



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO.

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTILÁN.

**DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y PUESTA EN OPERACIÓN
DE UNA MÁQUINA AUTOMATIZADA PARA LA
FABRICACIÓN DE LLUVIA NAVIDEÑA Y ADORNOS DE
EVENTOS ESPECIALES.**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA.
(EN EL ÁREA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL).

PRESENTAN:

GONZÁLEZ RAMÍREZ BENEDICTO.

GARCÍA JARAMILLO JULIO CÉSAR.

ASESOR: ING. MARCOS BELISARIO GONZÁLEZ LORIA.

CUAUTILÁN IZCALLI; EDO. DE MÉXICO, NOVIEMBRE 2013.



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN
UNIDAD DE ADMINISTRACIÓN ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXÁMENES PROFESIONALES

U. N. A. M.
FACULTAD DE ESTUDIOS
SUPERIORES CUAUTITLÁN

ASUNTO: VOTO APROBATORIO



DRA. SUEMI RODRÍGUEZ ROMO
DIRECTORA DE LA FES CUAUTITLÁN
PRESENTE

ATN: L.A. ARACELI HERRERA HERNÁNDEZ
Jefa del Departamento de Exámenes
Profesionales de la FES Cuautitlán.

Con base en el Reglamento General de Exámenes, y la Dirección de la Facultad, nos permitimos a comunicar a usted que revisamos **La Tesis**:

"Diseño, Construcción, y Puesta en Operación de una Máquina Automatizada para la Fabricación de Lluvia Navideña y Adornos de Eventos Especiales".

Que presenta el pasante: **Benedicto González Ramírez**

Con número de cuenta: **30523831-9** para obtener el Título de: **ingeniero Mecánico Electricista**

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro **VOTO APROBATORIO**

ATENTAMENTE

"POR MIRAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"

Cuautitlán Izcalli, Méx. a 2 de Septiembre del 2013

PROFESORES QUE INTEGRAN EL JURADO

	NOMBRE	FIRMA
PRESIDENTE	Ing. Enrique Cortés González	
VOCALES	M.A. Martha Lilia Urrutia Vargas	
SECRETARIO	Ing. Marcos Belisario González Loria	
1er SUPLENTE	Ing. Gabriel Vázquez Castillo	
2do SUPLENTE	Ing. Baruch Arriaga Morales	

NOTA: Los sinodales suplentes están obligados a presentarse el día y hora del Examen Profesional (art. 127).
HHA.Vc.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN
UNIDAD DE ADMINISTRACIÓN ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXÁMENES PROFESIONALES**

U. N. A. 40
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN
ASUNTO: **VOTO APROBATORIO**

**DRA. SUEMI RODRÍGUEZ ROMO
DIRECTORA DE LA FES CUAUTITLÁN
PRESENTE**

**ATN: L.A. ARACELI HERRERA HERNÁNDEZ
Jefa del Departamento de Exámenes
Profesionales de la FES Cuautitlán.**

Con base en el Reglamento General de Exámenes, y la Dirección de la Facultad, nos permitimos a comunicar a usted que revisamos **La Tesis:**

"Diseño, Construcción, y Puesta en Operación de una Máquina Automatizada para la Fabricación de Lluvia Navideña y Adornos de Eventos Especiales".

Que presenta el pasante: **Julio César García Jaramillo**

Con número de cuenta: **30532978-1** para obtener el Título de: **Ingeniero Mecánico Electricista**

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el **EXAMEN PROFESIONAL** correspondiente, otorgamos nuestro **VOTO APROBATORIO**

ATENTAMENTE

"POR MIRAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"

Cuautitlán Izcalli, Méx. a 2 de Septiembre del 2013

PROFESORES QUE INTEGRAN EL JURADO

	NOMBRE	FIRMA
PRESIDENTE	<u>Ing. Enrique Cortés González</u>	
VOCAL	<u>M.A. Martha Lilia Urrutia Vargas</u>	
SECRETARIO	<u>Ing. Marcos Belisario González Loria</u>	
1er SUPLENTE	<u>Ing. Gabriel Vázquez Castillo</u>	
2do SUPLENTE	<u>Ing. Baruch Arriaga Morales</u>	

NOTA: Los comisionados y comisionadas están obligados a presentarse al día y hora del Examen Profesional Ley 177/1996

AGRADECIMIENTOS

A TI DIOS NUESTRO SEÑOR

*Que me has ayudado hacer cada día mejor,
que en tiempos difíciles nunca me has
dejado solo y sobre todo gracias
por darme la oportunidad de llegar hasta
Aquí.*

¡Gracias por todo!

A MI PADRE BENEDICTO

*Por su cariño y una vida de confianza,
esperanza y por enseñarme con tu ejemplo
hacer fuerte cuando el viento me está
siendo contrario y saber elevar mis ojos al
cielo con humildad para pedir ayuda.*

¡Gracias por todo papá!

A MI MADRE CATALINA

*Gracias mamá, por darme esta maravillosa
vida, gracias por darme raíces tan fuertes y
alas tan ligeras para realizar la misión que
me ha tocado vivir. Por tu amor, la voz
cariñosa hasta mi oído llega el alba a
decirme dulce y bajo: hijo mío, ¡es la hora
del trabajo!*

*¡Gracias por estar cuando lo he necesitado!
¡Te amo mamá!*

BENEDICTO GONZÁLEZ RAMÍREZ.

AGRADECIMIENTOS

A MI HERMANA IVONNE

*Que más de una vez me ha escuchado,
aconsejado y apoyado en lo largo de mi
carrera y mi vida, Quien ha sido un ejemplo
a seguir.*

¡Gracias por todo te quiero hermana!

A MI HERMANA KATIA BERENICE

*Gracias por su comprensión y apoyo, por el
ánimo cuando lo necesito.*

¡Gracias por todo te quiero hermanita!

A LA UNIVERSIDAD

*Por ser nuestra segunda casa, por las
enseñanzas, la formación académica que
nos brindaste y por los valores que
aprendimos de ti.*

¡Gracias por ser parte de ti UNAM!

“POR MI RAZA HABLARA MI ESPIRITU”

AL INGENIERO MARCOS BELISARIO

*Por darme su tiempo, experiencia y su
afecto para hacerme crecer como ser
humano y por sembrar diariamente en mí la
semilla del saber.*

¡Gracias Ingeniero!

BENEDICTO GONZÁLEZ RAMÍREZ.

AGRADECIMIENTOS

A MIS PADRES

Con la mayor gratitud por los esfuerzos realizados para que yo lograra terminar mi carrera profesional siendo para mí la mejor herencia.

A mi madre que es el ser más maravilloso de todo el mundo. Gracias por el apoyo moral, tu cariño y comprensión que desde niño me has brindado, por guiar mi camino y estar junto a mí en los momentos más difíciles.

A mi padre porque desde pequeño ha sido para mí un gran hombre maravilloso al que siempre he admirado. Gracias por guiar mi vida con energía, esto ha hecho que sea lo que soy.

¡Gracias por todo papá y mamá!

A MIS HERMANOS

Por el cariño y apoyo moral que siempre he recibido de ustedes y con el cual he logrado culminar mi esfuerzo, terminando así mi carrera profesional, que es para mí la mejor de las herencias.

JULIO CÉSAR GARCÍA JARAMILLO.

AGRADECIMIENTOS

A MI HIJA DANNA

*Por llegar a mi vida en el momento exacto y
por ser mi motor para lograr mis objetivos
y metas.*

A MI ESPOSA KARLA

*Por tu paciencia amor y comprensión que
siempre me brindaste a lo largo de esta
etapa de mi vida.*

AL INGENIERO MARCOS BELISARIO

*Por brindarme su apoyo, tiempo y
paciencia en la realización de este
proyecto además de compartirme su
experiencia a lo largo de esta etapa de mi
vida.*

JULIO CÉSAR GARCÍA JARAMILLO.

ÍNDICE

	Pág.
Introducción.	11
Problemática.	12
Objetivo.	14
Justificación.	15
Capítulo 1.- Algunas filosofías aplicadas para los procesos de automatización y robótica.	16
1.1. Somera historia de la evolución de los procesos de automatización y robótica.	16
1.2. Primeras filosofías aplicadas en el diseño de dispositivos de automatización y robótica.	23
1.3. Definición de automatización y robótica.	24
1.4. ¿Qué es un robot?	25
1.4.1. Clasificación del robot.	26
1.4.2. Principales características de los robots.	28
1.5. Algunas técnicas de automatización.	30
1.5.1. Automatización Electrónica.	30
1.5.2. Automatización Eléctrica.	31
1.5.3. Automatización Neumática.	32
1.5.4. Automatización Hidráulica.	33
1.5.5. Automatización Mecánica.	34
1.6. Controles de un proceso.	35
1.6.1. Control lazo cerrado.	35
1.6.2. Control lazo abierto.	36
1.7. Tipos de procesos industriales.	36
1.7.1. Procesos continuos.	37
1.7.2. Procesos discretos.	38
1.7.3. Procesos discontinuos o por lotes.	39
Capítulo 2.- Clasificación de los dispositivos utilizados en el proceso de automatización y robótica.	41
2.1. Sistemas sensoriales.	41
2.1.1. Características de los sensores.	42
2.1.1.1. Características estáticas.	43
2.1.1.2. Características dinámicas.	44
2.1.2. Clasificación de los sensores.	44
2.1.3. Clasificación de los sensores según el principio de funcionamiento.	45
2.1.4. Clasificación de los sensores según el tipo de señal eléctrica que generan.	46
2.1.5. Clasificación de los sensores según el rango de valores que proporcionan.	52
2.1.6. Clasificación de los sensores según el nivel de integración.	53
2.1.7. Clasificación de los sensores según el tipo de	

	variable física medida.	54
	2.1.8. Sensores de posición.	56
	2.1.8.1. Sensores de proximidad o presencia.	56
	2.1.8.2. Sensor de distancia o posición.	60
	2.1.9. Sensores de velocidad.	64
	2.1.10. Acelerómetros.	65
	2.1.11. Sensores de temperatura.	66
	2.1.12. Sensores de nivel.	68
	2.2. Dispositivos de actuación.	70
	2.2.1. Actuadores eléctricos.	71
	2.2.2. Accionamientos hidráulicos y neumáticos.	77
	2.3. Sistemas mecánicos de transmisión de potencia.	82
	2.3.1. Acoplamientos entre motores y ejes motrices.	82
	2.3.2. Engranajes.	84
	2.3.3. Reductoras.	86
	2.3.4. Cadenas y correas de transmisión.	87
	2.3.5. Transformación entre movimiento lineal y de giro.	88
Capítulo 3.-	Análisis del proceso de fabricación para la elaboración de lluvia.	90
	3.1. Proceso de elaboración de lluvia.	91
	3.1.1. Corte en máquina.	91
	3.1.2. Corte en guillotina.	98
	3.1.3. Engrapado y empaque.	99
	3.2. Problemática de la elaboración de lluvia.	101
	3.2.1. Producción y precio.	101
	3.2.2. Calidad.	104
	3.2.3. Mercadotecnia.	106
Capítulo 4.-	Diseño del sistema para automatizar la manufactura de lluvia.	107
	4.1. Diseño de la máquina.	107
	4.1.1. Estructura de la máquina.	108
	4.1.2. Diseño de alimentación de papel con freno neumático.	111
	4.1.3. Diseño de corte de tiras.	115
	4.1.4. Diseño de corte de piezas.	117
	4.1.5. Transmisión y tracción.	124
	4.1.6. Tableros.	128
	4.1.6.1. Programación del PLC.	131
Capítulo 5.-	Costos de construcción de la máquina automatizada y mercadotecnia del producto.	134
	5.1. Costos del material.	134
	5.1.1. Tableros.	134
	5.1.1.1. Tablero de control.	134
	5.1.1.2. Tablero de válvulas.	136
	5.1.2. Estructura.	137
	5.1.3. Transmisión y tracción.	138

5.1.4.	Alimentación de papel con freno neumático.	139
5.1.5.	Cortes del material.	141
5.1.5.1.	Corte de tiras.	141
5.1.5.2.	Corte de piezas.	143
5.1.6.	Costo total de la máquina.	144
5.2.	Cálculo de recuperación de la inversión.	145
5.3.	Mercadotecnia.	149
5.3.1.	Estrategias para la lluvia.	149
5.3.1.1.	Embalaje.	150
5.3.2.	Estrategias para el precio de la lluvia.	151
5.3.3.	Estrategias para la distribución de la lluvia.	152
5.3.3.1	Trasporte de lluvia.	152
5.3.4.	Estrategias para la promoción de la lluvia y servicios adicionales al cliente.	154
Resumen.		156
Conclusiones.		158
Glosario de términos.		159
Apéndice A (Programación en escalera del PLC).		170
Apéndice B (Plano eléctrico de la máquina).		173
Bibliografía y Referencias.		175

INTRODUCCIÓN.

En esta tesis se diseñará, realizará y se pondrá en marcha una máquina automatizada con el fin de resolver las problemáticas que se encuentran en la empresa enfocándonos en el producto de “lluvia”.

Primero se investigarán algunas de las filosofías de la automatización y robótica para comprender sus inicios, principios y parte de su historia que ha llevado a la consumación de lo dicho, con esto se hará más fácil la comprensión de lo que son estos sistemas; después se investigarán los dispositivos que son utilizados en la automatización, con el fin de conocer su funcionamiento y poder ampliar nuestro conocimiento de los dispositivos que podemos utilizar en la automatización de cualquier proceso.

Una vez obtenida la teoría de la automatización y robótica, se analizará la máquina semiautomatizada con la que se elabora la lluvia con el fin de obtener todas la problemáticas con las que cuenta esta máquina y el producto, así como también las mejoras que se le pueden hacer a este sistema, con todos estos nuevos aspectos se llegará a la realización del diseño de la nueva máquina automatizada.

Una vez entendida la problemática del sistema para la elaboración de lluvia, se realizará el diseño de una nueva máquina automatizada para consecuentemente manufacturarla.

Se analizará si realmente se resolvieron los problemas, su productividad y su eficiencia, para poner en marcha la máquina automatizada, por último se propondrán mejoras a este producto en mercadotecnia para que se tenga una mayor rentabilidad de la lluvia, para que la empresa y el cliente tengan mayores beneficios.

PROBLEMÁTICA.

Analizando la elaboración de lluvia se detectaron varios problemas, esto es en tanto a la elaboración del producto y visión hacia el mismo, por los cuales se tuvo la necesidad de hacer una máquina totalmente automatizada, los problemas que se tenían eran que la producción no dependía de la máquina si no de la velocidad con la que se trabajaba en el corte de guillotina, además, en este corte el producto se maltratará a la hora de jalarlo y con lo cual conlleva a una mala calidad y una baja producción.

La producción es uno de los problemas con los que se cuentan al depender de la velocidad de un proceso, se tenían dos opciones contratar más gente o realizar una nueva máquina resolviendo varios problemas a la vez, por tal motivo se decidió la más favorable para la empresa, que es una nueva máquina.

Otro de los principales problemas en la elaboración de lluvia y de gran importancia es la calidad en el proceso donde se fractura más el producto, siendo en el corte de guillotina, aquí ocurren varios eventos de mala calidad importantes que son:

- Rompimiento de tiras delgadas.
- Papel arrugado.
- Desperdicio de material.

El rompimiento de tiras de papel es un punto muy importante que ocasiona una mala calidad, este ocurre cuando el trabajador jala la bobina para ser cortada, como el papel es muy delgado, no tiene mucha resistencia aunándole que las tiras son muy delgadas, estas se van rompiendo y por lo tanto nuestras lluvias salen incompletas, además, que al ir ocurriendo este evento muchas veces puede llegar el momento que la bobina de papel se enreda de tal forma que se desperdiciará mucho papel y ocasiona muchas pérdidas de tiempo.

Otro de los problemas es que no se tiene ningún tipo de atracción del producto que llame la atención de la gente, su modo de empaque es una simple bolsa de plástico transparente de 1m x 15 cm, sí mejoramos este punto, la demanda de nuestro producto aumentará y tendremos una mejor competencia, al aumentar la producción y una mejora de nuestra mercadotecnia propiciaremos un equilibrio en la oferta contra demanda.

OBJETIVO.

Aplicar los conocimientos adquiridos en la carrera de Ingeniería Mecánica Eléctrica para el diseño y construcción de una máquina automatizada en una empresa de adornos navideños para mejorar la producción, calidad y costo en el producto de lluvia de esta empresa, con el propósito de que nuestros compañeros de la carrera de Ingeniería Mecánica Eléctrica vislumbren que los conocimientos adquiridos son aplicables a cualquier tipo de empresa.

El objetivo principal es resolver las problemáticas con las que se enfrenta la empresa en la realización del producto “lluvia”, ayudándonos en los conocimientos adquiridos en la carrera para lograr un sistema más eficiente.

Uno de los objetivos es mejorar la producción de este producto analizando cual es paso en donde se tiene el mayor fractura de nuestro producto, una vez detectado se mejorará y con esto la producción se aumentará, con esto podremos lograr satisfacer nuestra demanda al 100% y poder buscar más clientes para ofrecerles nuestro producto para que la empresa crezca cada día más.

Mejorar la calidad de nuestro producto analizando donde ocurre este evento y mejorar el sistema, para ofrecerles a los clientes un producto de alta calidad, así como también detectar donde ocurren los desperdicios de papel y el porqué, para evitar este tipo de sucesos y que la empresa obtenga mayores beneficios de la venta de este producto. Una mejora en la mercadotecnia del producto para que sea más atractivo y clientes con los que no se cuentan puedan fijarse más en este producto, con ello la empresa aumentará más sus ventas y podrá crecer más. Con todo este conjunto de objetivos se llegará a muchos beneficios, se aumentará la producción satisfaciendo nuestra demanda, ofreciendo nuestro producto a mas clientes, la calidad se mejorará para poder ofrecer un producto mejor, se resolverá el problema de desperdicio de material para que la empresa no tenga tantas pérdidas de materia prima y por último la utilidad de este producto aumentará.

JUSTIFICACIÓN.

La realización de este proyecto se hace con el propósito de complementar los conocimientos adquiridos en la carrera, con el fin de que estemos preparados para enfrentar problemas y poder resolverlos de la mejor manera posible.

Este tema nos pareció de gran importancia ya que engloba varios problemas interesantes como lo son la calidad de un producto, el mejoramiento de producción y costos, que con una decisión de automatización se pueden resolver varios problemas a la vez, ya que en la vida profesional nos podemos enfrentar con estos tipos de temas, por lo cual complementando estos conocimientos los podremos resolver con mayor facilidad, además de que hoy en día la automatización es un tema muy importante, ya que la mayoría de los procesos están siendo automatizados.

Al analizar los problemas que se tenían en la empresa, se tuvo la necesidad de automatizar por completo la máquina del corte de lluvia, para poder eliminar del proceso el paso de corte de guillotina, que fue en donde se encontraron más errores tanto de calidad del producto, como de la producción, ya que esta dependía de la velocidad con la que se trabajará en este paso, además de que con esto obtendríamos un plus más, que sería bajar el costo de nuestro producto y así obtener mayor utilidad.

