleccionó una electroválvula de microneumática marca Festo con las siguientes características:

Modelo = MEH-5/3G-1/8

Acoplamiento = G 1/8

Caudal nominal = 250 l / m

Tiempo de conexión = 15 mseg.

Tiempo desconexión = 40 mseg.

Tensión de servicio = 24 Volts DC.

Potencia absorbida = 1.5 Watts.

Se podía haber seleccionado una electroválvula con un caudal nominal mas pequeño pero como su tamaño físico es mas reducido el costo es mayor.

4.3.13 Electroválvula para motor de alimentación.

Consumo de aire del motor = $0.27 \text{ m}^3 / \text{min.} = 270 \text{ l / min.}$

Este motor es de doble efecto ,gira en ambos sentidos y necesita una electroválvula de 4/3 vías, pero no existen en el mercado, por lo tanto también se selecciona un electroválvula de 5/ 3 vías.

Se seleccionó una electroválvula con las siguientes características :

Marca = Festo

Modelo = MFH-5/3 G-D-1-B

Acoplamientos = G 1/4

Caudal nominal = 1000 l / min.

Tiempo conexión = 40 ms.

Tiempo desconexión = 60ms.

Se utilizarán dos bobinas marca Festo debido a que esta electroválvula no incluye las bobinas, con las siguientes características :

Modelo = MSFG - 24

Tensión de funcionamiento = 24 volts C.D.

4.3.14 Electroválvula para motor de descarga.

Consumo de aire del motor = $0.27 \text{ m}^3 / \text{min.} = 270 \text{ l / min.}$

Este motor es de doble efecto, gira en ambos sentidos y necesita una electroválvula de 4/3 vías, pero no existen en el mercado, por lo tanto también se selecciona un electroválvula de 5/ 3 vías.

Se seleccionó una electroválvula con las siguientes características :

Marca = Festo

Modelo = MFH-5/3 G-D-1-B

Acoplamientos = G 1/4

Caudal nominal = 1000 l / min.

Tiempo conexión = 40 ms.

Tiempo desconexión = 60ms.

Se utilizarán dos bobinas marca Festo debido a que esta electroválvula no incluye las bobinas, con las siguientes características :

Modelo = MSFG - 24

Tensión de funcionamiento = 24 volts C.D.

4.3.15 Electroválvula para motor de la cremallera.

Consumo de aire del motor = $0.27 \text{ m}^3 / \text{min.} = 270 \text{ l} / \text{min.}$

Este motor es de doble efecto, gira en ambos sentidos y necesita una electroválvula de 4/3 vías, pero no existen en el mercado, por lo tanto también se selecciona un electroválvula de 5/ 3 vías.

Se seleccionó una electroválvula con las siguientes características :

Marca = Festo

Modelo = MFH-5/3 G-D-1-B

Acoplamientos = G 1/4

Caudal nominal = 1000 l / min.

Tiempo conexión = 40 ms.

Tiempo desconexión = 60ms.

Se utilizarán dos bobinas marca Festo debido a que esta electroválvula no incluye las bobinas, con las siguientes características :

Modelo = MSFG - 24

Tensión de funcionamiento = 24 volts C.D.

4.3.16 Electroválvula para motor del desenrollador.

Consumo de aire = $0.54 \text{ m}^3 / \text{min.} = 540 \text{ l} / \text{min.}$

Este motor es de doble efecto, gira en ambos sentidos y necesita una electroválvula de 4/3 vías, pero no existen en el mercado, por lo tanto también se selecciona un electroválvula de 5/ 3 vías.

Se selecciono una electroválvula con las siguientes características :

Marca = Festo

Modelo = MFH-5/3 G-D-1-B

Acoplamiento = G 1/4

Caudal nominal = 1000 l / min.

Tiempo conexión = 40 ms.

Tiempo desconexión = 60ms.

Se utilizarán dos bobinas marca Festo debido a que esta electroválvula no incluye las bobinas, con las siguientes características :

Modelo = MSFG - 24

Tensión de funcionamiento = 24 volts C.D.

4.3.17 Electroválvula para el troquel.

Consumo de aire = 680 l / min.

Este troquel necesita una electroválvula de 3/2 vías.

Se selecciono una electroválvula con las siguientes características :

Marca = Festo

Modelo = MFH-3-1 / 4

Acoplamiento = G 1/4

Caudal nominal = 800 l / min.

Tiempo conexión = 15 ms.

Tiempo desconexión 45ms.

Se utilizará una bobina marca Festo debido a que esta electroválvula no incluye la bobina, con las siguientes características :

Modelo = MSFG - 24

Tensión de funcionamiento = 24 volts C.D.

4.3.18 Sensor tope.

Se necesitará un sensor de tipo fotoeléctrico con un sistema de proximidad.

Este sensor se montará sobre un eje, el cual le permitirá que se posicione a lo largo de toda la mesa de descarga la cual contará con un orificio en su parte central de aproximadamente 2.8 metros de longitud y un ancho de 4cm.

Este orificio a lo largo de toda la mesa permitirá que el sensor sólo se active cuando detecte algún tipo de material, cuando algún objeto se interponga entre él y el orificio.

Este sensor será de muy corto alcance para evitar que se active con los elementos que se encuentren abajo de la mesa de descarga, se necesitará un sensor con un alcance útil máximo de 10cm y un mínimo de 1cm. con una señal bien definida, un sensor con señal direccional y no uno con señal difusa.

Se seleccionará un sensor de corriente directa de 3 hilos, por facilidad de manejo de la información y por fácil conexión al PLC.

Con estas consideraciones se seleccionó un sensor de la marca Telemecanique de tipo cilíndrico con las siguientes consideraciones.

Modelo : XUB - H083-35

El cual tiene las siguientes especificaciones :

Tipo = 3 hilos.

Sistema = Proximidad.

Alimentación = 24 volts CD.

Alcance nominal = 0.08m = 8cm.

Diámetro = 18mm.

Cuerpo de plástico.

4.3.19 Sensor de entrada (Se).

Sensor interior (Si).

Sensor de salida (Ss).

Sensor de fin de carrera (Sfn).

Sensor de inicio de carrera (Sp).

Sensor de altura (Sa).

Sensor de materia prima (Smp).

Sensor del desenrollador (Sde).

Todos estos sensores se seleccionaron de tipo mecánico, normalmente abiertos.

No se especifica el tipo ni modelo de cada uno debido a la gran variedad que existen en el mercado y varían de fabricante en fabricante.

La figura 4.3.19.1 muestra el diagrama esquemático de estos microswitch.

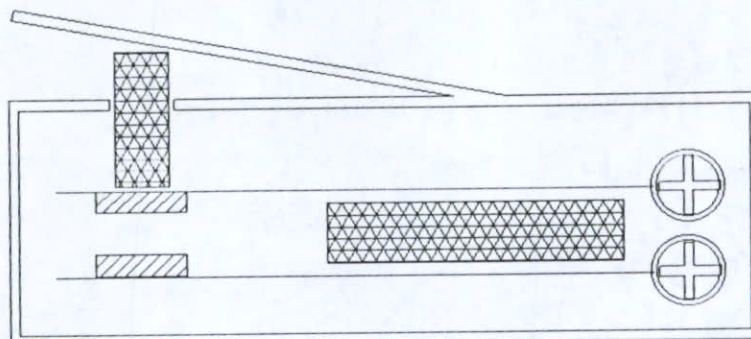


Fig. 4.3.19.1
Esquema general del microswitch.

4.3.20 Diseño de piñón y cremallera.

4.3.20.1 Teoría de engranes rectos.

Los engranes constituyen uno de los mejores medios para transmitir movimiento de rotación a un movimiento de traslación.

Los engranes rectos se emplean para transmitir movimientos de rotación entre ejes paralelos. Su contorno es de forma cilíndrica y circular y sus dientes son paralelos al eje de rotación.

En un par de engranes, al menor se le denomina piñón y al mayor simplemente engrane.

Puede considerarse que una cremallera es un engrane recto, cuyo diámetro de paso es infinito. En consecuencia, tiene un número infinito de dientes y una circunferencia de base que está a una distancia infinita del punto de paso. Los lados de los dientes de una cremallera son rectos, que con respecto a la línea de los centros, forma un ángulo igual al de presión.

El paso base es la distancia fundamental y constante que hay entre ellos a lo largo de una normal común.

El paso base está relacionado con el paso circular por la siguiente ecuación :

$$P_b = P_c \cos (A_p)$$

A_p = Ángulo de presión.

La circunferencia de paso es el elemento geométrico en que generalmente se basan todos los cálculos.

El paso circular es la distancia, media sobre la circunferencia de paso, entre determinado punto de un diente y el correspondiente de uno inmediato. De manera que el paso circular es igual a la suma del grueso del diente y del ancho del espacio entre dos consecutivos.

El módulo es la relación del diámetro de paso al número de dientes. En este caso el diámetro se indica en milímetros. El módulo es el índice del tamaño de los dientes cuando se utilizan unidades métricas.

El paso diametral es la relación del número de dientes al diámetro de paso. En consecuencia, es el recíproco del módulo. El paso diametral se emplea cuando se utilizan unidades inglesas y, por tanto, se expresa en dientes por pulgada.

El adendo es la distancia entre el tope del diente y la circunferencia de paso.

El dedendo es la distancia radial desde la circunferencia de dedendo hasta la circunferencia de paso.

La altura total de un diente es la suma de adendo y dedendo.

La circunferencia de holgura de un engrane es la circunferencia tangente a la del adendo del engrane conectado.

La holgura es la diferencia del espacio entre dos dientes consecutivos y el grueso de diente del otro engrane, medidos sobre la circunferencia de paso.

P = Paso diametral.

N = Número de dientes.

d = Diámetro de paso, mm.

m = Módulo, mm.

Pc = Paso circular.

$$P = N / d$$

$$m = d / N$$

$$Pc = (3.1416)(d) / N = 3.1416 m$$

$$3.1416 = (Pc)(P)$$

$$a = adendo = 1 / P$$

$$b = dedendo = 1.25 / P$$

4.3.20.2 Diseño del piñón.

Diámetro del piñón = 3cm. = 30mm. = 0.03m. = 1.181102 plg.

Perímetro = (3)(3.1416) = 9.4248cm.

Radio = 0.015m.

W1 = 39.999 rad / seg. = 40 rad / seg.

R.P.M. = (60)(6.36) = 381.97 R.P.M.