1. ALGUNAS FILOSOFÍAS APLICADAS PARA LOS PROCESOS DE AUTOMATIZACIÓN Y ROBÓTICA.

1.1. Somera historia de la evolución de los procesos de automatización y robótica.

A lo largo de la historia el hombre tiene la inquietud de crear máquinas y dispositivos que tengan la facilidad de realizar las actividades de los seres vivos; los griegos denominaron *automatos* a este tipo de máquinas y dispositivos. La cual deriva a la actual palabra autómata: máquina o dispositivo con la facilidad de realizar actividades de un ser.

La idea de imitar hombres o animales al crear autómatas es muy antigua desde el año 400 a.C. se dice que Arquitas de Tarento creó una paloma de madera que volaba.



Fig. 1.1. Arquitas de Tarento y su primera paloma de madera.

Herón de Alejandría en el siglo d.C. describe autómatas de aves que se mueven beben y gorjean tales descripciones escritas no se tiene la seguridad de si fueron o no construidas.

Leonardo Da Vinci intento imitar a los pájaros por medio de máquinas aunque los intentos fallaron.

Los árabes entre los siglos VIII y XV heredaron y difundieron los conocimientos de los griegos, utilizando los mecanismos para la diversión y aplicaciones prácticas, introduciéndolos en la vida cotidiana, un ejemplo de estos son los dispensadores automáticos de agua para beber o lavarse.

Pedro Hanlein que había inventado el primer reloj de cuerda en el siglo XVI (Núremberg) se dedicó a construir autómatas, estos con el fin de divertir a la nobleza.

Entre los siglos XVII y XVIII se construyeron ingenios mecánicos que tienen similitud o alguna característica de los robots actuales. En su mayoría estos dispositivos los crearon los artesanos de la relojería. Su objetivo era entretener a la gente y servir de atracción en las ferias; las características de estos autómatas representaban figuras humanas, animales e incluso de pueblos enteros.

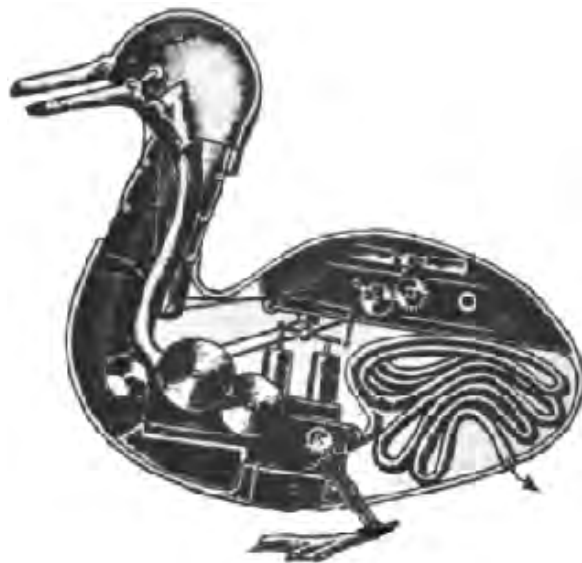


Fig. 1.2. Simulaciones de animales a mecanismos de aspecto humano.

Los grandes avances sobre toda clase de maquinaria se obtuvieron en el siglo XIX los cuales contribuyeron a la obtención de los autómatas actuales.

La primera vez que se utilizó la palabra robot fue en el año 1917 por Karel Capek en su obra *Opilec*, pero tuvo mayor publicidad en 1920 con su obra *RUR (Rossums Universal Robots)* esto con la finalidad de referirse en sus obras a máquinas con forma humanoide y años más tarde en 1940 Isaac Asimov volvió a mencionar a los robots en sus obras siendo el gran impulsador de la palabra robot ya que en 1945 publicó la revista llamada *Galaxy Science Fiction* en la que por primera vez se anunciaron las tres leyes de la robótica.

El robot ya desarrollado como máquina es muy diferente al término del robot. Después de los autómatas descritos, casi todos de aspecto humano, los progenitores más directos de los robots fueron los telemanipuladores. En 1948 R.C. Goertz desarrollo el primer telemanipulador, con el objetivo de manipular elementos radioactivos sin riesgos para el operador.

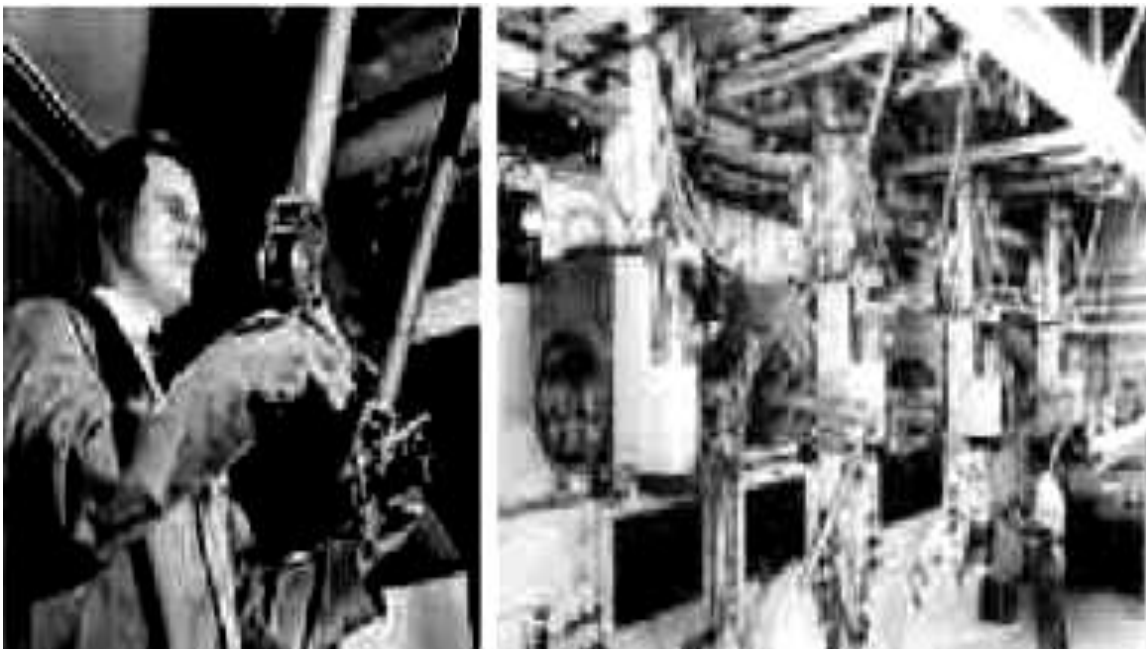


Fig. 1.3. Telemanipuladores de Goertz. Argonne National Laboratory (1948).

Sin embargo la verdadera historia de los robots comienza en el año de 1954 cuando el ingeniero norteamericano George Devol registró una patente llamada Programmed Article Transfer (Transferencia Automática de Artículos). Esta patente guio al primer robot industrial construido en 1962.



Fig. 1.4. Devol-Engelberger fundan Unimation (1956). Primer robot industrial.

En 1967 J.F. Engelberg visita Japón para después firmar acuerdos con Kawasaki para después construir los robots tipo Unimate.

En 1973 ASEA construyó el primer robot con accionamiento eléctrico llamado IRb6, y un año más tarde construyen el robot llamado IRb60.



Fig. 1.5. Robot IRb6 de la firma sueca ASEA.

Los primeros robots tenían una configuración esférica y antropomófica, especialmente de uso para la manipulación. En 1982 Makine desarrolla en concepto de robot SCARA (Selective Compliance Assembly Robot Arm) que se buscaba que fuera un robot reducido de grados de libertad, un costo limitado y una configuración orientada al ensamblado de piezas.

LOS AUTÓMATAS	
400 a.C.	Arquitas de Tarento construye una paloma de madera.
Siglo I d.C.	Descripción de aves autómatas que se mueven, gorjean y beben por Herón de Alejandría.
Siglo XVI.	Construcción del primer reloj de cuerda (Nuremberg) por Pedro Henlein.
1955	La creación de Disneylandia ayuda a la llegada de autómatas con un alto nivel de perfección: mueven los ojos, hablan, caminan etc.

1976	En la segunda versión de la filmación de King Kong, se muestran ocenas con un robot en forma de gorila.
------	---

AUTOMÁTICA CIENTÍFICA FUNDAMENTOS Y DESARROLLO

1788	Regalador de Watts, Primer servomecanismo bucle cerrado) con realimentación.
1801	Precursor del control numérico: el telar de Jacquard en su fase inicial, cintas perforadas para el control de dibujos.
1836	Construcción del motor eléctrico por Thomas Davenport, ya que es el mejor actuador por su flexibilidad de control y tamaño.
1889	Utilización de tarjetas perforadas para la confección del censo de población en la EE.UU por Hermann Hollerith.
1900	Brown-Sharpe, construye el torno con torre revolver automático, alimentado con barras estiradas y reprogramable mediante levas, caja de engranaje y topes regulables.
1937	Construcción del primer ordenador digital en Harvard por Howard Hayken.
1946	Construyen el primer ordenador completamente electrónico, John P. Eckart y John W. Mancly en la Universidad de Pensylvania.

ORIGEN DEL ROBOT

1917	Karel Capek, escritor checo, escribe la obra Opilec en la uso por primera vez la palabra robot, en checo: esclavos, servidores.
1920	Karel Capek. Escribe la obra <i>Rossum's Universal Robots</i> , en la cual describe robots humanoides.
1940	Isaac Asimov. Sus novelas universalizan la palabra robot, en estas, se presenta a los robots como buenos.

LOS VERDADEROS ROBOTS	
1954	George C. Devol, da a conocer la patente sobre la transferencia programada de artículos.
1956	George C. Devol y Joseph Engeiberg, crean la primera compañía constructora de robots.
1958	Nace la Consolidated Controls Corporation.
1959	Se construye el primer robot industrial.
1961	General Motors, hace la primera prueba del robot Unimate en maquinaria para inyectar piezas de aluminio, fabricado por UNIMATION (Universal Automation).
1962	Nacen los robots de VERSATRAN (Versatile Transfer).
1967	Joseph Engelberger, presenta robots americanos en Japón (700 ejecutivos se hacen presentes en la conferencia).
1968	Kawasaki Heavy Industry adquiere la licencia de Unimation.
1970	Se realiza el primer International Symposium on Industrial Robots (ISIR), en Chicago.
1973	ASEA da a conocer el primer robot totalmente electrónico.
1975	Se crea la Asociación Americana de Robótica, RIA.
1978	Yamanashy University de Japón presenta el prototipo del robot SCARA.
1981	Robot SCARA en el mercado de Japón.
1985	Se crea la Asociación Española de Robótica.
1986	Se crea la Federación Internacional de la Robótica.

Fig. 1.6. Cronología de la historia de la automatización.

La figura 1.6., se refiere a una breve historia cronológicamente de la automatización y robótica, con el fin de darnos una idea de que tan difícil es el progreso de la automatización y robótica, de las grandes ideas que se han plasmado por décadas, las cuales han ayudado al florecimiento espectacular de las nuevas tecnología.

1.2 Primeras filosofías aplicadas en el diseño de dispositivos de automatización y robótica.

Las primeras filosofías de la robótica las planteo el conocido autor del género, Isaac Asimov, donde incluyó en una de sus obras las leyes que debían regir los robots. Sus “Androides pensantes” debían obedecerlas siguientes “tres leyes de la robótica”¹:

1. Un robot no puede perjudicar a un ser humano, ni con su inacción permitir que un ser humano sufra daño.
2. Un robot ha de obedecer las órdenes recibidas de un ser humano, excepto si tales órdenes entran en conflicto con la primera ley.
3. Un robot debe proteger su propia existencia mientras tal protección no entre en conflicto con la primera o segunda ley.

Las leyes de Asimov son de gran importancia bajo el punto de vista literario y como meta filosófica, pero como hasta ahora ningún robot entra en la categoría de estas leyes, habrá que esperar hasta que esto suceda para ver si estas leyes realmente se cumplirán.

*Los 14 atributos de un buen robot*²:

- 1) Una mano capaz de sostener y transportar la pieza o herramienta.
- 2) Un brazo capaz de mover la mano hasta cualquier punto del espacio.
- 3) Una muñeca capaz de orientar la pieza o herramienta en cualquier posición en el espacio.
- 4) Los músculos necesarios para sostener la pieza o herramienta y transportarla a la velocidad requerida.
- 5) Repetitividad acorde con la carga y cometido.
- 6) Velocidad de ejecución al menos igual a la de un humano.

¹Fundamentos de robótica, Varios autores: Barrientos, Peñín, Balaguer, Aracil; Ed. MacGraw-Hill, 1997, Pág. 4.

² Cómo y cuándo aplicar un robot industrial, Daniel AudíPiera, Ed. Marcombo, 1988, Pág. 43.

- 7) Una fiabilidad de al menos 400 horas de trabajo entre averías (media).
- 8) Una construcción que permita un fácil mantenimiento, con un acceso rápido a los componentes y su intercambiabilidad en caso de avería, disponiendo además de auto-diagnostico.
- 9) Controles manuales que permitan a un operador mandar cada una de las funciones del robot por separado.
- 10) Una memoria capaz de registrar todas las instrucciones del operador.
- 11) Sistemas automáticos que permitan a la memoria controlar las operaciones en ausencia del instructor humano.
- 12) Un banco de programas para poder repetir trabajos realizados en el pasado, o con alternancia (paso de piezas distintas en una misma cadena).
- 13) Dispositivos de seguridad y sistemas de conexión con la oficina, el taller y con la máquina en que opera el robot.
- 14) Una interfaz capaz de dialogar con un ordenador.

1.3. Definición de automatización y robótica.

Automatización:

La automatización es el estudio de métodos y procedimientos para la sustitución de la acción humana por mecanismos (operador artificial), capaces de ejecutar ciclos completos de operaciones que se pueden repetir indefinidamente, para realizar tareas previamente programadas.

Según el grado de automatización que se requiera dar al proceso, este presentará una configuración y características determinadas.

Robótica:

La robótica se encarga del estudio de los atributos fundamentales de un robot, además de las diferencias y similitudes entre los diferentes tipos de robots, distinción entre los sistemas internos sensoriales y externos de un robot y sus diversas aplicaciones de los robots.

1.4 ¿Qué es un robot?

Hay varios tipos de robots, existen robots de uso doméstico, otros para ayuda médica, otros para labores peligrosas y bien los robots de la industria. Pero los llamados Androides, es decir robots que semejan características humanas están muy lejos de ser una realidad en nuestro mundo.

Es un manipulador automático, reprogramable y multifuncional diseñado para mover material, partes, herramientas o bien dispositivos especializados para desempeñar una variedad de labores a través de movimientos diversos programados.

En otras palabras un robot es un dispositivo que permite realizar labores mecánicas normalmente asociadas con los humanos de una manera mucho más eficiente, sin necesidad de poner en riesgo la vida humana, normalmente su uso es el de realizar una tarea de manera cíclica, pudiéndose adaptar a otra sin cambios permanentes en su material.

La palabra robot, proviene del término checo "Robota" es decir trabajo forzado y su uso se remonta a la obra teatral (PLAY) de 1921 del checo Karel Capek titulada R.U.R., Robots Universales de Rossum. En esta obra Capek habla de la deshumanización del hombre en un medio tecnológico; a diferencia de los robots actuales, éstos no eran de origen mecánico, sino más bien creados a través de medios químicos.

1.4.1 Clasificación del robot.

Tipo A	Manipulador con control manual o telemando.
Tipo B	Manipulador automático con ciclos preajustados; regulación mediante fines de carrera o topes; control por PLC; accionamiento neumático, eléctrico o hidráulico.
Tipo C	Robot programable con trayectoria continua o punto a punto. Carece de conocimientos sobre su entorno.
Tipo D	Robot capaz de adquirir datos de su entorno, readaptando su tarea en función de estos.

Fig. 1.7. Clasificación de los robots en base a su tipo.³

La figura 1.7., se refiere a la clasificación de los robots establecida por la Asociación Francesa de la Robótica Industrial (AFRI).

1 Generación	Repite la tarea programada secuencialmente. No toma en cuenta las posibles alteraciones de su entorno.
2 Generación	Adquiere información limitada de su entorno y actúa en consecuencia. Puede localizar, clasificar (visión), detectar esfuerzos y adaptar sus movimientos en consecuencia.
3 Generación	Su programación se realiza mediante el empleo de un lenguaje natural. Posee capacidad para la planificación automática de tareas.

Fig. 1.8. Clasificación de los robots en base a su generación.⁴

³ Fundamentos de robótica, Varios autores: Barrientos, Peñín, Balaguer, Aracil; Ed. MacGraw-Hill, 1997, Pág. 10.

⁴ Fundamentos de robótica, Varios autores: Barrientos, Peñín, Balaguer, Aracil; Ed. MacGraw-Hill, 1997, Pág. 11.

La figura 1.8., se refiere a otro tipo de clasificación de los robots este estilo lo clasifica en generaciones en forma de la evolución de los robots.

Generación	Nombre	Tipo de control	Grado de movilidad	Uso más frecuente
1 (1982)	Pick & place	Fines de carrera, aprendizaje	Ninguno	Manipulación, servicio de máquinas
2 (1984)	Servo	Servocontrol, trayectoria continua, programación. Condicional	Desplazamiento por vía	Soldadura, pintura
3 (1989)	Ensamblado	Servos de precisión, visión, tacto	AGV, Guiado por vía	Ensamblado, desbarbado
4 (2000)	Móvil	Sensores inteligentes	Patas, Ruedas	Construcción, Mantenimiento
5 (2010)	Especiales	Controlados con técnicas IA	Andante Saltarín	Uso militar y Uso espacial

Fig. 1.9. Clasificación de los robots en base a su uso.⁵

La figura 1.9., es la clasificación propuesta por T.M Knasel en donde se puede distinguir la evolución tecnológica que han tenido los robots desde 1982 hasta el 2010.

⁵ Fundamentos de robótica, Varios autores: Barrientos, Peñín, Balaguer, Aracil; Ed. MacGraw-Hill, 1997, Pág. 14.

1.4.2. Principales características de los robots.

Las principales características de los robots son:

Alcance: Es el espacio hasta dónde puede llegar a situarse el punto de referencia del elemento terminal. Morfologías aparentemente parecidas tienen alcances bastante distintos debido a su diseño mecánico y por ello provoca restricciones.

Capacidad de carga: La capacidad de carga se fija como un máximo a no ser sobrepasado, esta afecta a todas las demás características, esta se debe de contar como una variable ya que, por cada carga, habrá velocidades, flexiones, aceleraciones, etc., distintas.

Repetibilidad: Se refiere al radio polar máximo de los distintos puntos alcanzados por el punto de referencia del elemento terminal, en ciclos repetidos, en las mismas condiciones de carga y temperatura.

Precisión: Es el grado en que se ajusta la posición del punto medio, en una serie de movimientos repetitivos, a un punto de referencia del elemento terminal respecto a la posición programada, con carga nominal y temperatura normal.

Resolución: Es el incremento mínimo de movimientos que puede ser producido en el punto de referencia del elemento terminal.

Velocidad: La velocidad es un factor importante, sobre todo en los movimientos largos, ya que en los cortos no se alcanza siempre la velocidad máxima. Este factor es muy importante en los robots de montaje, pero es poco importante en otros robots como en los de soldadura por arco.

Aceleración: Este factor es muy importante en los movimientos cortos. Para conseguir una buena aceleración se debe procurar que las masas de todos los elementos móviles sean pequeñas y que los centros de masa de los elementos que giran estén en el eje de giro, además de que los actuadores deben de ser potentes pero al mismo tiempo ligeros.

Deriva: Es la tendencia a un cierto desplazamiento del punto medio (a lo largo de muchos ciclos) de las posiciones alcanzadas por el punto de referencia del elemento terminal.

Fiabilidad: Esta característica es la que nos informa si el robot está funcionando correctamente. Cada proceso tiene puntos críticos diferentes, las pérdidas por interrupciones pueden variar todo depende de cómo se trabaje el robot, las cuales son:

- 1) En serie (nos da como resultado un ciclo corto del robot).
- 2) En paralelo (en este tipo de trabajo el robot tiene un ciclo más largo).

Un ejemplo de lo anterior sería, si estamos soldando coches en dos líneas distintas, una de configuración en serie y otra en paralelo con vehículos guiados automáticamente, la avería de un robot será más crítica en el primer caso que en el segundo.

Vida: Un equipo tiene dos clases de muerte, por obsolescencia del diseño o por un costo muy alto en las reparaciones, esto ocurre cuando dejan de encontrarse refacciones en el mercado. Según Warren P. Seering y Víctor Scheinman la cantidad de ciclos que resisten los mecanismos es la siguiente:

Por fallos mecánicos.

- En pequeños movimientos hasta 5% del recorrido total, estos pueden alcanzar de 20 a 50 millones de ciclos.
- En grandes movimientos con más del 50% del recorrido total, pueden alcanzar de 1 a 20 millones de ciclos.

Otros fallos comunes.

- Fallo en escobillas en motores de corriente continua.

- Dientes de engranaje descascarillados o rotos por fatiga.
- Fallo en los cables eléctricos por la gran cantidad de flexiones a que son sometidos.
- Fallo de un elemento electrónico.
- Atasco de un elemento hidráulico o neumático.

La vida de un robot que este bien construido el cual trabaje satisfactoriamente es de alrededor de diez años. Pero su vida variará según el trabajo al cual sea sometido como el tiempo de trabajo, la dureza del trabajo y el entorno donde se trabaje.

En el caso de las máquinas una bien diseñada es más crítico la obsolescencia de la máquina que el número de horas trabajadas. Es interesante señalar que las máquinas se resisten a morir, porque cuando son obsoletas en una región pueden resultar muy avanzadas en otra.

1.5. Algunas técnicas de automatización.

En la naturaleza de la automatización existen varias técnicas de automatización como lo son la electrónica, eléctrica, hidráulica, neumática, mecánica y estas a su vez se pueden combinar, ya que en la práctica son las más habituales.

1.5.1. Automatización Electrónica.

La electrónica ha sido de gran importancia para la industria ya que se ha tenido una verdadera revolución y ha permitido que la automatización industrial haya dado un paso gigante. Prácticamente la base en este avance en la automatización industrial ha sido el sistema digital, que ha desembocado en el ordenador y naturalmente, en el autómatas programable.

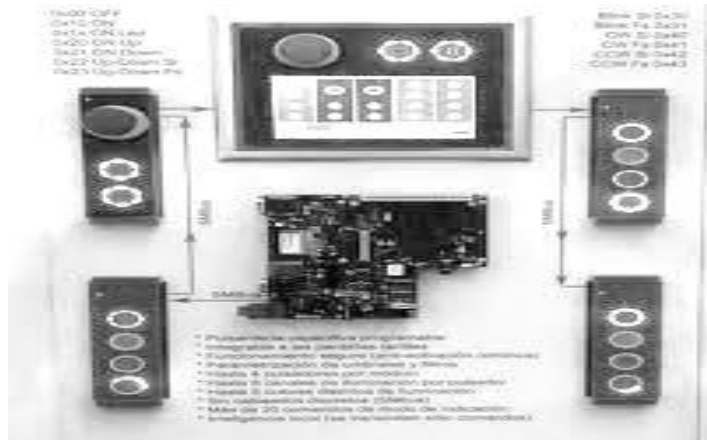


Fig. 1.10. Tablero electrónico de una máquina con PLC.

1.5.2. Automatización Eléctrica.

Este tipo de automatización la debemos de tomar en cuenta, ya que en cualquier tipo de máquina por muy sencilla que esta sea tendrá algún tipo de automatismo eléctrico, encargado de gobernar los motores o como función de mando dentro de la propia máquina.

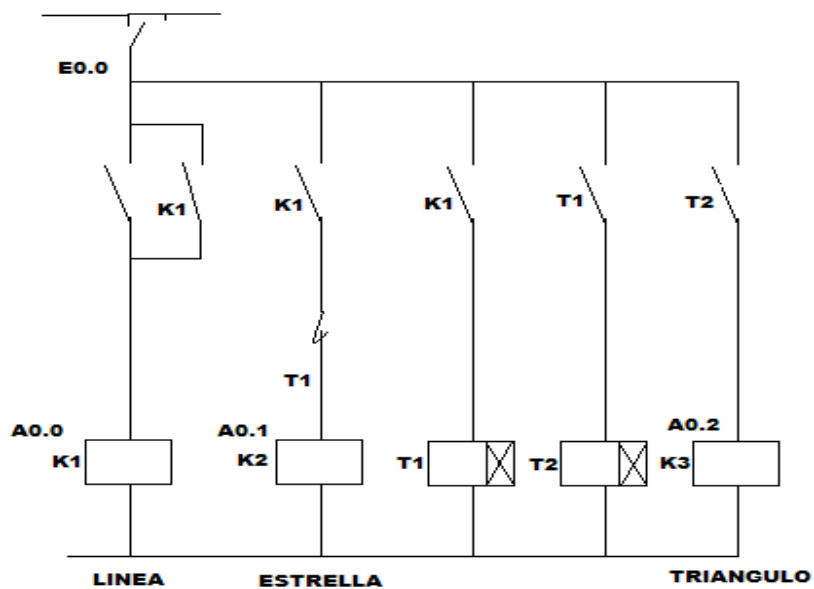


Fig. 1.11. Configuración de la automatización eléctrica.

1.5.3. Automatización Neumática.

Esta técnica tiene muchas aplicaciones, se usa más frecuentemente en trabajos de fijación de piezas, bloqueo de órganos, alimentación de máquinas y movimiento lineal de órganos que no necesitan velocidades de actuación rigurosamente constantes. La mayoría de las automatizaciones industriales tienen, como elementos de mando, instalaciones neumáticas.

Ventajas de la automatización neumática:

- Esta automatización tiene un sistema de mando muy sencillo como: cilindros, válvulas, etc.
- Tienen una muy buena rapidez de movimiento como respuesta.
- Los sistemas neumáticos una vez instalados son muy económicos.

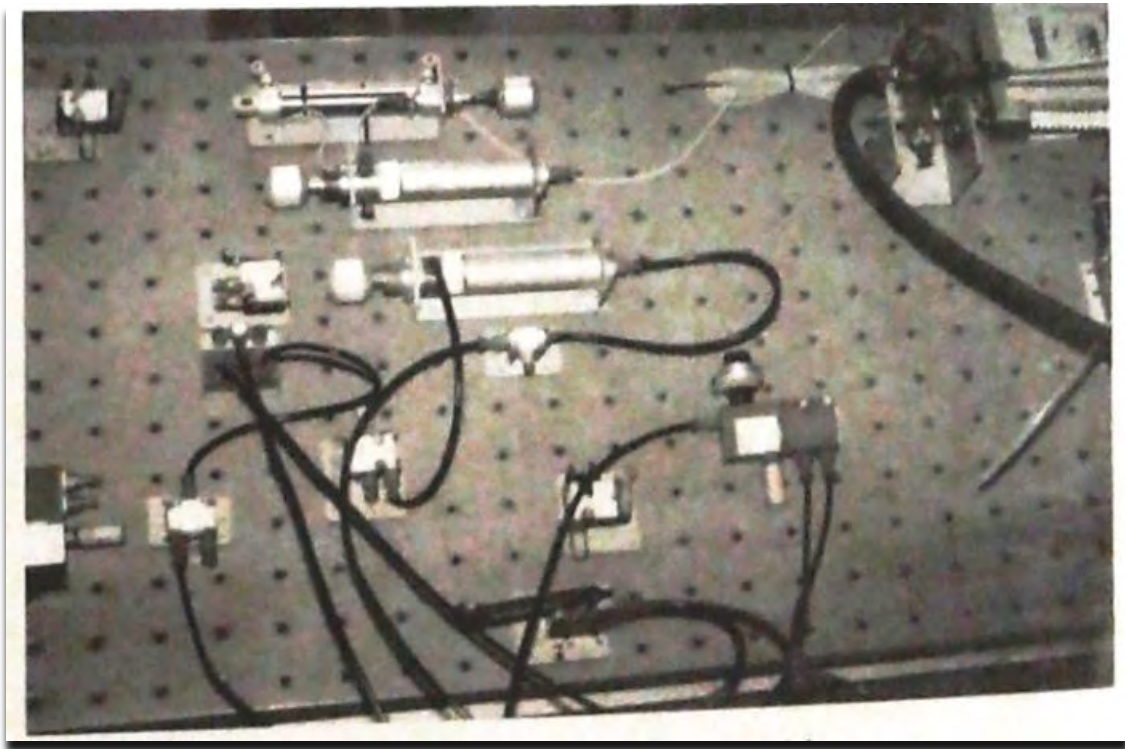


Fig. 1.12. Representación de la automatización neumática.

Desventajas de la automatización neumática:

-La instalación de estos equipos requieren de un desembolso económico añadido a la propia automatización.

-Se debe tener un mantenimiento del aire, ya que se deben mantener los equipos limpios y secos.

1.5.4. Automatización Hidráulica.

Prácticamente es lo mismo que la automatización neumática, pero con algunas pequeñas diferencias; por ejemplo, la automatización hidráulica es más lenta que la neumática, pero es capaz de desarrollar más trabajo. Los sistemas hidráulicos de preferencia se deben de usar en los casos donde se va desarrollar mucho trabajo y donde la velocidad no sea primordial. Este tipo de automatización la podemos encontrar en prensas, diversas máquinas herramientas y por supuesto en el automóvil: frenos, dirección, suspensión, etc.

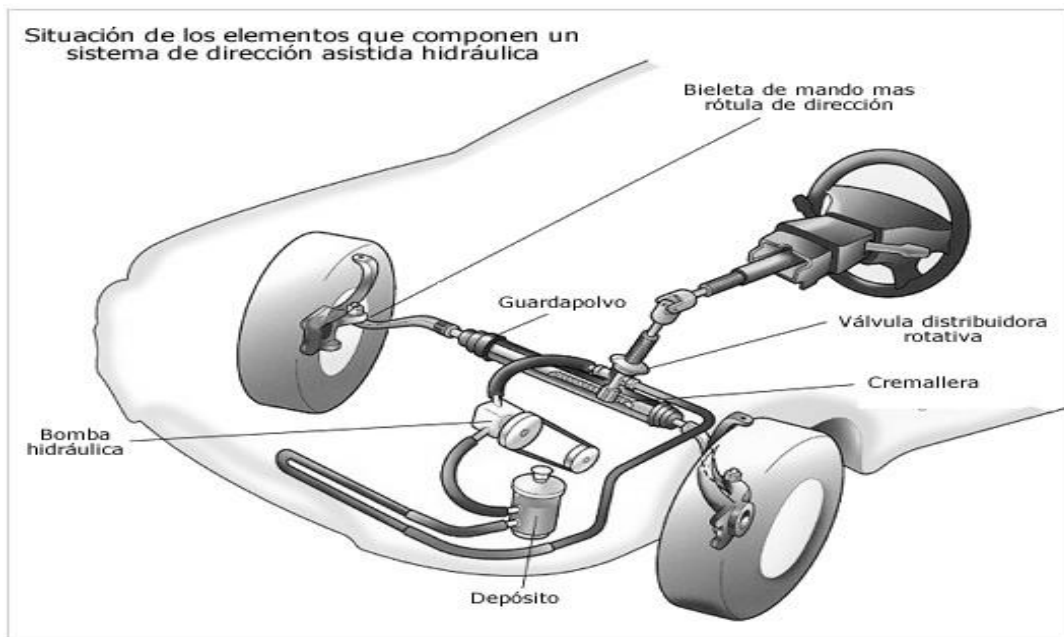


Fig. 1.13. Elementos de una dirección hidráulica.

1.5.5. Automatización Mecánica.

Los sistemas mecánicos en la mayoría de los casos son complicados, ya que tienen gran abundancia de mecanismos y muy poca flexibilidad. Una gran ventaja de este tipo de automatización es que la tecnología que regula su funcionamiento es relativamente muy accesible y lo puede manejar personal poco calificado, por lo que su mantenimiento y montaje son relativamente económicos.

Algunos de los mecanismos que componen a la automatización mecánica son: ruedas dentadas, poleas para transmisiones del movimiento biela-manivela, piñón-cremallera, etc., para la conversión del movimiento rectilíneo en circular y viceversa; levas y palancas para la obtención de recorridos controlados, etc. Hay gran variedad de automatismos mecánicos en la industria como lo son: máquinas herramientas, motores de combustión interna, relojes mecánicos y toda la maquinaria que formó parte de la revolución industrial.

Los problemas de la automatización mecánica son la longitud de las cadenas cinemáticas y la sincronización de movimientos en los órganos móviles.



Fig. 1.14. Modelado de una máquina automatizada mecánicamente.

1.6. Controles de un proceso.

En el control de un proceso básicamente existen dos formas básicas, el control lazo cerrado y el control lazo abierto.

1.6.1. Control lazo cerrado.

Este tipo de control lazo cerrado, se caracteriza básicamente porque hay una retroalimentación a través de los sensores desde el proceso hacia el sistema de control, esto con el objetivo de permitir conocer si las acciones ordenadas a los actuadores se han realizado correctamente hacia el proceso.

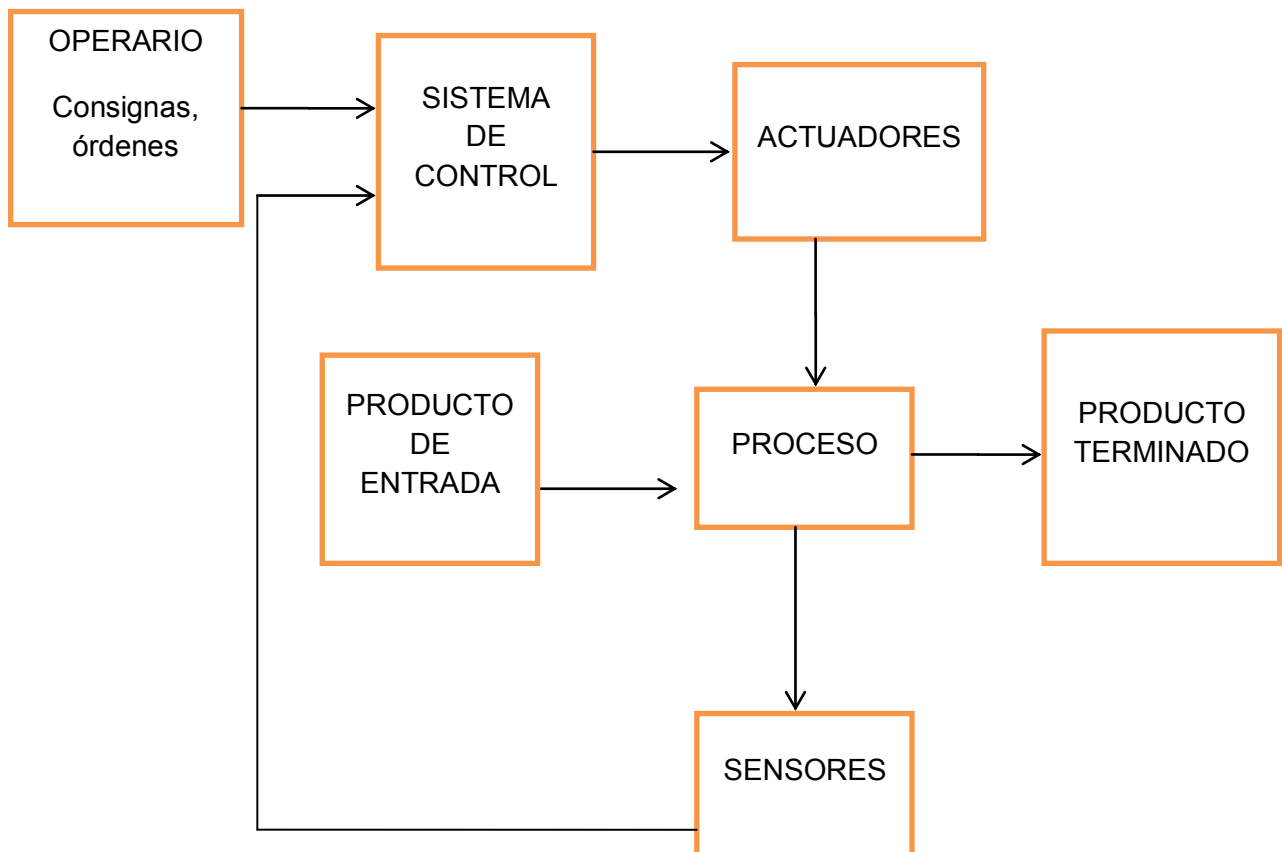


Fig. 1.15. Representación esquemática de un control lazo cerrado.

1.6.2. Control lazo abierto.

Este tipo de control se caracteriza básicamente porque la información o variables que controlan el proceso circulan en una sola dirección, desde el sistema de control al proceso. En este tipo, el sistema de control no recibe ninguna información de que las acciones que realizan los actuadores en el proceso se han ejecutado correctamente.

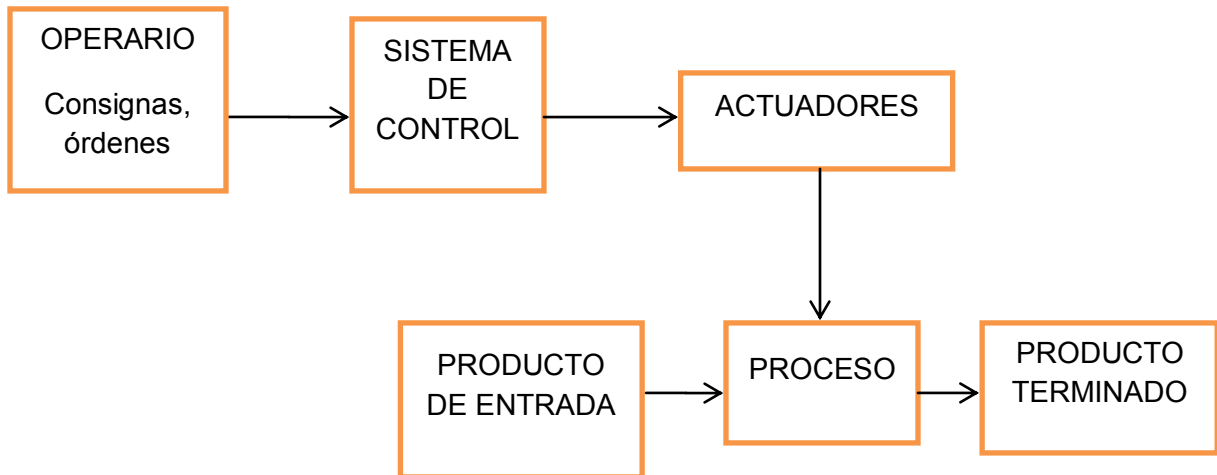


Fig. 1.16. Representación esquemática de un control lazo abierto.