Se recomienda un paso diametral de 20 para tener un paso fino.

$$P = N / d = 20 = N / 1.181102$$

Despejando para N resulta $N = 23.62 = 24$ dientes.

$$P = 24 / 1.181102 = 20.32$$

$$P_c = (3.1416)(d) / N$$

$$P_c = (3.1416)(1.181102) / (24 \text{ dientes}) = 0.154606 \text{ plg. / dtes.}$$

$$a = 1 / P = 1 / 20.32 = 0.0492125 \text{ plg.}$$

$$b = 1.25 / P = 1.25 / 20.32 = 0.06115157 \text{ plg.}$$

4.3.20.3 Diseño de cremallera .

En el diseño de la cremallera solo tenemos tres parámetros principales :

- El ángulo de presión.
- El paso circular.
- El paso base.

$$A_p = 20^\circ P_c = 0.154606 \text{ plg. / dtes.}$$

$$P_b = P_c \text{ Cos } (A_p)$$

$$P_b = 0.154606 \text{ Cos } (20^\circ) = 0.14528211$$

La cremallera tendrá una longitud de 80 cm.

4.3.21 Controlador lógico programable.

Para seleccionar el programador necesitamos saber el número de sensores que utilizaremos en el proceso y el número de señales de salida que necesitamos.

Para automatizar el proceso se utilizarán las siguientes entradas :

- 1 - Sensor de arranque. (Sar).
- 2 - Circuito de control (CC).
- 3 - Alimentación continua (Ac).
- 4 - Sensor de altura (Sa)
- 5 - Sensor de entrada (Se).
- 6 - Sensor interior (Si).
- 7 - Sensor de salida (Ss).
- 8 - Sensor fin de carrera del pistón (Stn).
- 9 - Sensor de inicio de carrera del pistón (SP).
- 10 - Sensor de materia prima (Smp).
- 11 - Sensor del eje (S2).
- 12 - Sensor tope (St).

En total tendremos 12 entradas de 24 volts.

Para automatizar el proceso se utilizaran las siguientes salidas :

- 1- Electroválvula para motor de cremallera. (2 salidas)
- 2- Electroválvula para generador de vacío. (1 salida)
- 3- Electroválvula para pistón de alimentación (2 salidas)
- 4- Electroválvula para motor de alimentación. (2 salidas)
- 5- Electroválvula para motor de descarga. (2 salidas)
- 6- Electroválvula para actuador de giro. (2 salidas)

7- Electroválvula para troquel (1 salida)

En total tendremos 12 salidas a 24 volts.

Con estos requerimientos se seleccionó un controlador marca SQUARE-D modelo MICRO1.

El controlador MICRO 1, es capaz de manejar hasta 16 puntos de entrada (24 VCD) y 12 vías de salida (por relevador o transistor), lo cual es ideal para esta aplicación.

Para su programación se puede utilizar un programador dedicado (sostenido en mano), y además puede ser programado utilizando un software de programación compatible con IBM. Este software permite la programación y el monitoreo del proceso.

Este controlador tiene las siguientes especificaciones :

Especificaciones generales :

Voltaje de alimentación = 100 a 240 VCA, 50/60 Hz.

Consumo de energía del procesador = 21 VA (CA) 6 Watts.

Consumo de energía de la expansión = 21 VA (CA) 6 Watts.

Consumo de energía del programador = 1 Watt.

Tipo de memoria = EEPROM.

Falla de energía = 50 Mseg. máximo.

Temperatura de operación = 0° a 55° C.

Humedad de operación = 45 a 85 % no condensable.

Peso del procesador = 450 gramos.

Peso de la expansión = 410 gramos.

Peso del programador = 100 gramos.

Especificación de funciones :

Método de programación = Símbolos lógicos o escalera.

Palabras de instrucciones = 15 instrucciones básicas, 2 funciones de comparación.

Capacidad de programa = 600 pasos.

Tiempo de scan = 8 Microsegundos / instrucción básica.

Entradas = 8 puntos (expansión 8 puntos)

Salidas = 6 puntos (expansión 6 puntos)

Temporizadores = 80 (0 a 999.9 seg.)

Contadores = 45 (0 a 9999)

Contadores reversibles = 2

Enlace a computadora = Interfase RIU 20 RS.232

Protección contra falla de energía = Programa almacenado en una memoria EEPROM,

Función de arranque automático = El programador corre al encender el controlador.

Entrada para pulsos cortos = 1 pulso 0.5 mseg. (entrada 0).

Control externo = Selector arranque / paro interno (Fun. 4).

Especificaciones de entradas :

Tipo source = Transistor NPN colector abierto.

Tipo sink = Transistor PNP colector abierto.

Rango de voltaje = 24 VCD.

Método de aislamiento = Optocoplador.

Corriente de entrada = 5 miliampers.

Impedancia de entrada 4.3 KOhms.

Tiempo de encendido = 7 mili segundos.

Tiempo de apagado = 11 mili segundos.

Especificaciones de salidas :

Relevador :

Configuración de contactos = 3 comunes, 3 aislados.

Capacidad de corte = 220 VCA, 2A.

= 120 VCA, 2A.

= 30 VCD, 2A.

Carga mínima aplicable = 5 VCD , 1 miliampers.

Resistencia de contacto = 30 miliohms.

Vida mecánica = 20 millones de operaciones.

Vida eléctrica = 100,000 operaciones.

Transistor :

Método de aislamiento = Optocoplador.

Voltaje de carga = 12 a 24 VCD.

Corriente máxima = 0.4 Amp./ Punto.

Tiempo de encendido = 1 mili segundo máximo.

Tiempo de apagado = 1 mili segundo máximo.

El Controlador se seleccionó con las siguientes características y se describe el tipo de cada parte.

TIPO	DESCRIPCIÓN
8003CP34	Procesador 120/240 VCA. Entrada Source, Salida por transistor.
8003EX34	Expansión, 120/240 VCA. Entrada Source, Salida por transistor.

8003LCB15

Cable programador / cargador al controlador.

(1.5 m).

8003PR3

Programador / cargador.

8003BULT1

Boletín de instrucciones.

4.3.22 Análisis de consumo de aire.

ELEMENTO	SÍMBOLO	CONSUMO lit. / Min.
PISTÓN DE ALIMENTACIÓN	P3	106
PISTÓN PARA DESVIADOR	Pd	1.413
ACTUADOR NEUMÁTICO DE GIRO	Ap	28.95
MOTOR DE LA CREMALLERA	M1	270
MOTOR DE ALIMENTACIÓN	MA	270
MOTOR DE DESCARGA	MD	270
GENERADOR DE VACÍO (VENTOSAS)	V4	115
MOTOR DEL DESEENROLLADOR	Des	540
TROQUEL NEUMATICO	Tr.	680

SECUENCIA DE FUNCIONAMIENTO

M1	V4	P3	Tr	MD	Ap	Pd
	M1	MA				MA
		MD				MD

Consumos (Lit. / Min.)

Desenrollador.	540	540	540		540	540	540
	270	115	106	680	270	28.95	1.413
		270	270				270
			270				270
TOTAL	810	915	1186	680	810	568.9	1081.4

4.3.23 Selección del compresor.

Existen dos tipos de compresores :

- De una etapa.
- De dos etapas.

Una etapa :

El costo inicial menor.

Baja presión (menos de 150 Psi).

Adecuado para servicio intermitente.

No es tan eficiente (Menos del 70 %)

Costo de operación un poco mas elevado.

Costo de mantenimiento algo mayor.

Dos etapas:

Construido para una mayor duración.

Eficiencias mayores al 75 %

Es mejor para servicio continuo.

Para alta presión.

Requiere menos mantenimiento.

Ahorra hasta 25 % de energía eléctrica.

Es difícil tener una regla fija para la selección de un compresor. Hay demasiadas variaciones en las condiciones de operación. Además hay muchas discusiones en cuanto a equipo para uso intermitente o continuo.

En muchos casos un tanque de mayor capacidad contrarresta la demanda periódica excesiva de aire comprimido.

Esto permite que se consuma por períodos cortos, el aire almacenado con más rapidez que la capacidad real del compresor.

Se entiende por servicio intermitente cuando algún elemento funciona unos segundos y luego para varios minutos para volver a funcionar.

El usar dos tanques aumenta la eficiencia y da un mejor control de humedad. Esto se logra duplicando la capacidad hasta 1 1/2 veces los HP. y añadiendo otro tanque de 60 galones a todos los compresores, inclusive los de 10 HP.

Por lo tanto tenemos un consumo máximo continuo de 976 l / min. que equivalen a 34.467 pies ³ / min. y seleccionamos un compresor de dos etapas con un compresor de 10 HP. con las siguientes especificaciones :

Marca = ITSA

Modelo = 1-84014-H

Presión de funcionamiento = 175 psi.

Tanque = 454 lts.

Peso = 445 Kg.

R.P.M. = 710

Caudal = 40 fcm = 1132.67 l / min.

Se tiene la opción de tener otro tanque el cual funcionará como un pulmón y aumentamos el caudal disponible por minuto, teniendo como consecuencia un mejor control de la humedad del aire y el motor del compresor tendrá un menor tiempo de funcionamiento, pero para este proyecto el caudal que entrega el compresor es mas que suficiente.

Si se amplia a otra linea, con este mismo compresor se podrían alimentar las dos lineas de producción aumentándole un tanque de 300 litros.

CAPITULO 5

CIRCUITO DE CONTROL.

5. CIRCUITO DE CONTROL

5.1 Objetivo del circuito de control.

Para el logro de la automatización del proceso, se contará con un circuito de control en el cual se le programarán el número de persianas que se requieren cortar y el tipo de alimentación que se tendrá.

El objetivo del uso de este circuito de control es para no tener que estar reprogramando en el PLC el número de persianas a cortar, y para esto lo hacemos con un elemento externo al PLC el cual se definirá como una entrada más al PLC la cual determinará cuando debe de funcionar o cuando no el PLC.

Mientras el circuito de control mande la señal de que hacen falta persianas por cortar, el proceso se pondrá en marcha según la secuencia previamente programada en el PLC y de esta manera no tendremos que reprogramar el PLC.

El circuito de control nos entregará a la salida 0V cuando existan persianas por cortar y 24V cuando haya terminado de cortar las persianas. De esta manera el PLC detectará el estado en el cual se encuentra la salida del circuito de control y ejecutara la operación que se requiera según el estado de la salida.

El circuito de control constará de 3 partes.

La primera es la parte en la cual se programa el número de persianas a cortar, la segunda es la parte en la cual se cuentan las persianas que se han cortado, y la tercera es la parte comparativa, se establece una comparación entre las persianas cortadas y las programadas y según el resultado, entregara 0 o 24 volts en su salida.