1.7. Tipos de procesos industriales.

Los procesos industriales se pueden clasificar en:

- Continuos.
- Discontinuos o por lotes.
- Discretos.

El concepto de automatización industrial tradicionalmente se ha ligado al estudio y aplicación de los sistemas de control empleados en los procesos discontinuos y los procesos discretos, dejando a los procesos continuos a disciplinas como regulación o servomecanismos.

1.7.1. Procesos continuos.

Los procesos continuos se caracterizan porque las materias primas entran constantemente por un extremo, mientras que en el otro extremo se obtiene el producto terminado de manera continua.

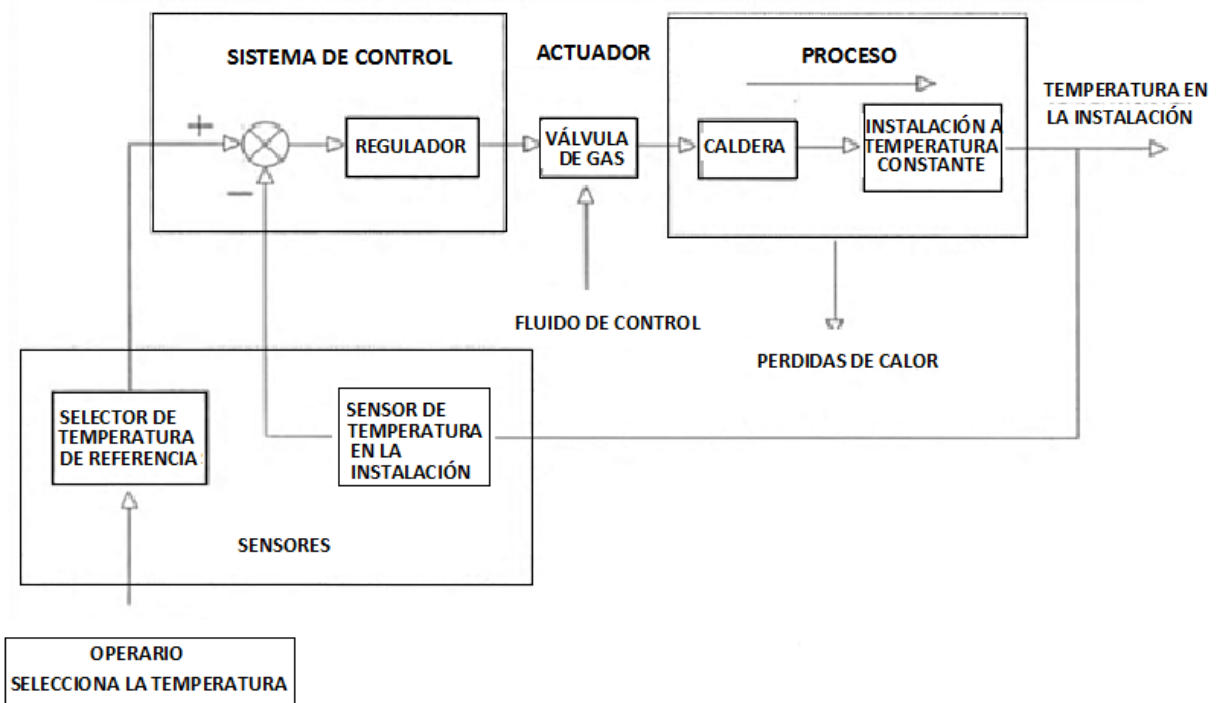


Fig. 1.17. Esquema de un sistema de calefacción.

Un ejemplo de este tipo de proceso continuo puede ser un sistema de calefacción con el objetivo de mantener una temperatura constante en una instalación industrial. La materia prima en este caso es la temperatura que se quiere alcanzar en dicha instalación y el producto de salida será la temperatura que realmente existe.

En la instalación se puede comprobar dos características propias de los sistemas continuos:

- El proceso se realiza en un tiempo relativamente largo.
- Las variables empleadas en este proceso y en el sistema de control son de tipo analógico, dentro de los límites determinados las variables pueden tomar infinitos valores.

1.7.2. Procesos discretos.

En este tipo de proceso el producto de salida se obtiene a través de una serie de operaciones, muchas de ellas tienen similitud. La materia prima en este caso es habitualmente un elemento discreto que trabaja en forma individual.

Un ejemplo de este tipo de proceso es la fabricación de una pieza metálica rectangular con dos taladros. Este proceso se puede dividir en una serie de estados para obtener la pieza terminada, estos se deben realizar secuencialmente, de manera que para pasar de un estado a otro es necesario que se haya realizado el anterior correctamente. Para este ejemplo los estados propuestos son:

- Corte de pieza rectangular con dimensiones determinadas, a partir de una barra que alimenta la sierra.
- Transporte de la pieza al taladro.
- Realizar el barreno A.
- Realizar el barreno B.
- Evacuar pieza.

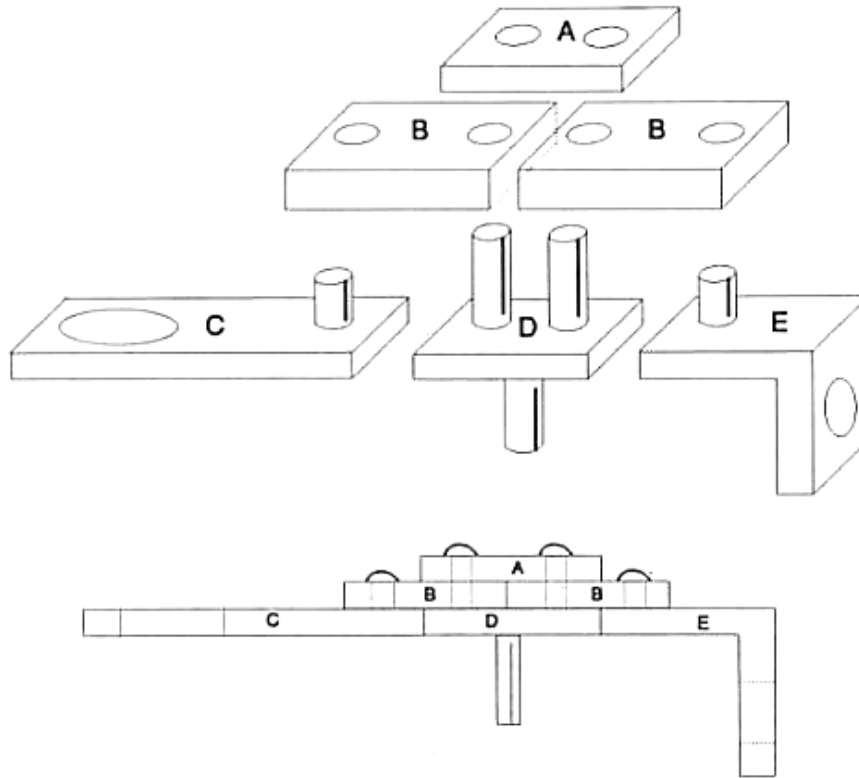


Fig. 1.18. Armado de pieza.

Cada uno de estos estados requiere de una serie de activaciones y desactivaciones de los actuadores (motores y cilindros neumáticos) que se producirán en función de los sensores y la variable que indica que se ha realizado el estado anterior correctamente.

1.7.3. Procesos discontinuos o por lotes.

En este tipo de proceso se recibe en la entrada las cantidades de las diferentes piezas discretas que se necesitan para realizar el proceso. Después se trabajará en este conjunto, donde se realizarán las operaciones necesarias para producir un producto o un producto intermedio listo para un trabajo posterior.

Un ejemplo de un proceso discontinuo es el de formar una pieza de una maquina partiendo de las piezas representadas en la siguiente figura, estas se han obtenido a partir de procesos discretos, las piezas se ensamblaran como se indica, una vez colocadas se remacharan los cilindros superiores de las piezas C, D y E de forma que se obtenga una sola pieza.

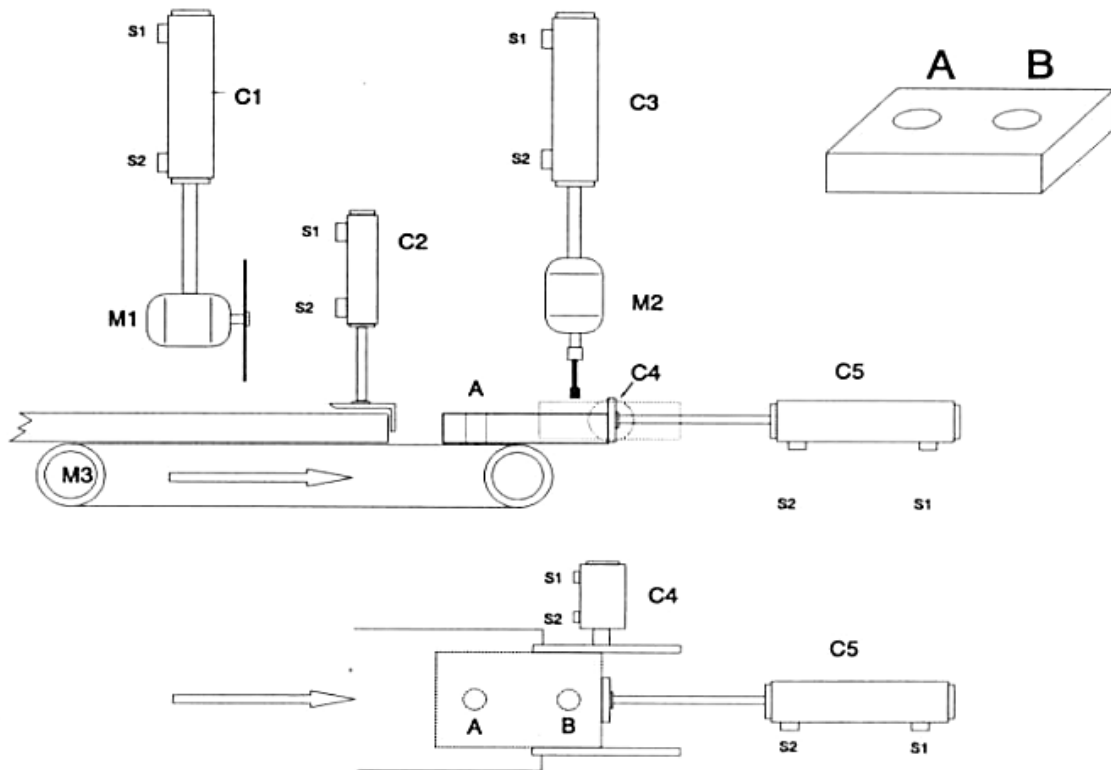


Fig. 1.19. Proceso de armado de pieza.

Este proceso se puede dividir en los siguientes estados:

- Posicionar piezas C, D y E.
- Posicionar pieza B.
- Posicionar pieza A.
- Remachar los cilindros superiores de C, D y E.

2.- CLASIFICACIÓN DE LOS DISPOSITIVOS UTILIZADOS EN EL PROCESO DE AUTOMATIZACIÓN Y ROBÓTICA.

2.1. Sistemas sensoriales.

Se le llama *sensor* al dispositivo capaz de captar magnitudes, el sensor está diseñado para recibir información de una magnitud del exterior y transformarla en otra magnitud, para que la pueda interpretar otro dispositivo.

Se le llama *transductor* al dispositivo que transforma el efecto de una magnitud captada, en otro tipo de señal, normalmente eléctrica.

Las magnitudes captadas pueden ser por ejemplo: temperatura, intensidad lumínica, distancia, aceleración, inclinación, desplazamiento, humedad, presión, fuerza, pH, torsión, etc.

El término transductores muy común asociarlo con dispositivos con una salida de magnitud eléctrica o magnética, en la actualidad los sensores forman parte de autómatas programables. En la Fig. 2.1., se muestra la estructura general de un transductor, en la cual influye tres fases importantes:

- *Sensor*. Lo denominaremos como señal, ya que está transformando las variaciones de una magnitud física en variaciones de magnitud eléctrica o magnética.
- *Tratamiento de señal*. Suele filtrar, amplificar para modificar la señal obtenida en el sensor, por medio de circuitos electrónicos.
- *Salida*. En esta fase de salida se contienen los transmisores, amplificadores, interruptores, convertidores y las partes que adaptan la señal a las necesidades de la salida.

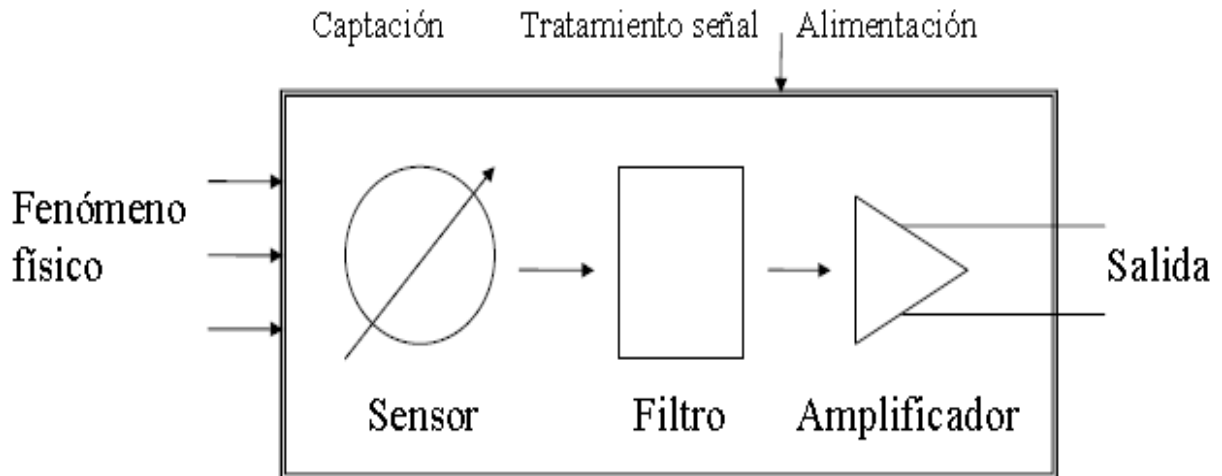


Fig. 2.1. Estructura de un transductor.

Los sensores pueden estar conectados a un computador para obtener ventajas como son el acceso a una base de datos, para poder tomar valores que nos ayuden a cuantificar y manipular.

2.1.1. Características de los sensores.

Entre las características más significativas de los sensores se encuentran:

- *Características estáticas*, es la descripción de la forma que actúa el sensor en régimen permanente o con variaciones muy lentas de la magnitud a medir. Estas características son: Campo de medida, Resolución, Repetibilidad, Precisión, Linealidad, Sensibilidad, Ruido e Histéresis.
- *Características dinámicas*, es la descripción del comportamiento del sensor en régimen transitorio. Las características son: Velocidad de respuesta, Respuesta en frecuencia y Estabilidad.

2.1.1.1. Características estáticas.

Campo de medida.

Es el conjunto de valores de la magnitud que puede tomar la señal de entrada, contenido entre el máximo y el mínimo detectados por el sensor, con una tolerancia aceptable del error.

Resolución.

Muestra la capacidad del sensor para distinguir entre valores muy próximos de la magnitud de entrada. El sensor es capaz de distinguir la mínima diferencia entre dos valores próximos.

Repetitibilidad.

Indica la máxima variación entre valores de salida obtenidos al medir repetidas veces la misma entrada, en condiciones ambientales idénticas y con el mismo sensor.

Precisión.

Define la variación máxima entre la salida real obtenida y la salida teórica dada como patrón para el sensor.

Linealidad.

Si en todo el rango de medida se encuentra una constante de proporcionalidad única que relaciona los incrementos de la señal de salida con los respectivos incrementos de la señal de entrada, se dice que el sensor tiene linealidad.

Sensibilidad.

Indica el menor o la mayor variación de la señal de salida por unidad de la magnitud de entrada. Cuanto mayor sea la variación de la señal de salida producida por una variación en la señal de entrada, el sensor es más sensible.

Ruido.

Cualquier perturbación aleatoria del propio sistema de medida que afecta la señal que se quiere medir.

Histéresis.

Diferencia entre valores de salida correspondientes a la misma entrada, según la trayectoria seguida por el sensor.

2.1.1.2. Características dinámicas.

Velocidad de respuesta.

Capacidad del sensor para que la señal de salida siga sin retraso las variaciones de la señal de entrada.

Respuesta en frecuencia.

Es la relación entre la sensibilidad y la frecuencia cuando la entrada es una excitación senoidal.

Estabilidad.

Desviación en la salida del sensor con respecto al valor teórico dado, al variar parámetros exteriores distintos al que se quiere medir (condiciones ambientales, alimentación, etc.).

2.1.2. Clasificación de los sensores.

Podemos dar varias clasificaciones de los sensores, ya que son muy numerosas las magnitudes físicas capaces de ser transformadas en señales eléctricas.

En la Fig. 2.2., se muestra la clasificación de sensores de acuerdo a ciertas características diferentes.

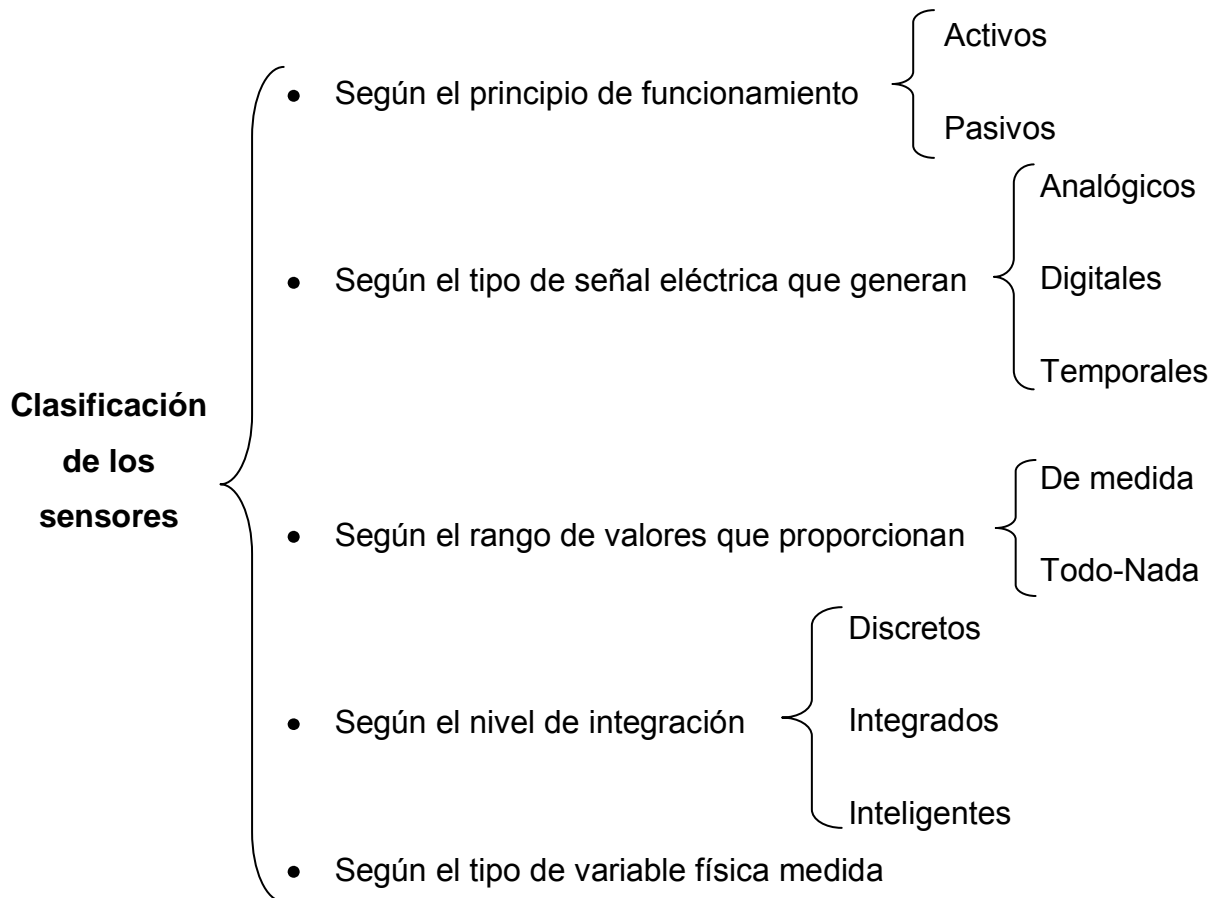


Fig. 2.2. Clasificación de los sensores⁶.