5.2 Elementos necesarios para el circuito.

Para el logro de este objetivo se utilizarán los siguientes circuitos integrados:

- 4 contadores DM74LS190 Sincronos de 4-Bit Sumador/Restador con modo de control.
- 4 decodificadores DM74LS48 BCD / 7 segmentos.
- 2 Display de dos dígitos
- 2 comparadores de magnitud DM74LS85 de 4 bit.
- 1 Compuerta AND 74LS08 de 2 entradas.
- 3 circuitos 555 conectados en forma monoestable.
- 1 inversor 74LS14.
- 1 Optocoplador NTE3047
- 1 Triac NTE5603

5.3 Parámetros de operación de los circuitos integrados.

5.3.1 circuito integrado 555.

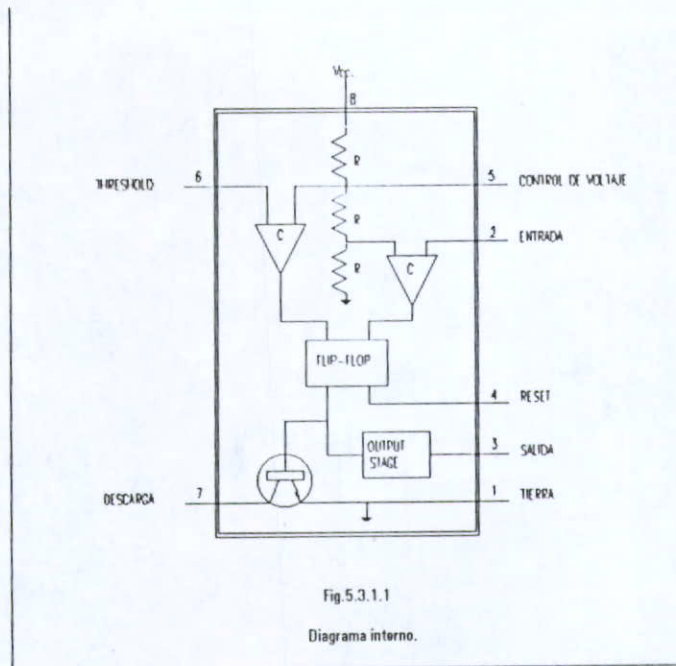
Este circuito integrado es uno de los mas versátiles y populares circuitos timer. Está constituido por 23 transistores, 2 diodos y 16 resistencias instalados todos estos elementos en un pequeño circuito integrado.

Este circuito se encarga de suministrar pulsos, es un timer.

Principalmente se puede conectar en dos modos :

- Modo monoestable : Opera un solo pulso.
- Modo astable : Opera como oscilador.

La figura 5.3.1.1 muestra el diagrama interno.



El circuito 555 tiene las siguientes especificaciones de funcionamiento:

Voltaje de alimentación (V_{cc}) = 4.5 a 15 Volts.

Corriente de alimentación ($V_{cc} = 5$ volts) = 3 a 6 mA.

Corriente de alimentación ($V_{cc} = 15$ volts) = 10 a 15 mA.

Corriente máxima de salida = 200mA.

Potencia de disipación = 600 mW.

Temperatura de operación = 0° a 70° C.

5.3.2 Contador DM74LS190 Sincrono de 4-bit sumador/restador con modo de control.

Este circuito contador de décadas tiene la posibilidad de contar hacia arriba o hacia abajo dependiendo el estado en que se encuentre la entrada numero 5 (down/up), si se encuentra en nivel alto, cuenta hacia abajo, si se encuentra en nivel bajo, cuenta hacia arriba.

Se entiende como nivel alto 5 volts y nivel bajo 0 volts.

Este contador tiene la opción de dejar de registrar los pulsos de reloj que recibe dependiendo el estado en el que se encuentre la entrada número 4 (enable), si se encuentra en nivel alto no registra los pulsos que recibe. Para que cuente necesita estar en estado bajo. Tiene también la opción de comenzar a contar desde un determinado número, pero esa opción no la utilizaremos.

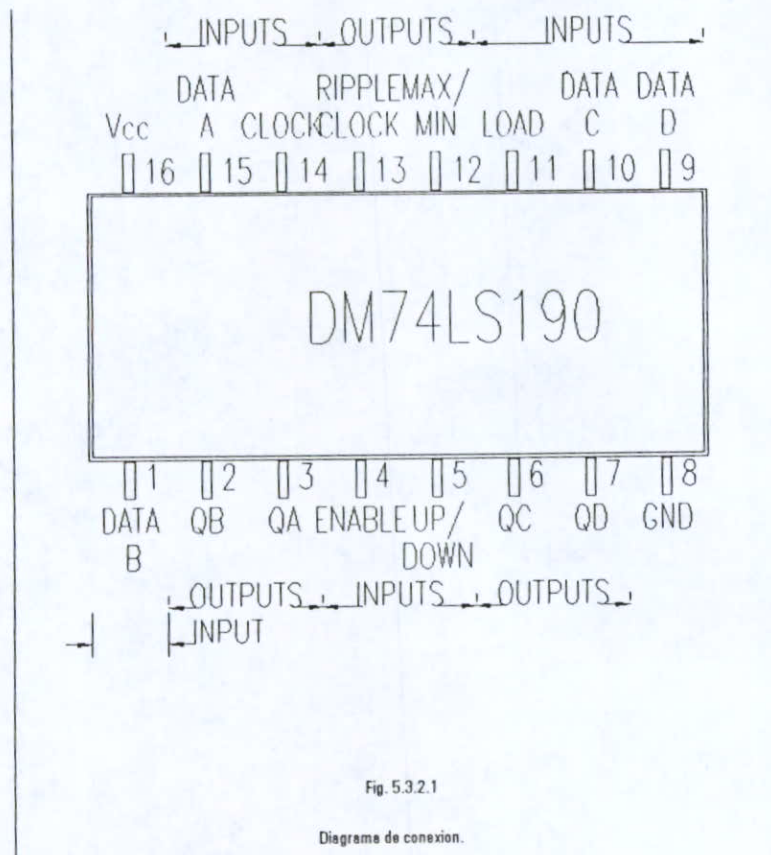
Tiene la opción de conectarse en cascada con un numero indefinido de contadores.

En la salida número 12 nos indicará el momento en el cual el contador se encuentra en el dígito mayor (9).

Este contador funciona con una frecuencia de reloj hasta de 25 Mhz y un retardo promedio de propagación de 20 ns, con un voltaje de entrada y salida de 7 volts y un funciona con un rango de temperatura de -65 °C a 150 °C.

50213

La figura 5.3.2.1 muestra el diagrama de conexión:



La figura 5.3.2.2 muestra la secuencia de operación.

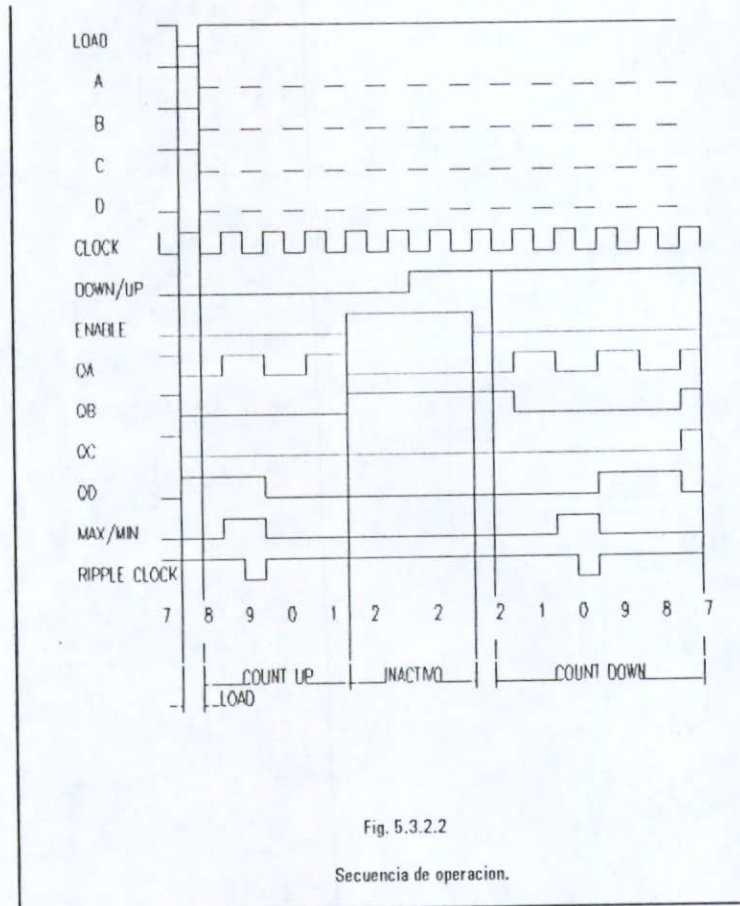


Fig. 5.3.2.2

Secuencia de operacion.

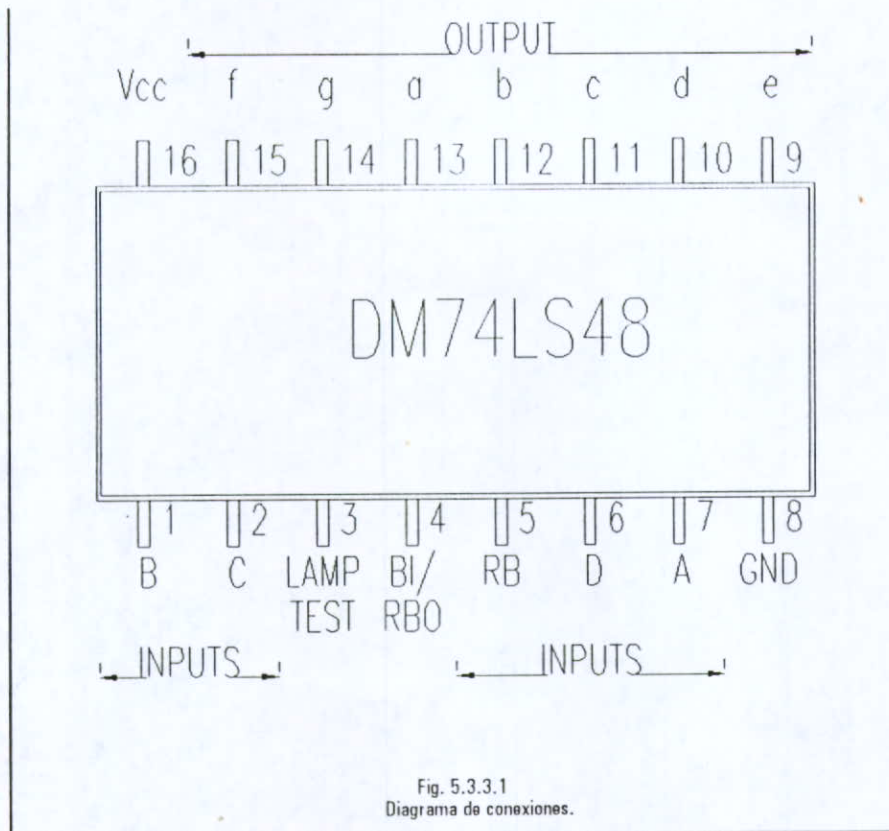
5.3.3 Decodificador DM74LS48 BCD / 7 segmentos.