2.1.3. Clasificación de los sensores según el principio de funcionamiento.

Otra forma de clasificarlas es de acuerdo según el principio de funcionamiento, es la acción de que el propio captador requiera o no una alimentación externa para su funcionamiento. Se clasifican en, *sensores activos* y *sensores pasivos*.

⁶Autómatas programables y sistemas de automatización, Varios autores: Mandado, Acevedo, Silva, Armesto; Ed. Alfaomega, 2ª Edición, 2009, Pág. 431.

Sensores activos.

Los *sensores activos o generadores*, son en los que la magnitud física a medir les da la alimentación necesaria para generar la señal eléctrica de salida. Por lo consiguiente no necesitan alimentación exterior para funcionar, aunque si suelen necesitarla para amplificar la débil señal de un captador. Cabe mencionar algunos sensores activos como son: piezoeléctricos, magnetoeléctricos (electromecánicos), termoeléctricos (termopares), fotoeléctricos u optoelectrónicos (fotovoltaicos), etc.

Sensores pasivos.

Los *sensores pasivos o moduladores*, son en los que la magnitud física a medir se basa en la modificación de la impedancia eléctrica o magnética de un material en determinadas condiciones físicas o químicas. Este tipo de sensores se caracterizan por falta de tensión de alimentación externa. Debidamente alimentados, provoca cambios de tensión o de corriente en un circuito, los cuales son recogidos por el circuito de interfaz. Algunos sensores pasivos tales como son: resistivos (fotorresistivos, electroquímicos, termorresistivos, extensiométricos, potenciométricos magnetorresistivos), inductivos (reluctancia variable, transformador variable,), capacitivos, etc.

2.1.4. Clasificación de los sensores según el tipo de señal eléctrica que generan.

Los sistemas sensoriales en su salida generan señales eléctricas, dichas señales eléctricas pueden estar formadas por un voltaje o una tensión entre dos puntos.

Una corriente eléctrica puede variar a lo largo del tiempo y representar de diferentes maneras la información, mediante algún parámetro de una señal eléctrica. Un sistema sensor puede generar señales eléctricas, como son: analógicas, digitales y temporales, tal como se indica en la figura 2.2.

Señal de Analógica.

La señal analógica es la que genera en la salida un valor de tensión o corriente variable en forma continua dentro de márgenes de medida y que llevan la información en su amplitud.

Los sensores de este tipo con frecuencia incluyen una fase de salida para suministrar señales normalizadas de 0-10 Volts o 4-20 mA.

En la fig. 2.3., se muestra el diagrama de bloques de un sensor analógico. Las señales eléctricas analógicas se pueden clasificar a su vez en variables o continuas.

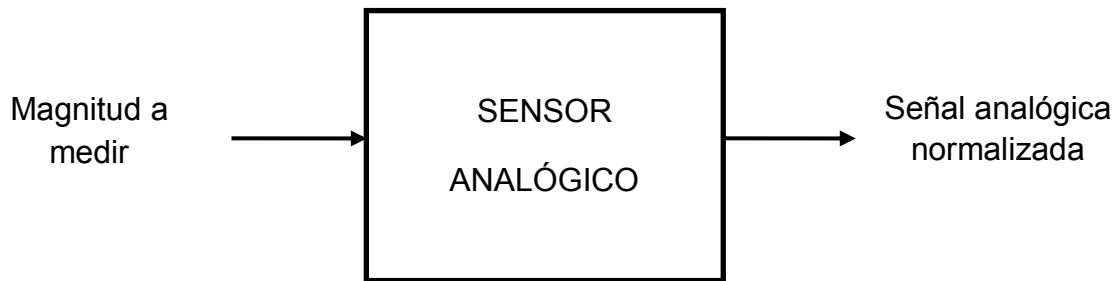


Fig. 2.3. Diagrama de bloques de un sensor analógico.

Las *señales analógicas variables* son aquellas que equivalen a la suma de un conjunto de senoides de frecuencia mínima mayor que cero. En la figura 2.4., se muestra un caso típico de señal senoidal de frecuencia constante que muestra la información mediante su amplitud y las señales de audio frecuencia.

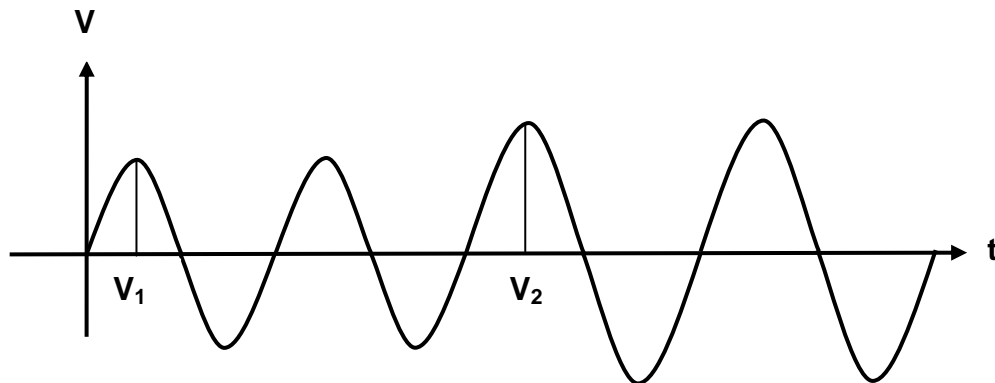


Fig. 2.4. Señales analógica senoidal de frecuencia constante.

Las *señales analógicas continuas* se pueden descomponer en una suma de senoides cuya frecuencia mínima es cero. Se trata de señales que pueden tener un cierto nivel fijo durante un tiempo indefinido figura 2.5.

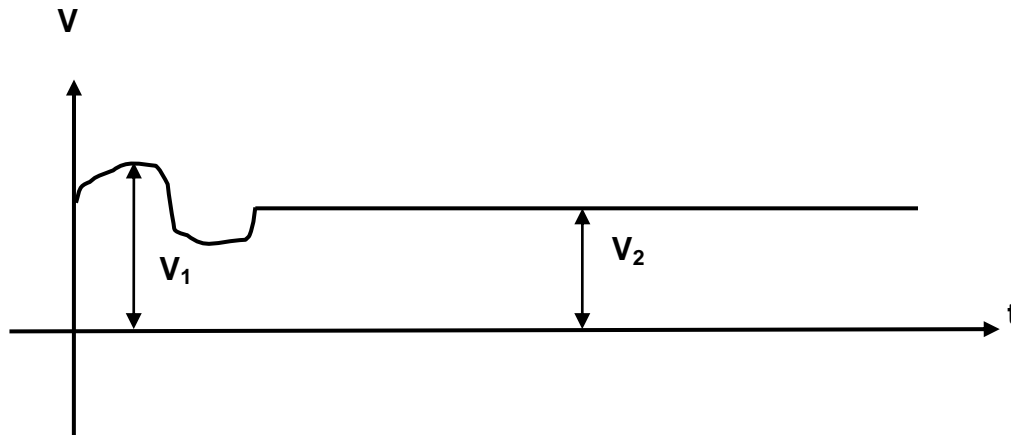


Fig. 2.5. Señal analógica continua.

Señal Digital.

Las *señales digitales* son aquellos que dan como salida una señal codificada en forma de pulsos o codificada en binario, que sólo pueden tener dos niveles de tensión, asignados a los números binarios 0 y 1. El valor 1 se le asigna a la tensión más alta y a la tensión más baja se le asigna el valor 0.

Una variable binaria recibe el nombre de *bit*. Para representar una información se necesita un cierto número n de variables binarias cuyo valor depende de la presión que se desee. La n variables binarias se pueden representar de dos formas diferentes:

- Mediante señales binarias independientes. Obsérvese que la figura 2.6., muestra la señal digital en formato en paralelo.
- Mediante una secuencia de niveles cero y uno de una señal digital. En la figura 2.7., se muestra la señal digital en formato en serie.

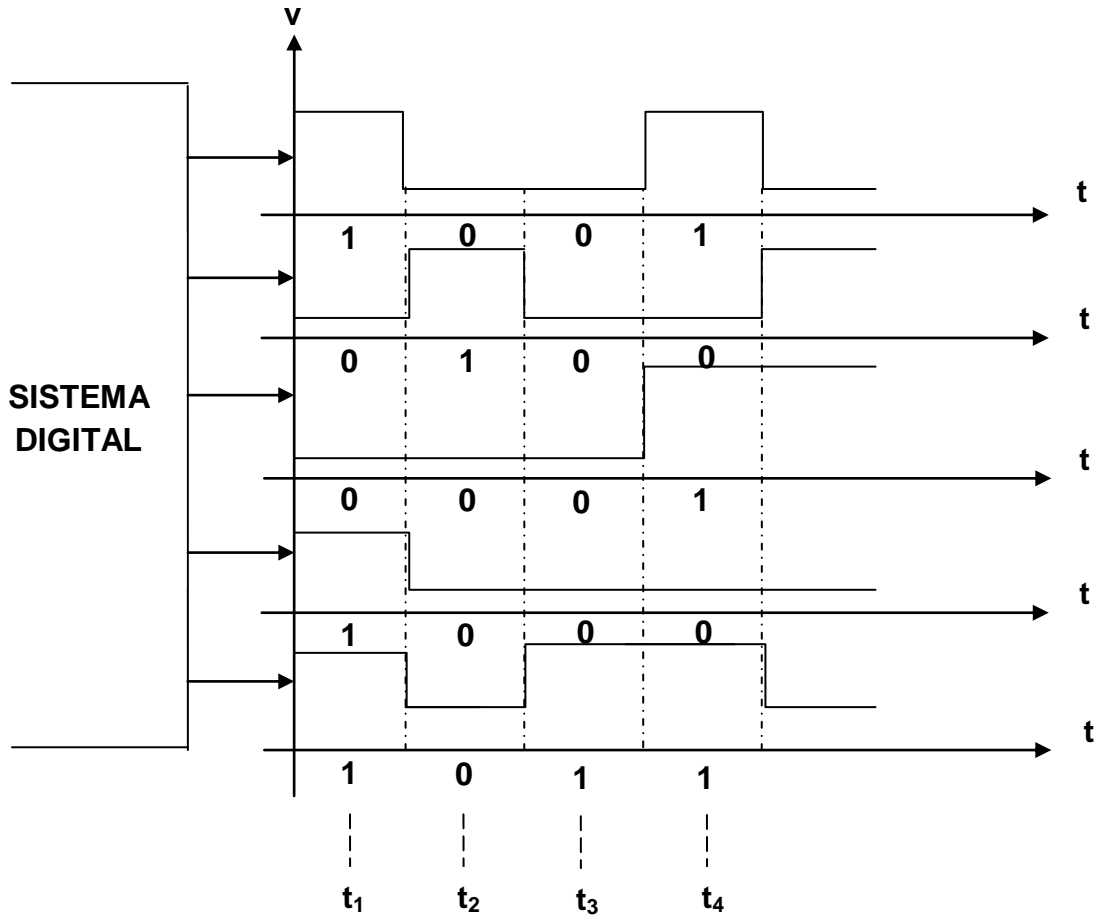


Fig. 2.6. Formato en paralelo de una señal digital.

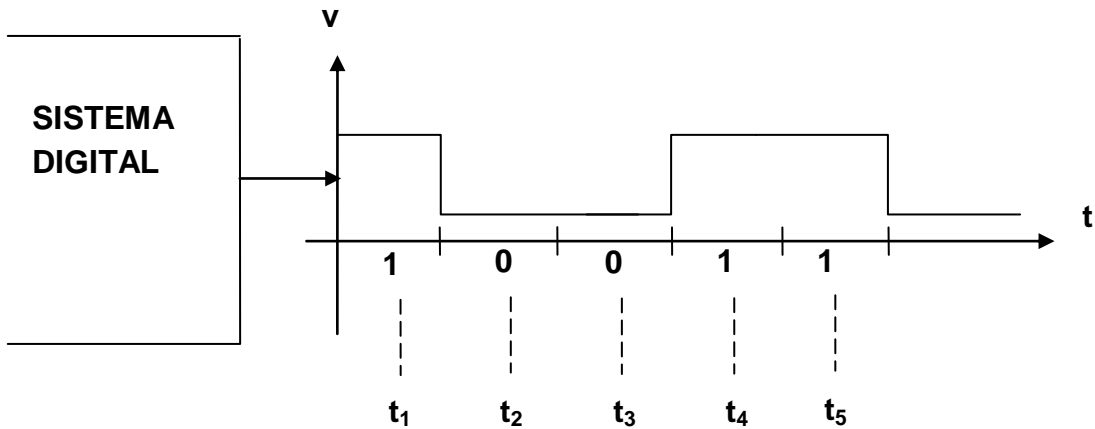


Fig. 2.7. Formato en serie de una señal digital.

El formato serie transmite a distancia una información digital, mientras que el formato paralelo es utilizado por algunos procesadores digitales, el formato series es generado a partir del formato paralelo, mediante un procesador de comunicaciones.

Sensores temporales.

Los sensores temporales generan en su salida señales eléctricas donde la información que proporciona está ligada al parámetro tiempo. Según la forma de la señal y el tipo de parámetro, las señales eléctricas temporales pueden ser *senoidales* o *cuadradas*.

Las *señales temporales senoidales*, también llamadas señales moduladas ya que se obtienen modificando un parámetro temporal de una señal senoidal generada por un circuito oscilador o una onda cuadrada generada por un generador de impulsos, mediante un circuito electrónico denominado modulador.

Las *señales temporales cuadradas* tiene un parámetro temporal variable y una amplitud fija como son: la frecuencia o su valor inverso, la relación uno/cero o alto/bajo, la duración de un impulso, número total de impulsos.

Pocos sensores generan en la salida la información en formato temporal, aunque se puede convertir el formato mediante un circuito. En la figura 2.8., se muestra un oscilador controlado en tensión el cual convierte la señal analógica que genera el sensor en una señal temporal.

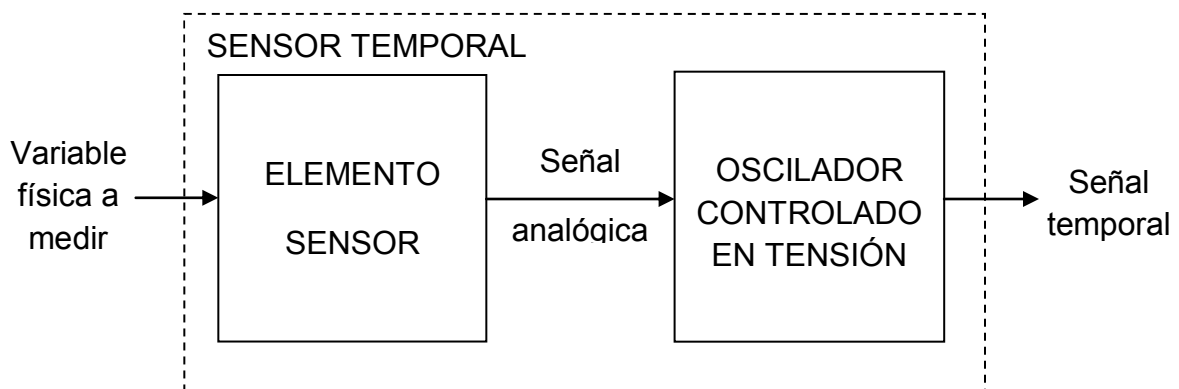


Fig. 2.8. Sensor temporal realizado con un oscilador en tensión.

MAGNITUD DETECTADA	SENSORES	CARACTERÍSTICAS
Posición lineal o angular	Potenciómetro	Analógico
	Encoders	Digital
	Sincro y resolver	Analógicos
Pequeños desplazamientos o deformaciones	Transformador diferencial	Analógico
	Galga extensométrica	Analógico
Velocidad lineal o angular	Dinamo tacométrica	Analógico
	Encoders	Digital
	Detector inductivo u óptico	Digitales
Aceleración	Acelerómetro	Analógico
	Sensor de velocidad + calculador	Digital
Fuerza y par	Medición indirecta (galgas o trafos diferenciales)	Analógicos
Presión	Membrana + detector de desplazamiento	Analógicos
	Piezoeléctricos	Analógicos
Caudal	De turbina	Analógicos
	Magnético	Analógicos
Temperatura	Termopar	Analógicos
	Resistencias PT100	Analógicos
	Resistencias NTC	Analógicos
Sensores de presencia o proximidad	Inductivos	Analógicos
	Ópticos	Analógicos
	Ultrasónicos	Analógicos
Sensores táctiles	Piel artificial	Analógico

Fig. 2.9. Tabla de sensores que generan en su salida una señal analógica o digital.⁷

⁷Autómatas programables; Josep Balcells, José Luis Romeral; Ed. Marcombo, Primera Edición, 1997, Pág. 114.

2.1.5. Clasificación de los sensores según el rango de valores que proporcionan.

Los sensores pueden ser todo-nada o de medida, dependiendo del rango de los valores de la señal de salida que proporcionan.

Sensores Todo-nada.

Los sensores todo-nada detectan solamente si la magnitud física a medir de entrada está por encima o por debajo de un valor determinado. En la figura 2.10., se muestra el diagrama de bloques de un sensor típico todo-nada. El elemento sensor genera en su salida una señal analógica cuyo nivel es proporcional al valor de la magnitud física a medir y el circuito acondicionador es un circuito electrónico detector de nivel cuya salida toma un valor u otro, dependiendo del nivel de la señal aplicada a su entrada esté por encima o por debajo de un cierto nivel.

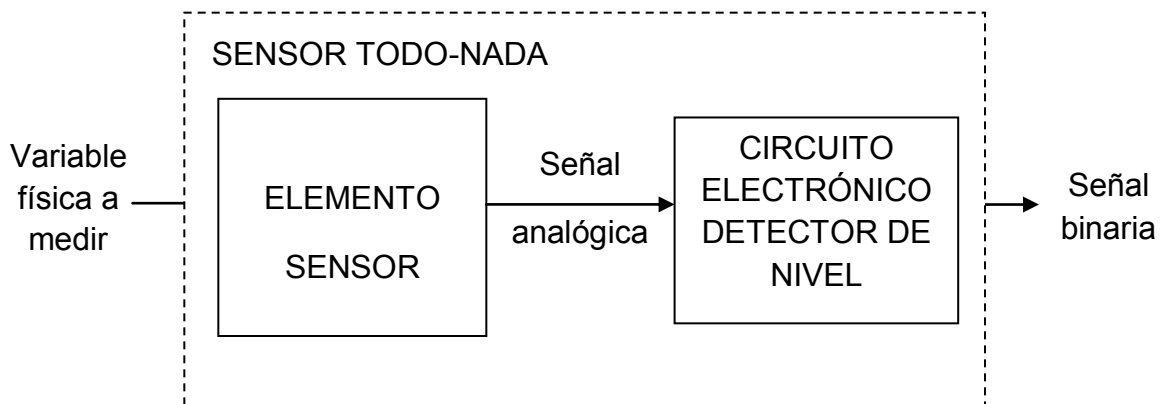


Fig. 2.10. Sensor todo-nada que proporciona una señal analógica.

Sensores de medida.

Los sensores de medida proporcionan a la salida todos los valores posibles correspondientes a cada valor de la magnitud física de entrada en un determinado rango. Pueden ser digitales, analógicos o temporales.

2.1.6. Clasificación de los sensores según el nivel de integración.

Dependiendo del nivel de integración los sistemas sensores pueden ser discretos, integrados e inteligentes.

Sensores discretos.

Se les llama sensores discretos a los sistemas sensores en los que el circuito de acondicionamiento está constituido por componentes electrónicos separados e interconectados entre sí.

Los sensores discretos simplemente nos indican si se encuentran detectando algún objeto ó no, esto es, generan un “1” lógico si detectan o un “0” lógico si no detectan esta información es originada principalmente por presencia de voltaje o por ausencia de este, aunque en algunos casos la información nos la reportan por medio de un flujo de corriente eléctrica. Un ejemplo sería el interruptor o pulsador, también llamados de posición, ya que indica que la pieza está situada en el lugar.

Sensores integrados.

Se les denomina sensores integrados, porque que el elemento sensor y el circuito de acondicionamiento están constituidos en un único circuito integrado. Un ejemplo de este tipo de sensores son los que están basados en las características de los semiconductores y miden temperatura, humedad, presión etc.

Sensores inteligentes.

Se le llama sensor inteligente cuando en la salida del circuito acondicionador es capaz de ser modificado para llevar a cabo una o más tareas diferentes, como puede ser el verificar el correcto funcionamiento del elemento sensor y el circuito acondicionador, corregir no linealidades, transferir a distancia la información. El sensor inteligente puede realizar funciones como cálculos numéricos, comunicación en red más compleja, autocalibración y autodiagnóstico. Ver la figura 2.11.

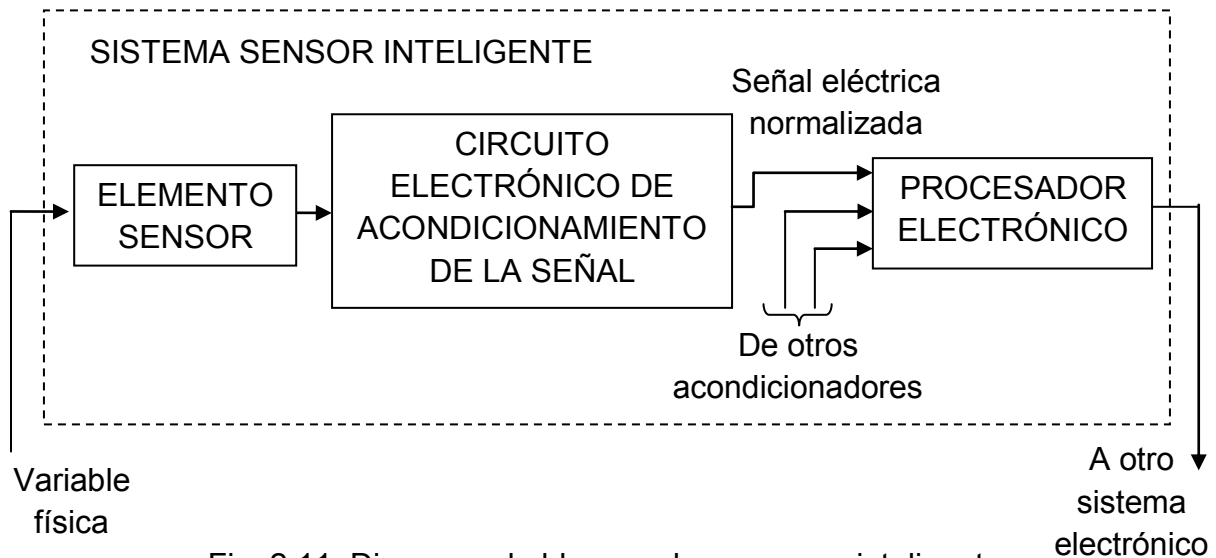


Fig. 2.11. Diagrama de bloques de un sensor inteligente.

2.1.7. Clasificación de los sensores según el tipo de variable física medida.

Una forma más de clasificar a los sensores es por el tipo de variable física que convierten en eléctrica.

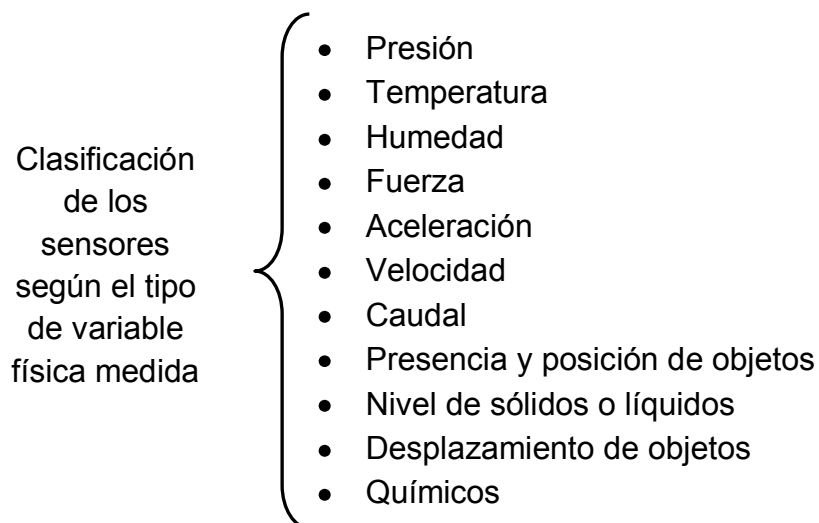


Fig. 2.12. Clasificación de los sensores según el tipo de variable física medida.⁸

⁸Autómatas programables; Josep Balcells, José Luis Romeral; Ed. Marcombo, Primera Edición, 1997, Pág. 445.

En la figura 2.12., se muestra la clasificación de las variables físicas más importantes a medir en procesos y productos industriales.

En cuanto la magnitud física a detectar, existe una gran variedad de sensores en la industria en la figura 2.13., se muestran algunos sensores basados en distintos principios de funcionamiento de los utilizados más frecuentemente en los automatismos industriales.

		Variable física medida										
		POSICIÓN	DESPLAZAMIENTO	VELOCIDAD	ACELERACIÓN	TAMAÑO	NIVEL	PRESIÓN	FUERZA	PROXIMIDAD	TEMPERATURA	RADIACIÓN LUMINOSA
Principio de funcionamiento	MICRORRUPTORES	X										
	FINALES DE CARRERA	X				X						
	EXTENSIOMÉTRICOS	X	X	X	X			X	X			
	TERMORRESISTIVOS										X	
	MAGNETORRESISTIVOS	X	X	X								
	CAPACITIVOS	X	X		X		X	X	X	X		
	INDUCTIVOS	X	X	X	X			X	X	X		
	OPTOELECTRÓNICOS	X	X	X						X		
	PIEZOELÉCTRICOS		X	X	X			X	X			
	FOTOVOLTAICOS											X
	ULTRASÓNICOS	X					X					

Figura 2.13. Representación de las variables físicas que se pueden medir con sensores basados en distintos principios de funcionamiento. ⁹

⁹Autómatas programables; Josep Balcells, José Luis Romeral; Ed. Marcombo, Primera Edición, 1997, Pág. 446.

2.1.8. Sensores de posición.

Los sensores de posición miden la distancia de un objeto a un punto o eje de referencia o simplemente detectar la presencia de un objeto a una cierta distancia.

Los cuales se pueden dividir en:

- Sensores de proximidad o presencia,
- Sensor de distancia o posición.

2.1.8.1. Sensores de proximidad o presencia.

Son sensores de posición todo-nada que generan una señal binaria que detecta objetos o señales que se encuentran cerca del elemento sensor.

Los sensores de proximidad pueden estar basados según el principio físico que utilizan. Los más comunes son: detectores capacitivos, inductivos y fotoeléctricos.

Detectores Capacitivos.

El detector capacitivo consiste en señalar un cambio de estado, basado en la variación del estímulo de un campo eléctrico. Los sensores capacitivos detectan objetos metálicos, o no metálicos, midiendo el cambio en la capacitancia, la cual depende de la constante dieléctrica del material a detectar, su masa, tamaño y distancia hasta la superficie sensible del detector. Por lo cual se utilizan sensores todo-nada, con una repetibilidad bastante dependiente de las condiciones ambientales.

Las aplicaciones más comunes de detectores capacitivos son la detección de materiales no metálicos como plástico, papel, cerámica, vidrio, aceite, madera, agua, cartón etc.

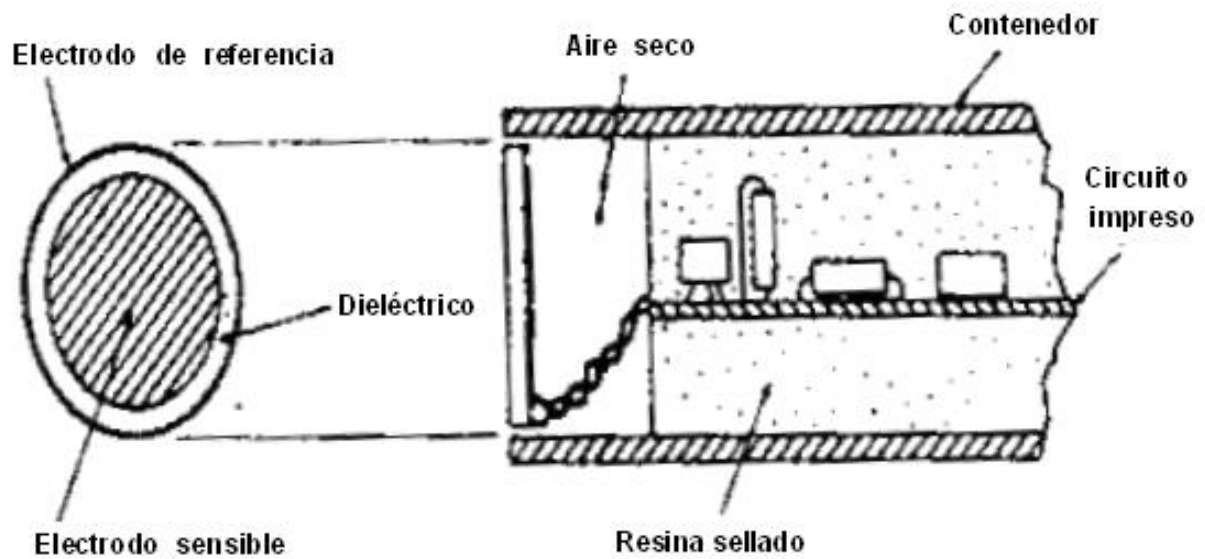


Fig. 2.14. Sensor capacitivo.

La figura 2.14., muestra el elemento sensor capacitivo constituido por un electrodo de referencia y un electrodo sensible, separados por un material dieléctrico. Se suele colocar detrás del elemento capacitivo una cavidad de aire seco para proporcionar aislamiento. El resto del sensor está constituido por circuitos electrónicos que pueden incluirse como una parte integral de la unidad, en cuyo caso suelen estar embebidos en una resina para proporcionar sellado y soporte mecánico.

Existen varios métodos electrónicos para detectar la proximidad basada en cambios de la capacidad. El más simple incluye el condensador como parte de un circuito oscilador diseñado de modo que la oscilación se inicie solamente cuando la capacidad del sensor sea superior a un valor inicial preestablecido. La iniciación de la oscilación se traduce luego en una tensión de salida, que indica la presencia de un objeto. Este método proporciona una salida binaria, cuya sensibilidad de disparo dependerá del valor inicial.

Detectores Inductivos.

Los sensores inductivos de proximidad han sido diseñados para trabajar generando un campo magnético y detectando la proximidad de piezas metálicas en un rango de

distancias que va desde 1 mm a unos 30 mm, con una resolución del orden de decimas de milímetro. El principio de funcionamiento de estos sensores puede observarse en las siguientes figuras.

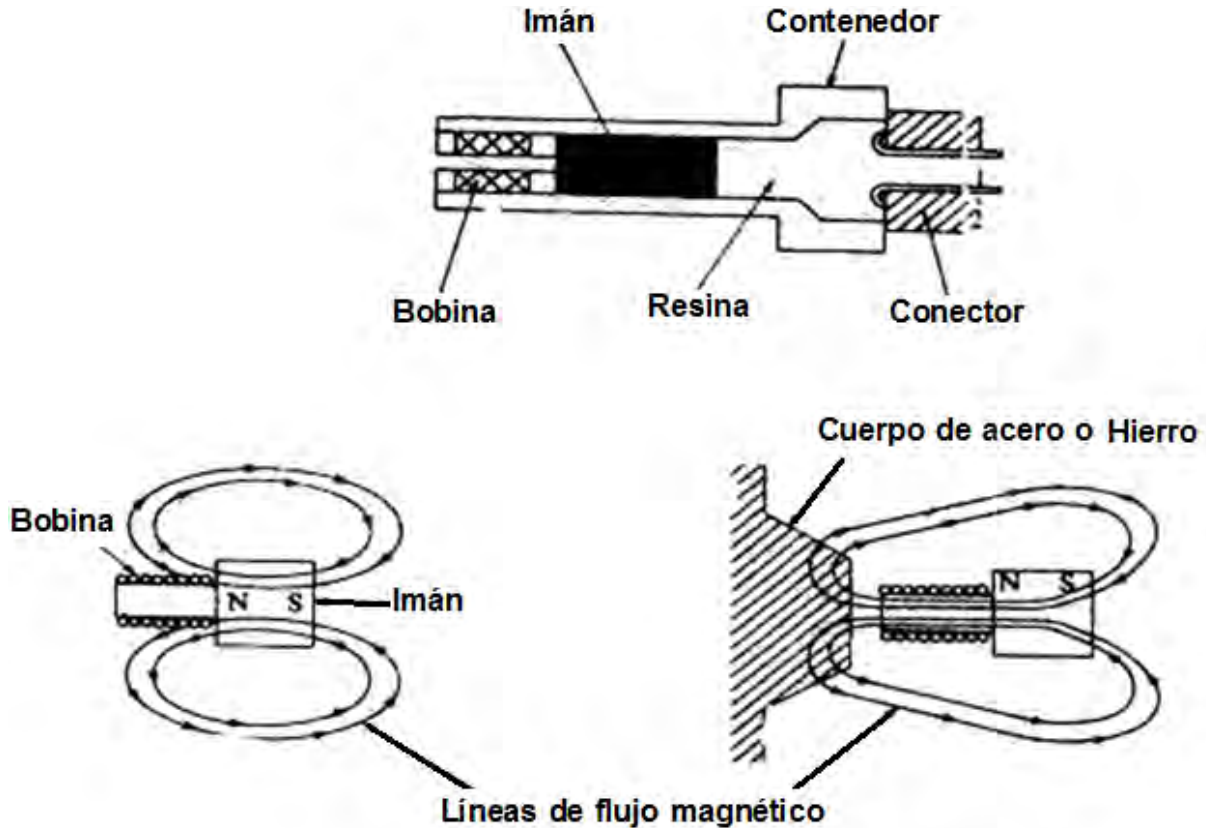


Fig. 2.15. Sensor inductivo.

La figura 2.15., muestra un diagrama de un sensor inductivo, que consiste fundamentalmente en una bobina arrollada, situada junto a un imán permanente empaquetado en un receptáculo simple y robusto.

El efecto de llevar el sensor a la proximidad de un material ferromagnético produce un cambio en la posición de las líneas de flujo del imán permanente. En condiciones estáticas no hay ningún movimiento en las líneas de flujo y, por consiguiente, no se induce ninguna corriente en la bobina.

Sin embargo, cuando un objeto ferromagnético penetra en el campo del imán o lo abandona, el cambio resultante en las líneas de flujo induce un impulso de corriente, cuya amplitud y forma son proporcionales a la velocidad de cambio de flujo.

La forma de onda de la tensión, observada a la salida de la bobina, proporciona un medio efectivo para la detección de proximidad. La tensión medida a través de la bobina varía como una función de la velocidad a la que un material ferromagnético se introduce en el campo del imán. La polaridad de la tensión, fuera del sensor, depende de que el objeto este penetrando en el campo abandonándolo.

Detectores ópticos.

Los detectores ópticos usan fotocélulas para dicha detección. Algunos disponen de un cabezal que incorpora un emisor de luz y la fotocélula de detección, actuando por reflexión y detección del haz de luz reflejado en el objeto que detecta.

Otros detectores trabajan a modo de barrera como se muestra en la figura 2.16., y están previstos para detección a mayores distancias con fuentes luminosas independientes del cabezal detector. Ambos suelen trabajar con frecuencias luminosas en la gama de los infrarrojos.

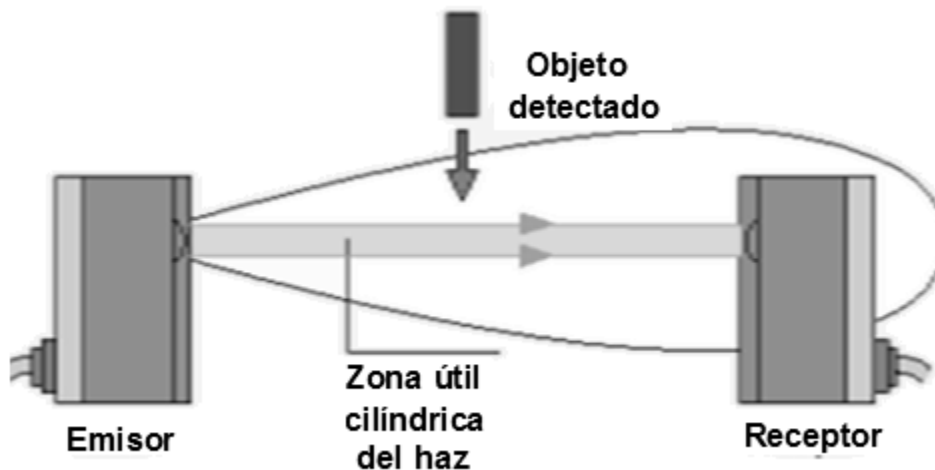


Fig. 2.16. Fotocélulas de barrera y reflexión.