La función de este circuito es descodificar la señal BCD que entrega el contador y pasarla a una señal que se pueda mostrar en un Display.

El contador entrega 4 señales lógicas, las cuales cada una representa un valor numérico, la salida A representa 1, la salida B representa 2, la salida C representa 4 y la salida D representa 8, y dependiendo el nivel en que se encuentre cada salida y mediante la suma de los valores numéricos que representa cada salida se representa un número, por ejemplo para formar el número 5, la salida A deberá estar en un nivel alto, la salida B en un nivel bajo, la salida C en un nivel alto y la salida D en un nivel bajo.

De esta manera se representa un número y el decodificador se encargará de entregar 7 señales las cuales se conectarán al Display para mostrar en pantalla el dígito en cuestión.

La figura 5.3.3.1 muestra el diagrama de conexiones :



La tabla 5.3.3.1 muestra la tabla de funciones :

Tabla 5.3.3.1

	<i>ENTRADAS</i>						<i>SALIDAS</i>						
<i>Decimal</i>	<i>LT</i>	<i>RBI</i>	<i>D</i>	<i>C</i>	<i>B</i>	<i>A</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>	<i>e</i>	<i>f</i>	<i>g</i>
0	A	A	B	B	B	B	A	A	A	A	A	A	A

1	A	X	B	B	B	A	B	A	A	B	B	B	B
2	A	X	B	B	A	B	A	A	B	A	A	B	A
3	A	X	B	B	A	A	A	A	A	A	B	B	A
4	A	X	B	A	B	B	B	A	A	B	B	A	A
5	A	X	B	A	B	A	A	B	A	A	B	A	A
6	A	X	B	A	A	B	B	B	A	A	A	A	A
7	A	X	B	A	A	A	A	A	A	B	B	B	B
8	A	X	A	B	B	B	A	A	A	A	A	A	A
9	A	X	A	B	B	A	A	A	A	B	B	A	A

5.3.4 Display de 7 segmentos.

Este elemento se encargará de mostrar a través de leds luminosos el número de tablillas que se han cortado y el número de tablillas que se programaron.

Se seleccionó un display doble en el cual se mostrarán dos dígitos, un NTE3075 el cual es de cátodo común.

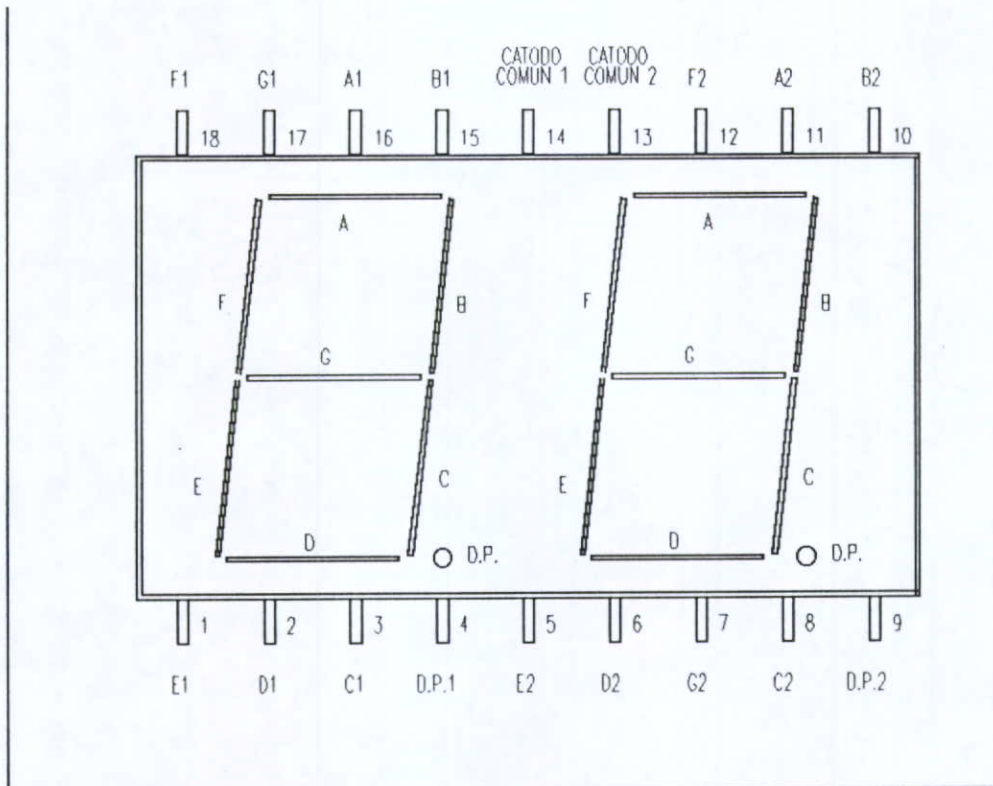
Este display tiene las siguientes especificaciones :

Corriente máxima por segmento = $I_f = 30 \text{ mA}$.

Voltaje máximo por segmento = 6 volts.

Poder máximo de disipación = 960 mWatts.

La siguiente figura muestra el diagrama de conexión.



5.3.5 Comparador de magnitud DM74LS85 de 4 bit

Este circuito comparador de magnitud de 4 bit, compara en código binario o BCD

Este circuito nos servirá para estar comparando el número de persianas que se han cortado con el número de persianas que se programaron.

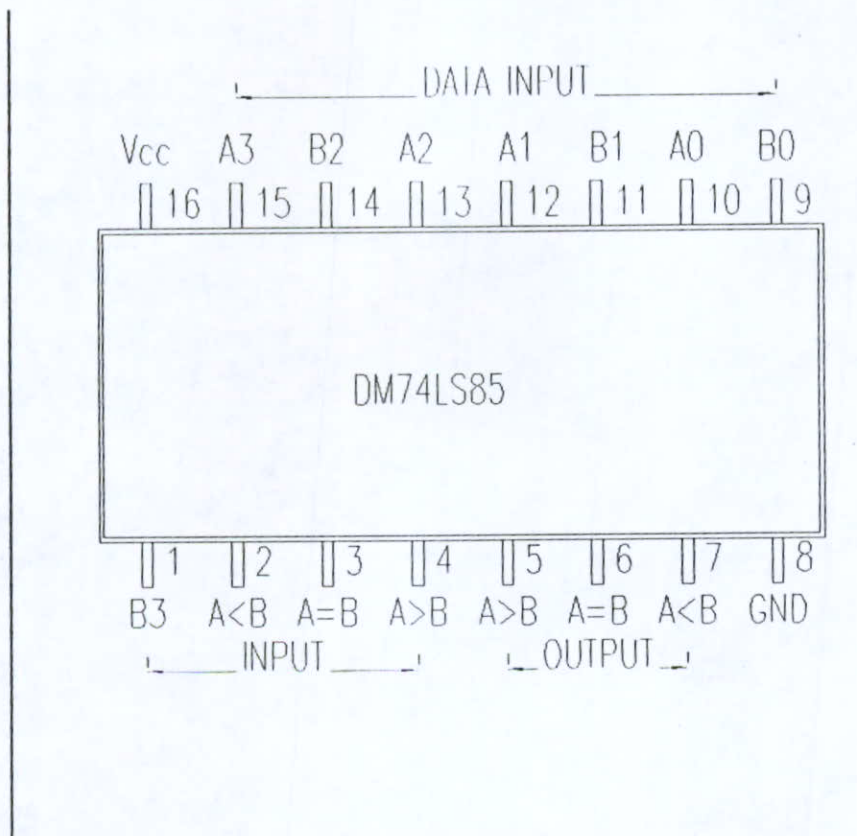
Se utilizará uno para comparar la señal BCD que entrega el contador de las unidades programadas con la señal BCD que entrega el contador de las unidades de las persianas cortadas.

Se utilizará otro para comparar la señal BCD que entrega el contador de las decenas programadas con la señal que entrega el contador de las decenas de las persianas cortadas.

Este comparador consta de tres salidas de comparación, una mayor que, una menor que y otra igual que, las cuales nos indicarán el momento en el cual las unidades del contador de las persianas programadas sean igual o mayor que las unidades del contador de las persianas cortadas. El otro comparador nos indicará en qué momento las decenas del contador de las persianas programadas sea igual o mayor que las decenas del contador de las decenas cortadas.

Después teniendo estas dos señales de comparación se pasaran a una compuerta AND .

Se muestra el diagrama de conexión :



La tabla 5.3.5 muestra la tabla de funciones :