Detectores ultrasónicos.

Los sensores de ultrasonidos trabajan libres de roces mecánicos y que detectan objetos a distancias de hasta 8m. El sensor emite impulsos ultrasónicos, estos reflejan en un objeto, el sensor recibe el eco producido y lo convierte en señales eléctricas. Los sensores ultrasónicos trabajan solamente en el aire, y pueden detectar objetos con diferentes formas, colores, superficies y de diferentes materiales.

Los sensores ultrasónicos tienen una función de aprendizaje para definir el campo de detección, con un alcance mínimo y máximo de precisión de 6 mm.

2.1.8.2. Sensor de distancia o posición.

Se distinguen dos grandes grupos en los sensores de posición los cuales son:

Los indicadores de posición lineal o angular para grandes distancias, nombrados también como sistemas de medición de coordenadas.

Los detectores de pequeñas deformaciones o detectores de presencia de objetos a una cierta distancia que genera una señal analógica o digital proporcional a la distancia medida.

Potenciómetro.

Es un sensor de posición angular, de tipo absoluto y con salida de tipo analógico. Constituido de una resistencia de hilo bobinado o en una pista de material conductor, distribuida a lo largo de un soporte en forma de arco y de un sólo curso aun eje de salida, que puede deslizar sobre dicho conductor.

El movimiento del eje arrastra el cursor provocando cambios de resistencia entre este y cualquiera de los extremos. Así pues, cuando se alimenta entre los extremos

de la resistencia con una tensión constante, aparece entre la toma medida y uno de los extremos una tensión proporcional al ángulo girado a partir del origen obsérvese la figura 2.17.

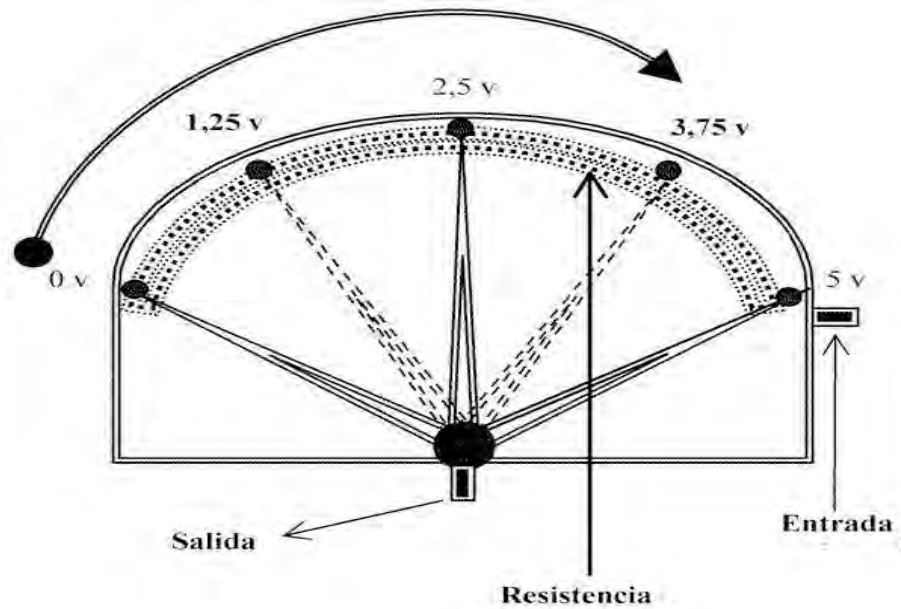


Fig. 2.17. Potenciómetro.

Encoders.

Son sensores que generan señales digitales en respuesta al movimiento. Se dividen en dos tipos, uno que responde a la rotación, y el otro al movimiento lineal. Los encoders pueden ser utilizados para medir movimientos lineales, velocidad y posición, cuando estén conjuntos con dispositivos mecánicos.



Fig. 2.18. Encoders.

Tipos de encoders.

Encoder incremental.

El encoder incremental determina su posición, contando el número de impulsos que se generan cuando un rayo de luz, es atravesado por marcas opacas en la superficie de un disco unido al eje.

En el estator hay como mínimo dos pares de emisión-recepción ópticos, escalados un número entero de pasos más $\frac{1}{4}$ de paso. Al girar el rotor genera una señal cuadrada, el escalado hace que las señales cuadradas de salida tengan un desfase de $\frac{1}{4}$ de periodo si el rotor gira en un sentido y de $\frac{3}{4}$ si gira en el sentido contrario, lo que se utiliza para discriminar el sentido de giro ver la figura 2.19.

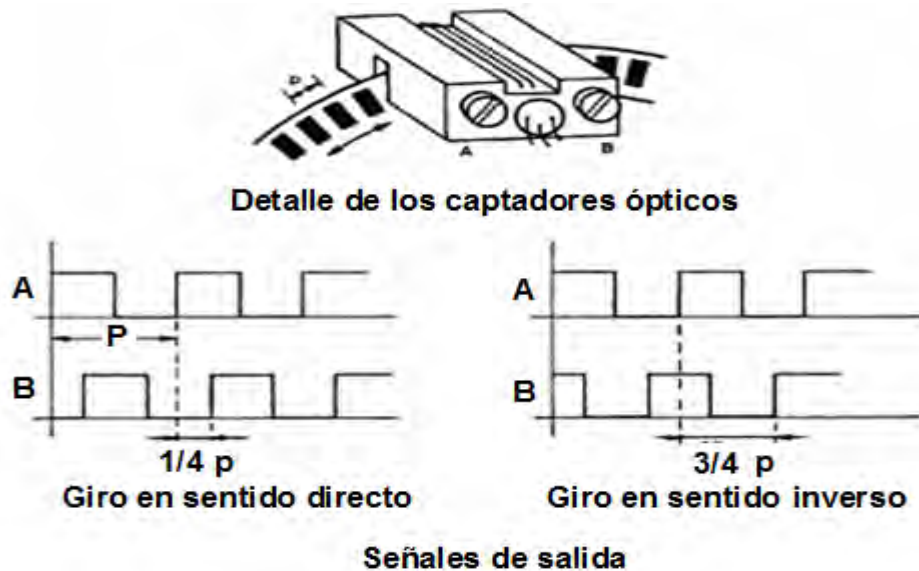


Fig. 2.19. Encoder incremental.

Encoder absoluto.

En el encoder absoluto, el disco contiene varias bandas dispuestas en forma de coronas circulares concéntricas, dispuestas de tal forma que en sentido radial el rotor queda dividido en sectores, con marcas opacas y transparentes codificadas en código Gray.

Según la posición del disco, la luz emitida por cada emisor se enfrentará a un sector opaco o transparente.

– Si se enfrenta a un sector opaco, la luz se refleja y el receptor recibe la señal.

– Si se enfrenta a un sector transparente, la luz no se refleja y el receptor no recibe la señal.

Las diferentes combinaciones posibles de sectores dan origen a una señal de salida digital formada por cuatro bits que puede ser posteriormente procesada.

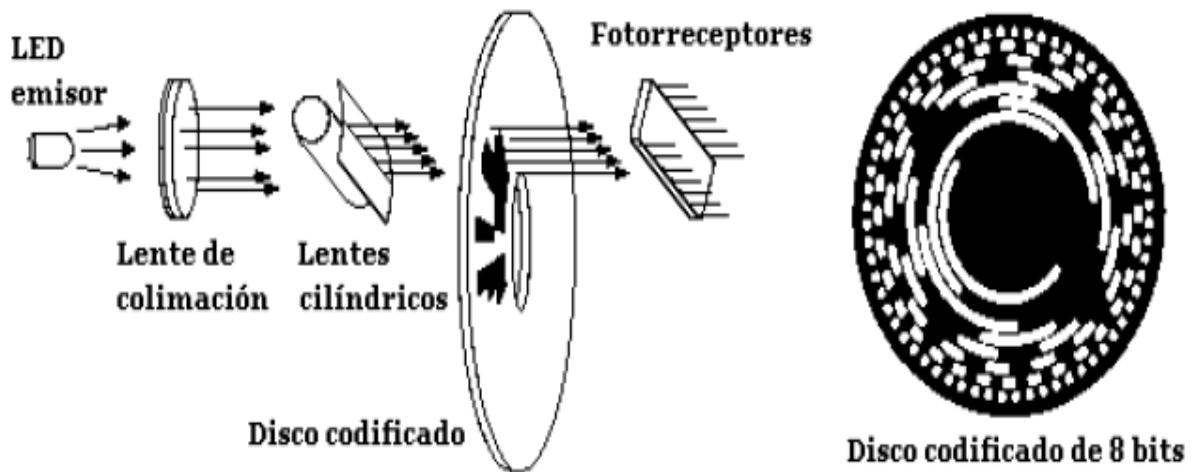


Fig. 2.20. Encoder absoluto.

Sensores laser.

Los sensores laser se usan como detectores de distancia, usando técnicas de triangulación y reflexión similares a otros detectores ópticos, o se utilizan también como detectores de desplazamientos por análisis de interferencias en la emisión-recepción de un mismo rayo.

El interferómetro laser se basa en la superposición de dos ondas de igual frecuencia, una directa y otra reflejada, ver figura 2.21. Se dice que la superposición es aditiva,

cuando las ondas están en fase, y si las ondas están en contrafase, la superposición es sustractiva.

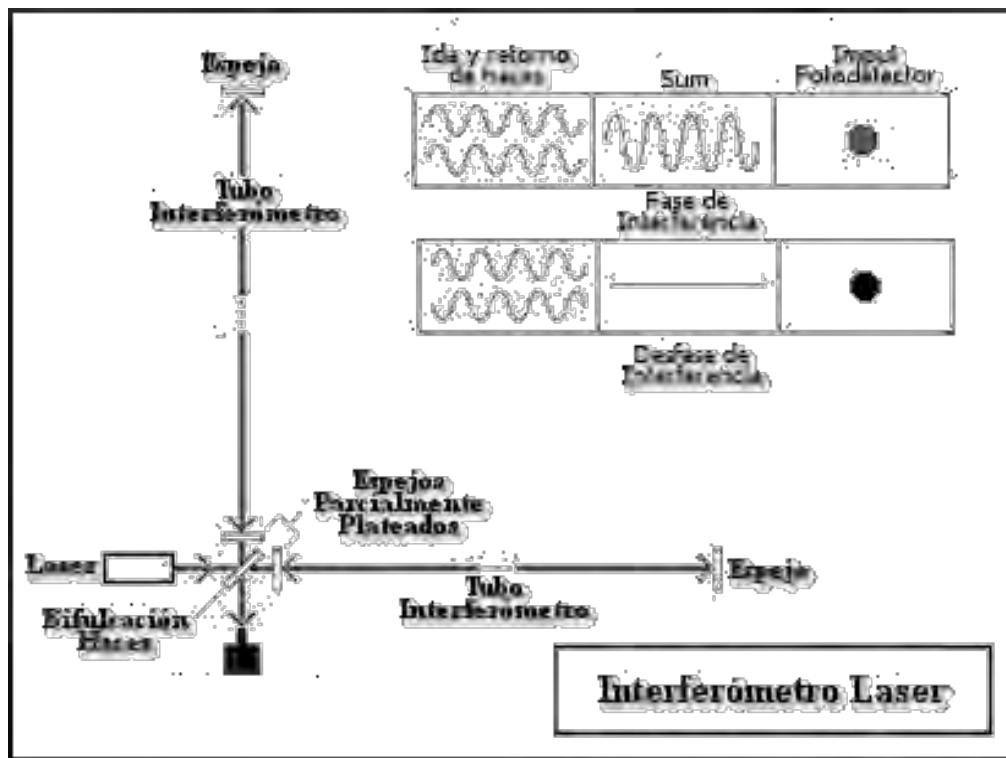


Fig. 2.21. Interferómetro laser.

2.1.9. Sensores de velocidad.

La detección de velocidad forma parte fundamental de los sistemas industriales, ya que se requiere un control de la velocidad de dichos sistemas. Los sensores de velocidad se dividen en dos tipos: dinamo tacométrica y generadores de impulsos.

Dinamo tacométrica.

Es un generador de corriente continua con estimulación a base de imanes permanentes. La tensión generada al girar el rotor es estrictamente proporcional a la velocidad angular del giro.

Generadores de impulsos.

Los sensores digitales de velocidad están basados en la detección de frecuencia de generadores de impulsos por medio de captadores ópticos o inductivos de forma análoga para un encoder incremental.

2.1.10. Acelerómetros.

Al medir aceleraciones, se puede controlar la velocidad, ya que la aceleración puede detectarse indirectamente como variación de la velocidad en el tiempo. Esta medición puede hacerse a través de sensores piezoeléctricos o simplemente midiendo la deformación de un muelle solidario al sistema.

El acelerómetro de tipo de compresión como se muestra en la figura 2.22., fue el primer tipo a ser desarrollado. Se puede considerar al acelerómetro piezoeléctrico como el sensor estándar para medición de vibración en máquinas. Se produce en varias configuraciones, pero la ilustración del tipo a compresión sirve para describir el principio de la operación.

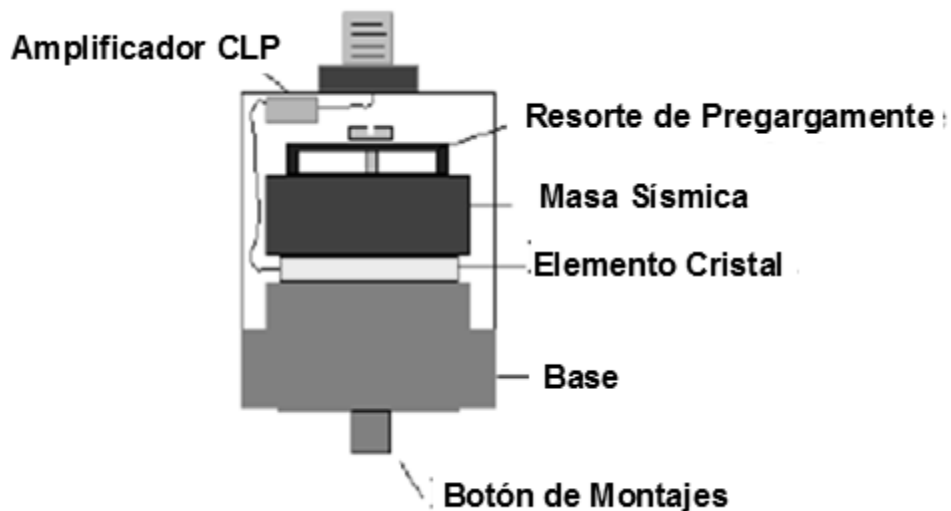


Fig. 2.22. Acelerómetro piezoeléctrico de tipo compresión.

Cuando se mueve el acelerómetro en la dirección arriba abajo, la fuerza que se requiere para mover la masa sísmica esta soportada por el elemento activo. Según la segunda ley de Newton, esa fuerza es proporcional a la aceleración de la masa.

2.1.11. Sensores de temperatura.

Otro variable que se debe tener en cuenta en los procesos industriales es la temperatura. Algunos de los sensores térmicos:

Termostatos todo-nada.

Es el componente de un sistema de control simple que abre o cierra un circuito eléctrico en función de la temperatura. Los más sencillos están constituidos por la diferencia de dilatación de dos metales, y los más complejos están constituidos por un sensor de tipo analógico y uno o varios comparadores.



Fig. 2.23. Termostato bimetalico de control automático.

En la figura 2.23., se muestra el termostato bimetalico de control automático el cual consiste en dos láminas de metal unidas, con diferente coeficiente de dilatación térmico. Cuando la temperatura cambia, la lámina cambia de forma actuando sobre unos contactos que cierran un circuito eléctrico.

Termopares.

Sensores de tipo analógico basados en el efecto Seebeck, está formado por la unión de dos metales distintos que produce un voltaje, que es función de la diferencia de temperatura cuando éste se calienta (unión caliente) y se mantienen los otros dos extremos a una misma temperatura inferior (unión fría) obsérvese la figura 2.24.

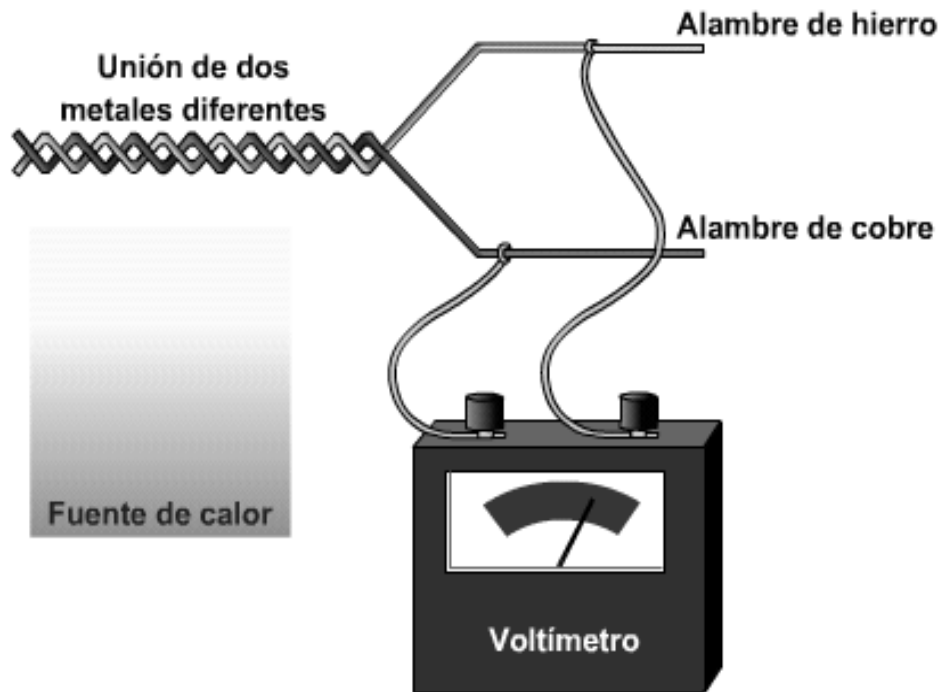


Fig. 2.24. Diagrama de funcionamiento del termopar.

Termorresistencias.

La termorresistencia trabaja según el principio de que en la medida que varía la temperatura, su resistencia se modifica, y la magnitud de esta modificación puede relacionarse con la variación de temperatura.

En la figura 2.25., se muestran sensores RTD (Resistance Temperature Detector), formados de un conductor de platino y otros metales, se utilizan para medir un rango de temperaturas elevadas, por contacto o inmersión, su funcionamiento está basado en el hecho de que en un metal, cuando sube la temperatura, aumenta la resistencia eléctrica.



Fig. 2.25. Sensores RTD.

2.1.12. Sensores de nivel.

Los sensores de nivel son utilizados para saber el estado de llenado de depósitos de líquidos o sólidos en forma de polvos o granulados, aunque esta última es poco frecuente, siendo más habitual el pesaje. Existen dos tipos de detección de niveles:

- Detección de varios niveles de referencia mediante un número discreto de transductores todo-nada.
- Detección de tipo analógico, obteniendo una señal proporcional al nivel.

Sensores todo-nada.

Para líquidos conductores es frecuente emplear flotadores con un contacto entre dos electrodos sumergidos. Para sólidos o líquidos no conductores suelen emplearse métodos fotoeléctricos o detectores de proximidad capacitivos.

Sensores ultrasónicos.