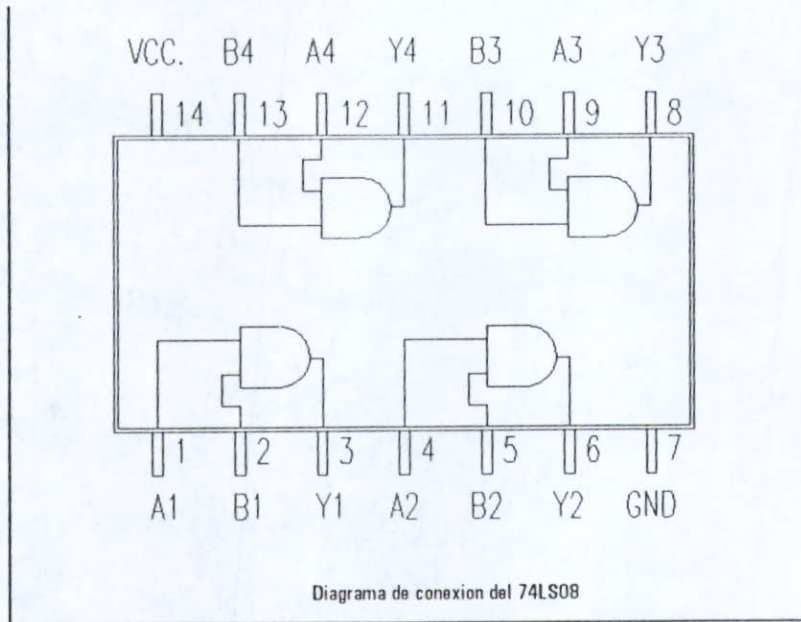
Tabla 5.3.5

<i>ENTRADAS</i>				<i>ENTRADAS DE CASCADA</i>			<i>SALIDAS</i>		
<i>A3,B3</i>	<i>A2,B2</i>	<i>A1,B1</i>	<i>A0,B0</i>	<i>A > B</i>	<i>A < B</i>	<i>A = B</i>	<i>A > B</i>	<i>A < B</i>	<i>A = B</i>
<i>A3 > B3</i>	X	X	X	X	X	X	A	B	B
<i>A3 < B3</i>	X	X	X	X	X	X	B	A	B
<i>A3 = B3</i>	<i>A2 > B2</i>	X	X	X	X	X	A	B	B
<i>A3 = B3</i>	<i>A2 < B2</i>	X	X	X	X	X	B	A	B
<i>A3 = B3</i>	<i>A2 = B2</i>	<i>A1 > B1</i>	X	X	X	X	A	B	B
<i>A3 = B3</i>	<i>A2 = B2</i>	<i>A1 < B1</i>	X	X	X	X	B	A	B
<i>A3 = B3</i>	<i>A2 = B2</i>	<i>A1 = B1</i>	<i>A0 > B0</i>	X	X	X	A	B	B
<i>A3 = B3</i>	<i>A2 = B2</i>	<i>A1 = B1</i>	<i>A0 < B0</i>	X	X	X	B	A	B
<i>A3 = B3</i>	<i>A2 = B2</i>	<i>A1 = B1</i>	<i>A0 = B0</i>	A	B	B	A	B	B
<i>A3 = B3</i>	<i>A2 = B2</i>	<i>A1 = B1</i>	<i>A0 = B0</i>	B	A	B	B	A	B
<i>A3 = B3</i>	<i>A2 = B2</i>	<i>A1 = B1</i>	<i>A0 = B0</i>	B	B	A	B	B	A
<i>A3 = B3</i>	<i>A2 = B2</i>	<i>A1 = B1</i>	<i>A0 = B0</i>	X	X	A	B	B	A
<i>A3 = B3</i>	<i>A2 = B2</i>	<i>A1 = B1</i>	<i>A0 = B0</i>	A	A	B	B	B	B
<i>A3 = B3</i>	<i>A2 = B2</i>	<i>A1 = B1</i>	<i>A0 = B0</i>	B	B	B	A	A	B

5.3.6 Compuerta AND 74LS08 de 2 entradas.

Esta compuerta cuenta con 2 entradas las cuales entregan una señal de salida según el estado de sus entradas, funciona en base a la lógica AND.

La siguiente figura muestra el diagrama de conexiones :



La siguiente tabla muestra la tabla de funciones:

<i>ENTRADAS</i>		<i>SALIDAS</i>	
<i>A</i>	<i>B</i>	<i>B</i>	<i>Y</i>
B	B	B	B
B	A	B	B
A	B	B	B
A	A	A	A

5.3.7 Inversor 74LS14.

Este inversor se utilizará para mantener la salida del 555 conectado en forma mono estable siempre en un nivel alto cuando se encuentre en estado de reposo y obtener un cambio de nivel de estado alto a estado bajo cuando el pulso de entrada baje de nivel.

La siguiente tabla 5.3.7.1 muestra las funciones de operación.

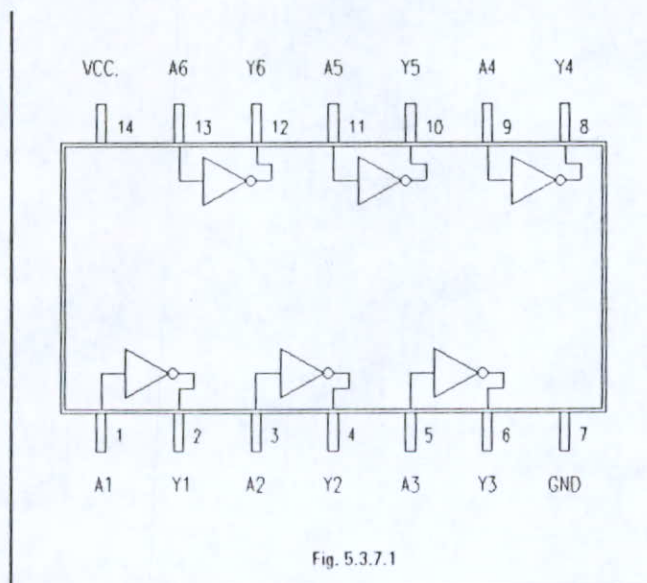
Tabla 5.3.7.1

<i>ENTRADA</i>	<i>SALIDA</i>
A	Y
BAJO	ALTO
ALTO	BAJO

Alto = 5 Volts.

Bajo = 0 Volts.

La siguiente figura 5.3.7.1 muestra el diagrama de conexiones.



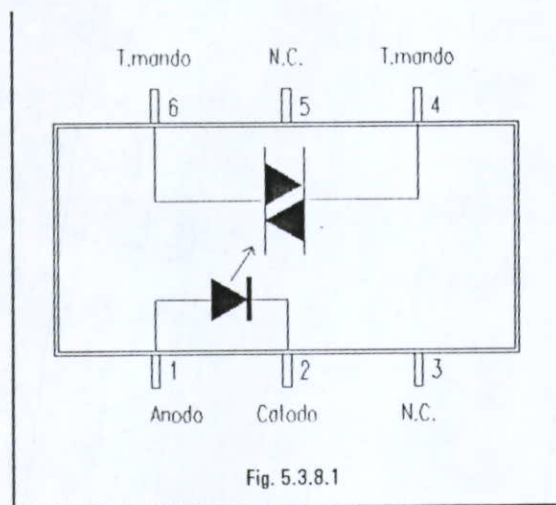
5.3.8 Optocoplador NTE 3047

El optocoplador lo utilizaremos para proteger el circuito de control de la señal de salida.

Es el aislamiento entre la parte de potencia y la parte de control.

Se seleccionó este optocoplador que tiene una configuración de salida de Triac.

La siguiente figura 5.3.8.1 muestra el diagrama.



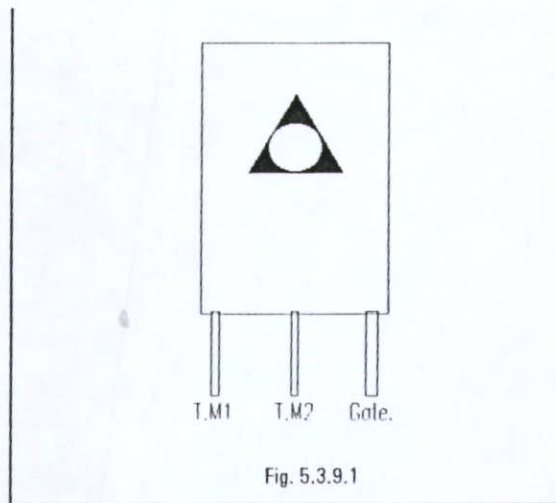
5.3.9 Triac NTE 5603

El Triac es un elemento de potencia. Se le suministra una señal de bajo voltaje al gate y nos entrega de salida una señal de alta potencia.

La señal de alta potencia se alimenta a una de las terminales de control, sin importar a cual debido a que el Triac conduce en ambos sentidos.

El Triac podemos decir que es un switch el cual se cierra cuando recibe voltaje en el gate, mientras reciba señal se mantendrá cerrado, una vez que se elimine la señal en Triac se abre y desconecta la carga de salida.

La siguiente figura 5.3.9.1 muestra su diagrama :



5.4 Funcionamiento del circuito de control.

El circuito de control lo que realizará será un conteo del número de persianas que se han cortado y las comparará con las persianas que se programaron cortar, la comparación de estos dos números dará una señal de salida la cual pasará directamente al programador como simulando ser un sensor mas, y le dirá el momento en el cual el número de persianas programadas es igual al número de persianas cortadas.

Para explicar el funcionamiento dividiremos el circuito de control en las siguientes etapas :

- Señal de entrada.
- Generador de pulsos.
- Contador de persianas cortadas.
- Contador de persianas programadas.
- Comparador.
- Desplegado de información.
- Señal de salida.

Señal de entrada : Esta señal será la que proporcione un microswitch que tendrá una configuración normalmente cerrado y cada vez que se corte una tablilla este microswitch se abrirá y dejará de mandar señal.

El generador de pulsos : Estará formado por un circuito 555 conectado en forma monoestable, el cual recibirá la señal de entrada y cada vez que esta señal se interrumpa, el generador de pulsos generará un pulso totalmente cuadrado y con una determinada duración, para que de esta manera garanticemos que por cada persiana que se corte, se genere uno y solo un pulso.

Contador de persianas cortadas : Para esta etapa se tendrán dos contadores, uno para las unidades y otro para las decenas, y estarán conectados en cascada.

Cada vez que se corte una tablilla se cerrará un switch el cual entregará una señal al 555 el cual genera un pulso (555 monoestable) y éste lo recibe el contador de las unidades el cual registra por cada pulso que reciba solamente una persiana cortada.

Cuando el contador de unidades se encuentre en el dígito 9 y reciba un pulso mas, este pasara a cero pero generara un pulso el cual lo registra el contador de las decenas, registrando el dígito 1, y así cada vez que el generador de pulsos genere un pulso el contador solo contará una persiana y cada vez que el contador de las unidades cambie de 9 a 0, generará un pulso el cual el contador de las decenas lo registra.

Contador de las persianas programadas : Para ésta etapa se tendrán dos contadores de manera independientes en los cuales se programarán las unidades y las decenas que se necesiten cortar, manipulándolas independientemente.

Para esto se contará con un generador de pulso (555 monoestable) para las unidades y un generador de pulsos para las decenas, y mediante la acción de un microswitch se hará que el

generador de pulsos genere tantos pulsos como el número de persianas que se necesiten cortar.

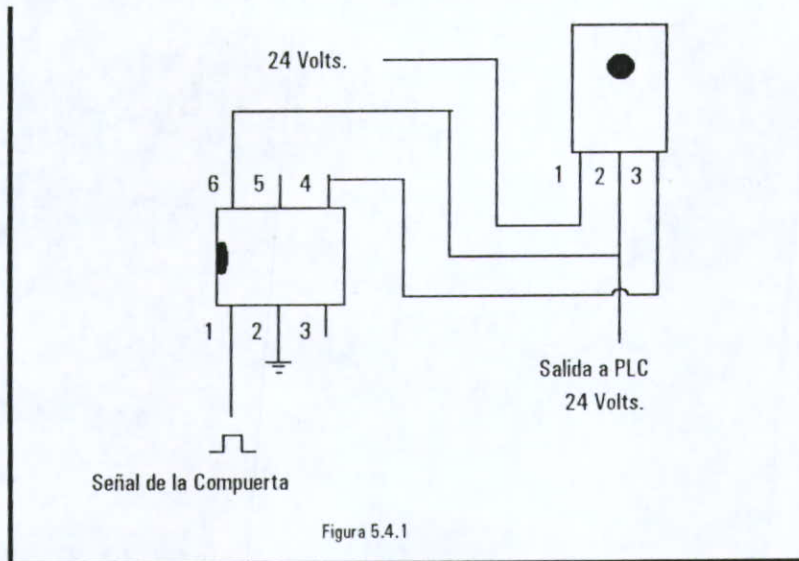
Comparador : Esta etapa estará integrada por dos comparadores y una compuerta AND.

En esta etapa se compararán las unidades programadas con las unidades cortadas y con el otro comparador se compararán las decenas programadas con las decenas cortadas, las señales que proporcionen de salida los dos comparadores se pasaran a una compuerta AND, de tal forma que solamente cuando la señal que suministra el comparador de las unidades sea igual a la señal que suministra el comparador de las decenas, la compuerta AND dará una señal de salida indicando que las unidades y decenas programadas son iguales a las unidades y decenas cortadas.

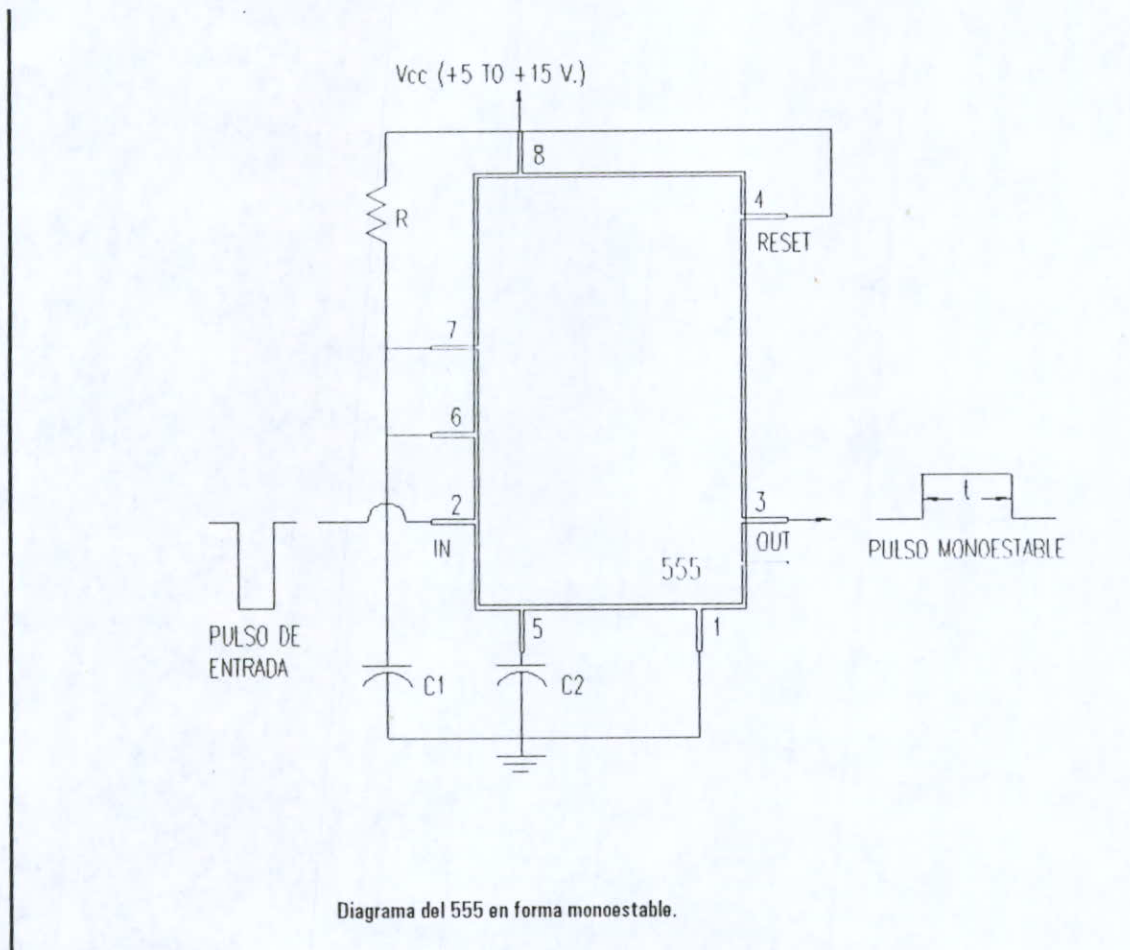
Desplegado de información : Las señales de salida de cada contador se pasarán a un decodificador para poder mostrar el número que está registrando el contador en un display. Se tendrán dos display dobles para de esta manera mostrar el número de persianas programadas y el número de persianas que se han cortado en ese momento.

Señal de salida : La señal que proporciona la etapa comparadora y en concreto la compuerta AND se conectará a un Optocoplador el cual a su vez se conectará a un Triac el cual nos entregará finalmente una señal de salida de 24 volts CC.

La figura 5.4.1 muestra el diagrama de conexión de la señal de salida.



5.5 Diagrama del 555 en forma monoestable.



Los valores de R1, C1 y C2 serán los siguientes:

El tiempo del impulso está dado por el producto de la resistencia 1 por el capacitor 1, el tiempo es independiente del nivel de voltaje de la alimentación.

El capacitor 2 tendrá un valor de 0.01 Microfaradios.

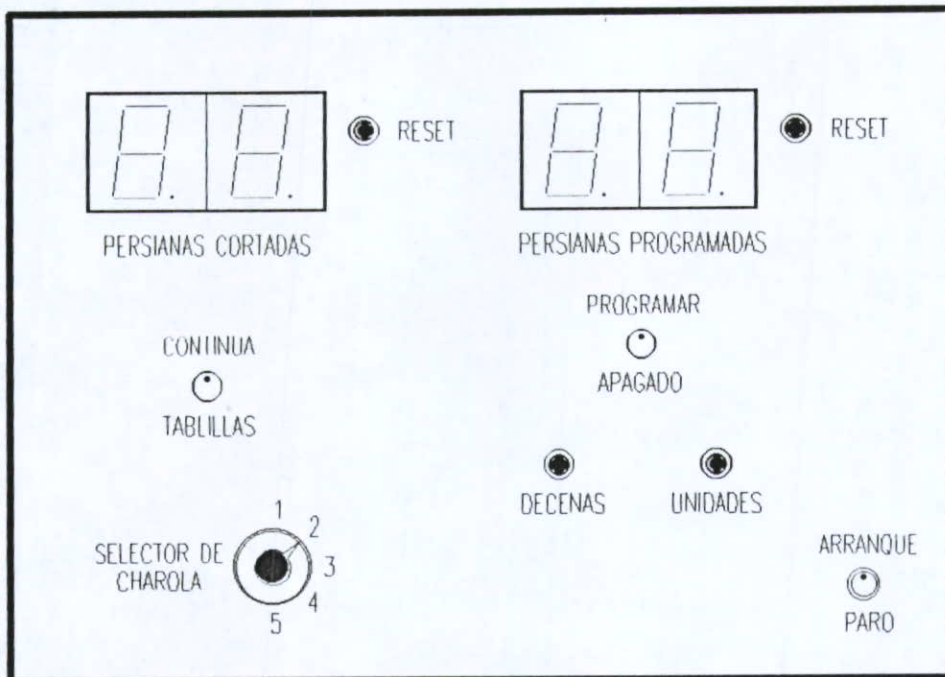
$$\text{Tiempo} = (R1) (C1)$$

Se tendrá una resistencia de 3,000 Ohms y un capacitor de 100 microfaradios de tal manera que el pulso tendrá una duración de :

$$\text{Tiempo} = (3,000) (0.0001) = 0.3 \text{ Segundos .}$$

5.6 Esquema del tablero del circuito de control.

La siguiente figura muestra el esquema general del tablero del circuito de control.



Tablero del circuito de control.

5.8 Diagrama final del circuito de control.

Las siguientes entradas se conectarán a la salida invertida de un 555 mono estable, invirtiendo la señal de salida mediante un inversor 74LS14 :

- Clock-Prog-Unid.
- Clock-Prog-Dec.
- Clock-cont.

La entrada Enable-Prog. se conectará al switch doble del tablero de control (programar - apagado) de tal manera que se conmute a un estado positivo (5 Volts) o a un estado negativo (0Volts) para desactivar o activar el contador, respectivamente.

El selector de charola lo que hará es seleccionar cual switch de materia prima se tomará en cuenta.

El switch del tipo de alimentación Continua-Tablilla se encargará de decir qué tipo de alimentación se tendrá, este switch es representado por la variable Ac, en el diagrama de flujo del proceso.

El switch Arranque-Paro es un switch que se pondrá a la salida de la señal de salida del circuito de control ,de tal manera que este switch representa la variable Cc. del diagrama de flujo del proceso. Este se pone con el fin de poder parar el proceso en cualquier momento, se podrá utilizar como paro de emergencia.

El Reset estará formado por un switch normalmente cerrado conectado a la fuente de 5 Volts, de tal forma que en las entradas Load-prog. y Load-cont. del circuito de control siempre se reciba 5 volts y el momento en el que se abra este switch, el contador se resetea a cero.

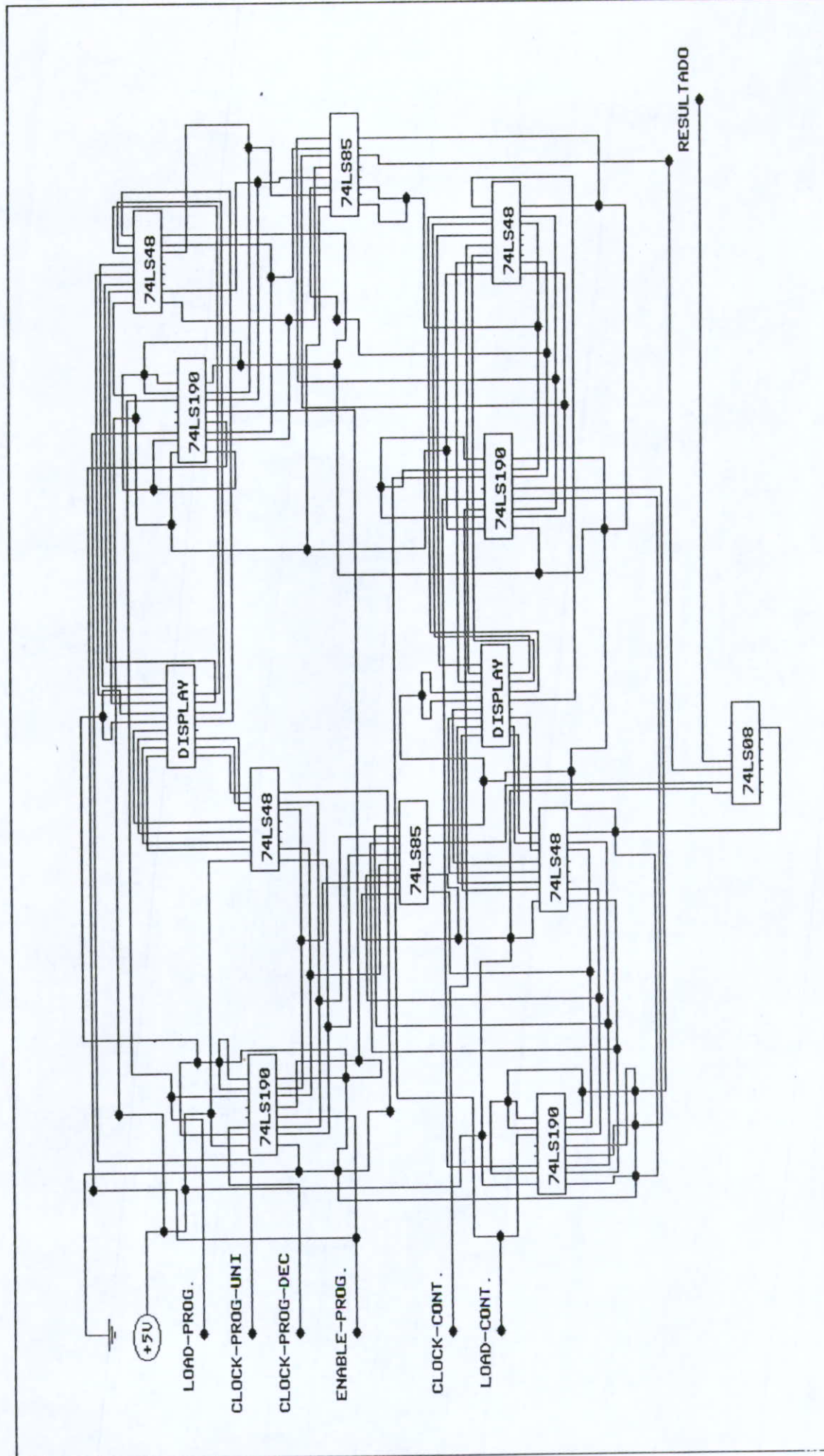
La alimentación de este circuito será independiente, mediante una fuente de 5 VCD.

La señal de salida de la compuerta AND, se conectará a la entrada del optocoplador.

La señal que denominamos como salida formará la señal que se muestra en la figura 5.4.1 (es la señal de la compuerta).

La salida del triac se conectará al PLC como una entrada.

La alimentación de 24 volts del triac se tomará de la fuente de voltaje del PLC.



CAPITULO 6

ANÁLISIS DEL PROYECTO.

6.0 ANÁLISIS DEL PROYECTO.

Para analizar la automatización se dividirá en tres partes :

- Análisis de costos.
- Análisis de tiempos de producción
- Análisis financiero.

6.1 Análisis de costos.

En la siguiente tabla 6.1.1 se indican cada uno de los elementos que se requerirán para el logro de la automatización así como la marca, modelo y precio de cada elemento.

Los costos que a continuación se muestran son precios de lista cotizados al 1 de Diciembre de 1994.

Tabla 6.1.1

ARTICULO	SIMBOLO	MARCA	MODELO	CANTIDA D	PRECIO	TOTAL
Pistón de alimentación	P3	Festo	DSG-25-300-PPV	1	\$408.01	\$408.01
Pistón desviador	Pd	Festo	EFK-12-50-P	1	\$97.45	\$97.45
Ventosas	V4	Festo	VASB-75-1/4-PUR	3	\$54.46	\$163.38
Actuador Neumático de Giro	Ap	Festo	DSP-32-180-P-FW	1	\$1,021.10	\$1,021.10
Motor de la cremallera.	M1	Ingersollrand	M002RVR044AR3	1	\$938.00	\$938.00
Motor de Alimentación.	MA	Ingersollrand	M002RVR013AR3	1	\$985.00	\$985.00
Motor de Descarga.	MD	Ingersollrand	M002RVR013AR4	1	\$985.00	\$985.00
Motor de desenrollado		Ingersollrand	M004RHR023AR3	1	\$1,467.00	\$1,467.00
Generador de Vacío	V4	Festo	VADME-ME-1/4	1	\$873.00	\$873.00
Regulador de caudal		Festo	GR-1/4	2	\$110.10	\$220.20
Regulador de caudal		Festo	GR-3/8	1	\$188.89	\$188.89
Electroválvula p/pistón alimentación	EP3	Festo	MEH-5/3 G-1/8	1	\$704.02	\$704.02
Electroválvula p/ Actuador de giro.	EAp	Festo	MEH-5/3 G-1/8	1	\$704.02	\$704.02
Electroválvula p/motor de alimentación.	EMA	Festo	MFH-5/3 G-D-1-B	1	\$768.00	\$768.00
Bobina p/EMA	BMA	Festo	MSFG-24	2	\$56.67	\$113.34
Electroválvula p/motor de descarga	EMD	Festo	MFH-5/3 G-D-1-B	1	\$768.00	\$768.00
Bobina p/EMD	BMD	Festo	MSFG-24	2	\$56.67	\$113.34
Electroválvula p/motor del desenrollador		Festo	MFH-5/3 G-D-1-B	1	\$768.00	\$768.00
Bobina p/Desenrollador		Festo	MSFG-24	2	\$56.67	\$113.34
Electroválvula p/motor de cremallera	EMI	Festo	MFH-5/3 G-D-1-B	1	\$768.00	\$768.00
Bobina p/EMI	BM1	Festo	MSFG-24	2	\$56.67	\$113.34

Mano de obra
Venta del proyecto

1 \$1,400.00 \$1,400.00
1 \$13,322.94 \$13,322.94

IVA \$3,996.88
TOTAL \$43,965.70

6.2 Análisis de tiempos.

Manualmente se cortan un promedio de 2169 tablillas por día, cada persiana tiene en promedio 32 tablillas, por lo tanto se producen aproximadamente 68 persianas por día en promedio.

Se tiene una longitud promedio de tablilla de 1.75 m y la tablilla originalmente viene en tramos de 5 metros, por lo que se cortan 2 tablillas por cada tablilla original y en promedio se cortan 32 tablillas de 1.75 m por cada persiana.

Con automatización se muestran los tiempos para cada actividad.

	Segundos
Posicionar la charola de alimentación	30
Colocación del Sensor tope.	30
Programación del circuito de control.	20
Total preparacion	80
Sujeción de la tablilla	1
Alimentación de la tablilla	1
Alimentar tablilla a la longitud requerida	0.875
Troquelado	0.6
Sacar la tablilla del troquel	0.875
Descarga en producto terminado	0.4
Alimentar tablilla a la longitud requerida	0.875
Troquelado	0.6
Descarga de producto terminado	0.4
Alimentar tablilla e identificar que es desperdicio	0.875
Descargar en desperdicios	0.4
Total del ciclo.	7.9

Se repiten estas operaciones desde la sujeción de la tablilla 16 veces por cada persiana.

Se coloca el sensor, se programa el circuito de control y posiciona la charola una vez por cada persiana , por lo tanto tenemos los siguientes tiempos por persiana :

Se repite 16 veces la operación desde la sujeción hasta descarga. 126.4 seg.

Se coloca el sensor, programa y posiciona charola una vez por persiana 80 seg.
 Total por persiana 206.4 seg.

Análisis de producción por día.

	Segundos	Horas
Tiempos muertos por día	1800	0.5
Tiempo efectivo	27000	7.5
Total de persianas por día	131	
Total de tablillas por día	4186	

Con la automatización se logrará aumentar la producción considerablemente en un 192.37% y si tenemos en cuenta que la demanda es mucho mayor, la automatización cubriría la diferencia que se tiene en el mercado.

6.3 Análisis financiero.

6.3.1 Análisis de producción

Producción Manual.

Persianas por día	68
Tablillas por día	2169
Longitud promedio	1.75
Total de metros	3795.75

Porcentaje de producción

		Metros Totales
Tela	1.00%	37.9575
PVC	81.00%	3074.5575
Aluminio	18.00%	683.235

Costos de materia prima

Tela	\$2.40
Aluminio	\$1.66
PVC	

Dentro de los distintos modelos de PVC se tienen los siguientes costos y porcentajes de producción.

	40 %	\$1.04
	40 %	\$1.88
	20 %	\$0.76
Costo promedio PVC		\$1.32

Costos promedios de materia prima.

M.P	Porcentaje	Costo	Participación
Tela	1.00 %	\$2.40	\$0.02
Aluminio	18 %	\$1.66	\$0.30
PVC	81 %	\$1.32	\$1.07
		Total	\$1.39

Costos de producción

Luz, Administración ,Renta , Etc.	14 %	\$0.19
-----------------------------------	------	--------

Costos de mano de obra.

Sueldo libre.	\$30.00	\$30.00
Prestaciones	16 %	\$4.80
IMSS, INFONAVIT, SAR, ETC.	40 %	\$12.00
	Total	\$46.80

Costos de mano de obra por metro de tablilla.

Metros	3795.75
M.O.	\$46.80
M.O / Tablilla	\$0.01

Costo total de producción por metro de tablilla.

M.O.	\$0.01	
M.P.	\$1.39	
C. Producción	\$0.19	
Total	\$1.60	p / metro.

El precio de venta de las tablillas es en promedio un 40% del costo total de producción por metro de tablilla.

Todo lo que se produce ya está vendido y la demanda actual es mayor que la producción, por lo que para este análisis consideraremos que todo lo que se produce ya está vendido.

El porcentaje de utilidad neta es aproximadamente un 32% sobre el precio de venta.

6.3.2 Análisis de la utilidad con producción manual.

Producción diaria de persianas	68
Producción diaria de tablillas	2169
Longitud media de la tablilla.	1.75
Metros de producción diaria.	3795.75
Costo de producción	\$1.60
Precio de venta	\$2.24
Utilidad	\$0.72
Venta diaria	\$8,498.28
Utilidad diaria	\$2,719.45

6.3.3 Análisis de la utilidad con producción automática.

Producción de persianas	131
Producción de tablillas	4186

Con la automatización se producen 2017 tablillas mas que si se producen manualmente, para realizar el análisis se tomaran solo las tablillas extras que se producen para que con la utilidad se pague la automatización

Tablillas extras	2,017
Metros extras	3,529.75
Venta diaria extra	\$7,902.73
Utilidad extra	\$2,528.87

6.3.4 Préstamo bancario.

Se pide un préstamo bancario con las siguientes características :

Monto = N\$ 41,500.00

Plazo = 24 meses

Interés anual = 24%

La tabla 6.3.4.1 muestra el flujo de todo el préstamo y el tiempo en el cual se paga el proyecto.

Tabla 6.3.4.1

Mes	Capital	Interes	Pago a Capital	Pago total al banco	Ventas extras	Utilidad extra	Flujo Efectivo	Recuperación
1	\$43,965.70	\$879.31	\$1,831.90	\$2,711.22	\$7,902.73	\$2,528.87	(\$182.34)	(\$41,436.83)
2	\$42,133.80	\$842.68	\$1,831.90	\$2,674.58	\$7,902.73	\$2,528.87	(\$145.71)	(\$38,907.95)
3	\$40,301.89	\$806.04	\$1,831.90	\$2,637.94	\$7,902.73	\$2,528.87	(\$109.07)	(\$36,379.08)
4	\$38,469.99	\$769.40	\$1,831.90	\$2,601.30	\$7,902.73	\$2,528.87	(\$72.43)	(\$33,850.20)
5	\$36,638.08	\$732.76	\$1,831.90	\$2,564.67	\$7,902.73	\$2,528.87	(\$35.79)	(\$31,321.33)
6	\$34,806.18	\$696.12	\$1,831.90	\$2,528.03	\$7,902.73	\$2,528.87	\$0.85	(\$28,792.45)
7	\$32,974.28	\$659.49	\$1,831.90	\$2,491.39	\$7,902.73	\$2,528.87	\$37.49	(\$26,263.58)
8	\$31,142.37	\$622.85	\$1,831.90	\$2,454.75	\$7,902.73	\$2,528.87	\$74.12	(\$23,734.70)
9	\$29,310.47	\$586.21	\$1,831.90	\$2,418.11	\$7,902.73	\$2,528.87	\$110.76	(\$21,205.83)
10	\$27,478.56	\$549.57	\$1,831.90	\$2,381.48	\$7,902.73	\$2,528.87	\$147.40	(\$18,676.95)
11	\$25,646.66	\$512.93	\$1,831.90	\$2,344.84	\$7,902.73	\$2,528.87	\$184.04	(\$16,148.08)
12	\$23,814.75	\$476.30	\$1,831.90	\$2,308.20	\$7,902.73	\$2,528.87	\$220.68	(\$13,619.20)
13	\$21,982.85	\$439.66	\$1,831.90	\$2,271.56	\$7,902.73	\$2,528.87	\$257.31	(\$11,090.33)
14	\$20,150.95	\$403.02	\$1,831.90	\$2,234.92	\$7,902.73	\$2,528.87	\$293.95	(\$8,561.45)
15	\$18,319.04	\$366.38	\$1,831.90	\$2,198.29	\$7,902.73	\$2,528.87	\$330.59	(\$6,032.58)
16	\$16,487.14	\$329.74	\$1,831.90	\$2,161.65	\$7,902.73	\$2,528.87	\$367.23	(\$3,503.70)
17	\$14,655.23	\$293.10	\$1,831.90	\$2,125.01	\$7,902.73	\$2,528.87	\$403.87	(\$974.83)
18	\$12,823.33	\$256.47	\$1,831.90	\$2,088.37	\$7,902.73	\$2,528.87	\$440.50	\$1,554.05
19	\$10,991.43	\$219.83	\$1,831.90	\$2,051.73	\$7,902.73	\$2,528.87	\$477.14	\$4,082.92
20	\$9,159.52	\$183.19	\$1,831.90	\$2,015.09	\$7,902.73	\$2,528.87	\$513.78	\$6,611.80
21	\$7,327.62	\$146.55	\$1,831.90	\$1,978.46	\$7,902.73	\$2,528.87	\$550.42	\$9,140.67
22	\$5,495.71	\$109.91	\$1,831.90	\$1,941.82	\$7,902.73	\$2,528.87	\$587.06	\$11,669.55
23	\$3,663.81	\$73.28	\$1,831.90	\$1,905.18	\$7,902.73	\$2,528.87	\$623.69	\$14,198.42
24	\$1,831.90	\$36.64	\$1,831.90	\$1,868.54	\$7,902.73	\$2,528.87	\$660.33	\$16,727.30
25	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$7,902.73	\$2,528.87	\$2,528.87	\$19,256.17

26	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$7,902.73	\$2,528.87	\$2,528.87	\$2,528.87	\$21,785.05
27	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$7,902.73	\$2,528.87	\$2,528.87	\$2,528.87	\$24,313.92
28	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$7,902.73	\$2,528.87	\$2,528.87	\$2,528.87	\$26,842.80
29	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$7,902.73	\$2,528.87	\$2,528.87	\$2,528.87	\$29,371.67
30	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$7,902.73	\$2,528.87	\$2,528.87	\$2,528.87	\$31,900.55
31	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$7,902.73	\$2,528.87	\$2,528.87	\$2,528.87	\$34,429.42
32	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$7,902.73	\$2,528.87	\$2,528.87	\$2,528.87	\$36,958.30
33	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$7,902.73	\$2,528.87	\$2,528.87	\$2,528.87	\$39,487.17
34	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$7,902.73	\$2,528.87	\$2,528.87	\$2,528.87	\$42,016.05
35	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$7,902.73	\$2,528.87	\$2,528.87	\$2,528.87	\$44,544.92
36	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$7,902.73	\$2,528.87	\$2,528.87	\$2,528.87	\$47,073.80
37	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$7,902.73	\$2,528.87	\$2,528.87	\$2,528.87	\$49,602.67
38	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$7,902.73	\$2,528.87	\$2,528.87	\$2,528.87	\$52,131.55
39	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$7,902.73	\$2,528.87	\$2,528.87	\$2,528.87	\$54,660.42
40	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$7,902.73	\$2,528.87	\$2,528.87	\$2,528.87	\$57,189.30
41	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$7,902.73	\$2,528.87	\$2,528.87	\$2,528.87	\$59,718.17
42	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$7,902.73	\$2,528.87	\$2,528.87	\$2,528.87	\$62,247.05
43	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$7,902.73	\$2,528.87	\$2,528.87	\$2,528.87	\$64,775.92
44	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$7,902.73	\$2,528.87	\$2,528.87	\$2,528.87	\$67,304.79
45	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$7,902.73	\$2,528.87	\$2,528.87	\$2,528.87	\$69,833.67
46	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$7,902.73	\$2,528.87	\$2,528.87	\$2,528.87	\$72,362.54
47	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$7,902.73	\$2,528.87	\$2,528.87	\$2,528.87	\$74,891.42
48	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$7,902.73	\$2,528.87	\$2,528.87	\$2,528.87	\$77,420.29

La inversión se paga en 18 meses y se sigue teniendo la misma utilidad durante esos 18 meses que la que se tiene si se produce manualmente.

Apartir del mes 18 la utilidad se aumenta sin considerar la utilidad que se obtiene de las tablillas que se estaban produciendo manualmente.

La empresa solo tiene que desembolzar el déficit que se muestra en la tabla 6.3.4.2 los primeros 5 meses desembolsando un total de N\$ 545.34.

CONCLUSIÓN

CONCLUSIÓN

En el capítulo sexto se demuestra con la tabla 6.3.4.1 que el proyecto se paga solo, que el monto de la inversión es relativamente pequeño para la utilidad que se tendrá.

Con la automatización se tendrá un mejor control de la producción y se estandarizará la calidad en el corte, aunque el corte lo realizará el mismo troquel con que se cuenta, las variaciones en el corte debidas a la alimentación manual ya no se tendrán, porque esta máquina siempre alimentará de la misma manera.

Por el lado de los costos, el proyecto se paga con la utilidad extra que trae consigo la automatización, sin dejar de tener la utilidad que se tiene con el proceso manual.

A la empresa no le costara nada, solamente el primer mes tendrá que desembolsar N\$ 545.34

Con la automatización se aumentará el volumen de producción en un 192.37 %, con esto se disminuirán los tiempos de entrega .

La máquina con el tiempo puede modificarse y hacerse totalmente automática, lo cual por el momento no sería lo mas óptimo debido a los costos de automatización que se tendrían.

Lo interesante de este proyecto es que con más líneas de producción tendríamos un volumen de producción mucho mayor y con esto abarcaríamos una mayor parte del mercado además de que nuestros costos de producción se repartirían entre un volumen de producción mayor, pudiendo tener los mejores precios y la mejor calidad del mercado.

Para lograr cualquier automatización nos podemos valer de la electrónica, con un circuito sencillo se pueden realizar grandes operaciones y con un costo muy bajo en comparación con la tecnología de punta.

BIBLIOGRAFÍA.

BIBLIOGRAFÍA.

FESTO, Programa de fabricación, Ed. Festo Didactic, Mexico, D.F., 1993.

FORREST M, Mims, Engineers mini notebook 555 circuits, Ed. division of Tandy corporation, For Worth, Tx 76102, 1993.

FU, K.S., GONZALEZ R,C., LEE, C.S.G, Robótica, Ed.Impresa, Madrid, España., 1990.

GROOVER, Mikell P. WEISS, Mitchell, ODREY, Nicholas G, NAGEL,Roger N, Robótica Industrial, McGraw-Hill, México,D.F.,1990.

McGraw-Hill,Equipos industriales, Guía práctica para reparación y mantenimiento, Ed.McGraw-Hill, México, D.F.,1987.

MCKERROW, Phillip John,Introduction to robotics,Ed.Addison-Wesley Publishers Ltd., Singapore,1993.

MICHELS, Walter J., DEUTSCHMAN, A.D., WILSON, Charles E., Diseño de máquinas teoría y práctica, Ed. Continental,México D.F., 1987.

SWAISTON, Fred.,A System aproach to programmable conrollers, Ed. Delmar Publisher Inc.,Albany, New York 12212, 1992.

TELEMECANIQUE, Catálogo 1991-1992, Ed. Severn Prado, Valladolid, España. 1991.

WOODBURY,D.O., Alcances de la automoción, Ed. La isla, Buenos Aires, 1959.

ESTACIONAMIENTO SOLO PARA NUESTROS CLIENTES

**NADIE COMPITE CON NUESTRA CALIDAD DE
IMPRESION Y TIEMPO DE ENTREGA, COMPRUEBELO**

NO TENEMOS SUCURSALES

TESIS PROFESIONALES

TESINAS • MEMORIAS • INFORMES
8 DE JULIO No. 13
(ENTRE PEDRO MORENO Y MORELOS)

TELS. **614-01-22**
613-61-42
GUADALAJARA, JAL.

PASAMOS TUS TESIS
EN MAQUINA IBM



copi • offset
(TIROS CORTOS AL INSTANTE)