Se basan en la medición del tiempo total de ida y vuelta de un impulso de presión (ultrasonido) que es reflejado por la superficie del material y recogido por un receptor colocado al lado del emisor. En la figura 2.26., se muestra el funcionamiento de un sensor ultrasónico y de un sensor radar para medir el nivel de un líquido.

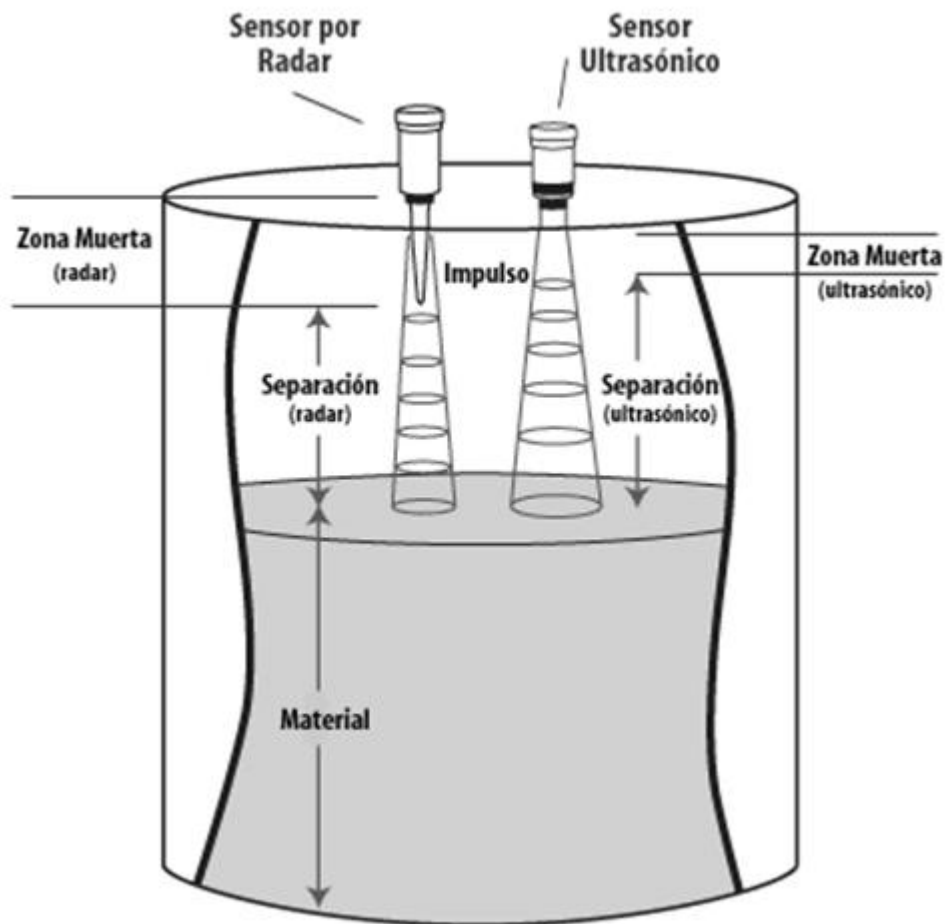


Fig. 2.26. Funcionamiento del sensor ultrasónico y sensor por radar.

Sensores por flotador.

El método más usado para la detección de un líquido consiste en el empleo de un flotador a un sistema de palancas y unido a un sensor de distancia o desplazamiento. En la figura 2.27., se muestra el diagrama del principio del medidor por flotador.

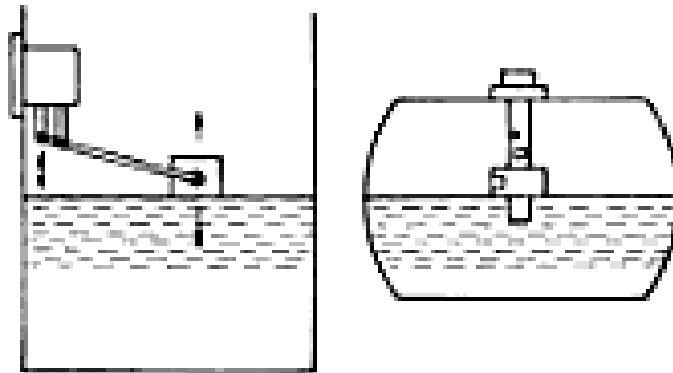


Fig. 2.27. Sensores de nivel por flotador.

2.2. Dispositivos de actuación.

Se le denomina actuadores a los elementos finales que permiten modificar las variables a controlar en una instalación automatizada. Son elementos que ejercen interfaces de potencia, convirtiendo magnitudes físicas, normalmente de carácter eléctrico en otro tipo de magnitud que permite actuar sobre el medio o proceso a controlar.

Entre los accionamientos más habituales se encuentran los destinados a producir movimiento, los destinados al trasiego de fluidos y los de tipo térmico.

Los actuadores son importantes en un sistema de automatización o robotizado, ya que los actuadores responsables del movimiento representa el porcentaje más alto del costo total del sistema.

2.2.1. Actuadores eléctricos.

En la actualidad encontramos conectados accionamientos de mando eléctrico a autómatas, los cuales mandan una orden al autómata para hacer una cierta actividad.

Relés y contactores.

Dispositivos electromagnéticos que al excitar un electroimán o bobina de mando, abren o cierran un circuito eléctrico de potencia.

Los relés pueden accionar potencias generalmente por debajo de 1kW, en cuanto a los contactores pueden accionar grandes potencias.

Características de lo relés y contactores.

- *Voltaje de mando.* Voltaje de alimentación de la bobina de mando.
- *Potencia de mando.* Potencia requerida para que la bobina de mando sea accionada.
- *Voltaje de aislamiento.* Voltaje de prueba entre circuito de mando y contactos.
- *Voltaje de empleo.* Voltaje de trabajo de los contactos de potencia.
- *Corriente térmica.* Corriente máxima que suelen soportar los contactos al cerrarse sin rebasar los límites de calentamiento.
- *Poder de corte.* Corriente por la que el relé es capaz de accionar e interrumpir para cada tipo carga.

En la figura 2.28., se representa, de forma esquemática, la disposición de los distintos elementos que forman un relé. El electroimán hace vascular la armadura al ser excitada, cerrando los contactos dependiendo de si es NA ó NC (normalmente abierto o normalmente cerrado). Si se le aplica un voltaje a la bobina un campo magnético es generado haciendo que los contactos hagan una conexión. Estos contactos pueden ser considerados como el interruptor, que permiten que la corriente fluya entre los dos puntos que cerraron el circuito.

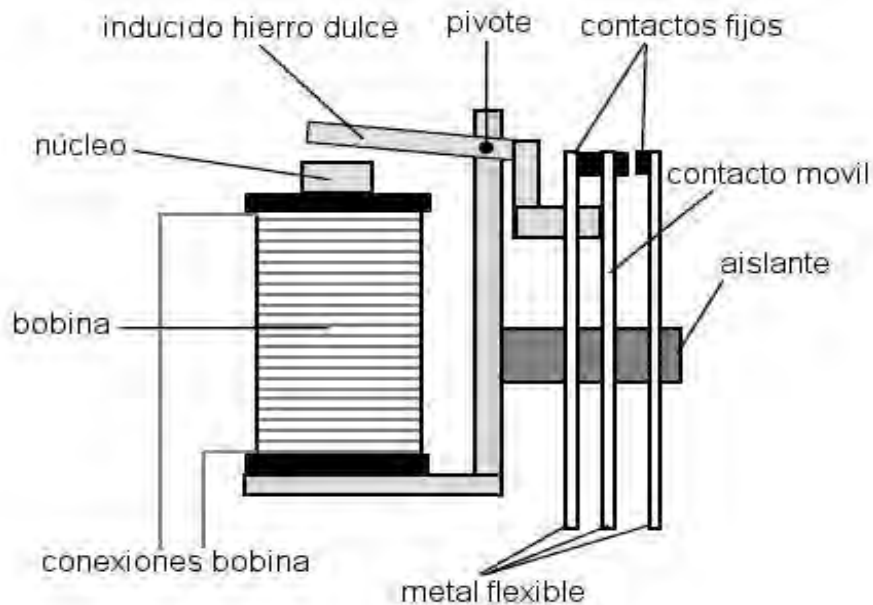


Fig. 2.28. Partes de un relé.

Servomotores de CC y de CA.

Servomotores de CC (corriente continua).

Pequeñas máquinas normalmente diseñadas para el control de posicionamiento. El principio de funcionamiento es el de una máquina de continua convencional con excitación independiente, estos servomotores están adaptados a obtener un par de arranque importante y un comportamiento dinámico rápido y estable.

El inductor generalmente se encuentra en el estator y suele ser de imán permanente o bobinado. El inductor se puede construir de forma que presente una inercia mínima. La figura 2.29., muestra las formas constructivas de diferenciar el rotor. Las más habituales son: rotor alargado, rotor en forma de cresta y rotor en forma de disco. El rotor alargado, y el rotor en forma de cresta tienen un colector de forma cilíndrica mientras que en los de disco suelen estar dispuestos en forma radial.

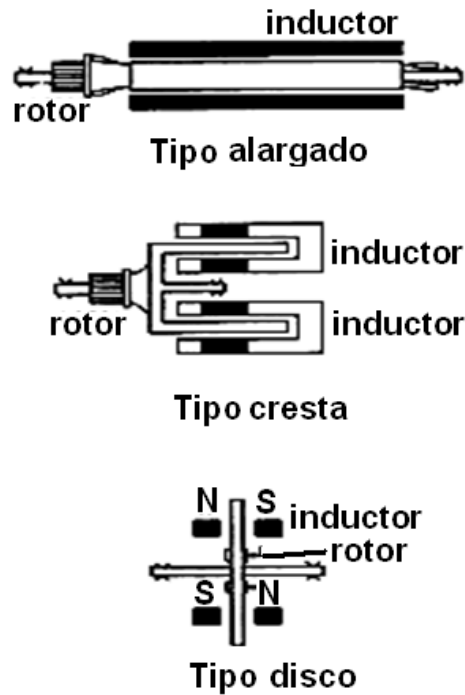


Fig. 2.29. Formas constructivas del rotor para servomotores de CC.

Donde los parámetros esenciales de un servomotor de CC y las unidades de medida son las siguientes:

n velocidad (r.p.m.).

E_i fuerza electromotriz del inducido (voltios).

U_i tensión de inducido (voltios).

I_i corriente de inducido (amperios).

Φ_e flujo inductor, en caso de motores con bobinado de excitación es proporcional a la corriente de la bobina inductora.

T_e constante de tiempo eléctrica L_i/R_i (segundos).

C_m par motor (metros·newton).

P potencia (vatios).

K_e constante eléctrica (r.p.m./voltio). El valor se obtiene de la relación (n_{nom}/E_{inom}).

K_m constante mecánica, medida en metros newton / amperio. Se obtiene de la relación ($C_{m nom}/I_{inom}$).

Las relaciones entre dichos parámetros para un servomotor CC con excitación por imanes permanentes o excitación independiente y constante son las siguientes:

$$n = \frac{K}{\Phi_e} E_i = K_e (U_i - R_i I_i) \quad \text{Ec. 2.1.}$$

$$C_m = K_m I_i \quad \text{Ec. 2.2.}$$

$$P = E_i I_i = 0.1047 C_m n \quad \text{Ec. 2.3.}$$

Servomotores CA (corriente alterna).

El motor de alterna presenta la ventaja de no tener colector y escobillas. Dentro de los motores de alterna se encuentran los asíncronos y los síncronos.

El motor asíncrono convencional, se usa acompañado de variadores de frecuencia, para accionamientos de velocidad variable, donde el control en lazo cerrado puede obtener precisiones aceptables. Aunque no es apropiado para servosistemas que requieran cierta precisión, a causa de la poca linealidad y deslizamiento.

Una máquina síncrona dispone de un devanado estático y un rotórico, el estático está alimentado en CA y el rotórico está alimentado en CC a través de escobillas y un sistema de anillos rozantes. Para evitar la existencia de escobillas en los servomotores, el rotor debe estar constituido por un bloque de hierro o por un imán permanente. El rotor y las piezas polares generalmente tienen forma dentada.

Los motores de reluctancia con rotor liso y los motores síncronos con rotor de imán permanente funcionan con uno o más pares de polos por fase, de forma que se cree un campo giratorio sin saltos y con devanados trifásicos en el estator.

Los parámetros para el funcionamiento del motor son los siguientes:

n velocidad (r.p.m.).

f frecuencia (hercios equivalente a segundos⁻¹).

p pares de polos.

U_i tensión de inducido (voltios).

I_i corriente de inducido (amperios).

L_i inductancia de cada devanado (henrios).

C_m par motor (metros·newton).

K_m constante de par (m·N/A).

P potencia (vatios).

Las relaciones entre dichos parámetros para un motor CA son las siguientes:

$$n = \frac{60f}{p} \quad \text{Ec. 2.4.}$$

$$I_i = \frac{U_i}{2\pi f L_i} \quad \text{Ec. 2.5.}$$

$$C_m = K_m I_i \quad \text{Ec. 2.6.}$$

$$P = \frac{2\pi C_m f}{p} \quad \text{Ec. 2.7.}$$

Motores paso a paso.

No son más que motores de reluctancia, en donde el estator tiene una imantación permanente con motivo de obtener un par de retención a motor parado, incluso en ausencia de alimentación, por lo general los motores paso a paso son bifásicos.

El estator lo constituyen dos conjuntos de bobinas decaladas 90° eléctricos y las piezas polares del rotor y del estator tienen forma dentada, aunque no tienen el mismo paso entre dientes y sólo un diente del rotor queda enfrenado a uno del estator y el resto quedan decalados entre sí.

Al efectuarse una conmutación o (paso) se modifica la orientación del campo en el entrehierro en saltos de 90° o de 45° en caso de 1/2 paso. Debido al distinto paso entre dientes del rotor y del estator, cada vez que se hace girar el campo una vuelta completa, el rotor avanza solo uno o dos dientes, los cuales quedan alineados con el campo. Para cada ciclo completo de conmutaciones el campo gira 360° eléctricos, y el rotor avanza sólo un ángulo A_{ciclo} tal que:

$$A_{ciclo} = \frac{360^\circ (N_R - N_E)}{p N_R} \quad \text{Ec. 2.8.}$$

Donde N_R es el número de dientes del rotor, N_E es el número de dientes del estator y p es el número de pares de polos del estator. Para un ciclo de cuatro pasos, el ángulo de avance que corresponde a un paso será:

$$A_{paso} = \frac{90^\circ (N_R - N_E)}{p N_R} \quad \text{Ec. 2.9.}$$

Para la secuencia de cuatro pasos por ciclo. El número de pasos por vuelta, está dado por la expresión:

$$N(\text{pasos/rev}) = \frac{(N_R/4)}{N_R - N_E} \quad \text{Ec. 2.10.}$$

Para la velocidad del motor, cuando se conmuta con una frecuencia de f (pasos/rev), será:

$$n(r.p.m.) = \frac{60f(N_R - N_E)}{N_R/4} \quad \text{Ec. 2.11.}$$

Al invertir el orden de las conmutaciones el motor cambia su giro.

2.2.2. Accionamientos hidráulicos y neumáticos.

Estos accionamientos son de gran aplicación en los automatismos industriales, debido a su facilidad de control y robustez.

Válvulas.

Mecanismo que permiten establecer o cortar la conexión hidráulica o neumática entre dos o más vías. Hay que sobresaltar dos partes fundamentales:

- Elemento de mando.
- Circuito de potencia.

El elemento de mando puede ser de tipo eléctrico, neumático, hidráulico o manual mando, dicho elemento se encarga de conmutar la conexión hidráulica o neumática entre conductos del circuito de potencia.

Las válvulas pueden clasificarse dependiendo del número de posiciones distintas que permite el circuito de mando y el número de vías de entrada y/o salida del circuito de potencia en cada posición. Por ejemplo una válvula 2/2 nos dice que tiene 2 vías/ 2 posiciones. La figura 2.30., muestra una válvula distribuidora corredera 4/2, la cual permite el paso del líquido en ambas direcciones. Al encontrarse en reposo, el líquido circulará de P hacia A, evitando el paso de P hacia B, por lo tanto permite el paso de B hacia T.

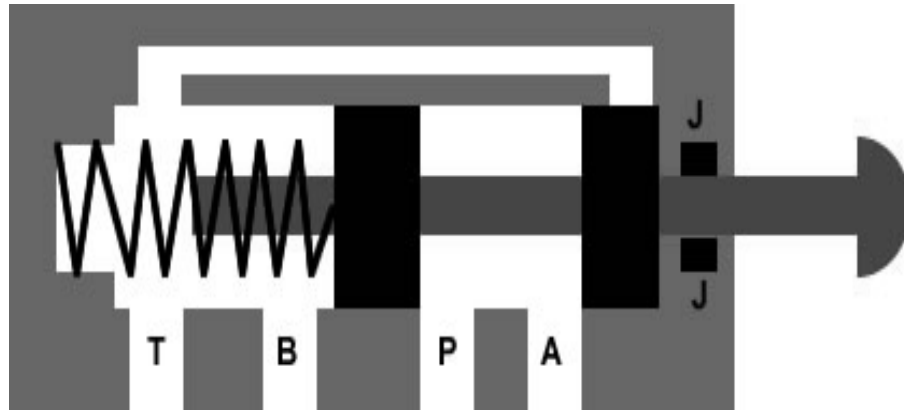


fig.2.30. Válvula distribuidora corredera 4/2 en reposo.

En la figura 2.31., visualizamos que accionando el pulsador el paso del líquido se intercambia por las vías, dejando el paso del líquido de A hacia T y P hacia B.

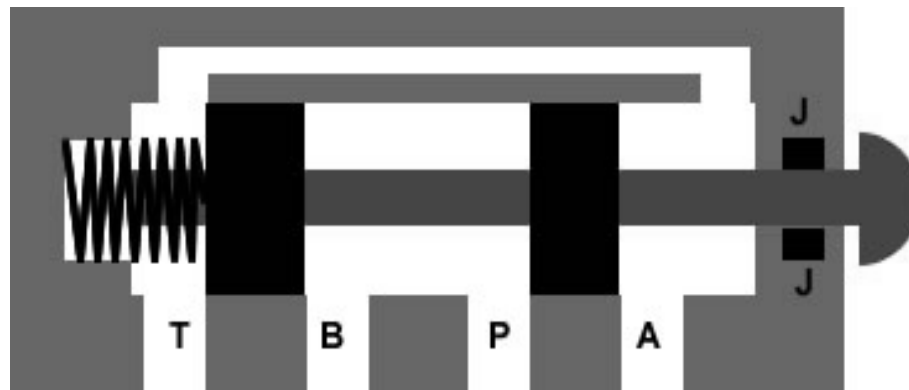


Fig.2.31. Válvula distribuidora corredera 4/2 accionando el pulsador.

Las válvulas de dos posiciones se pueden clasificar en:

- Monoestables. tienden a una posición fija de reposo en ausencia de mando.
- Biestables. Son las que permanecen en cualquiera de las dos posiciones en ausencia de mando, es decir permanecen en la última posición que le ordeno el mando.

En la figura 2.32., muestra los símbolos para válvulas de dos posiciones monoestables y biestables.

MONOESTABLES

BIESTABLES

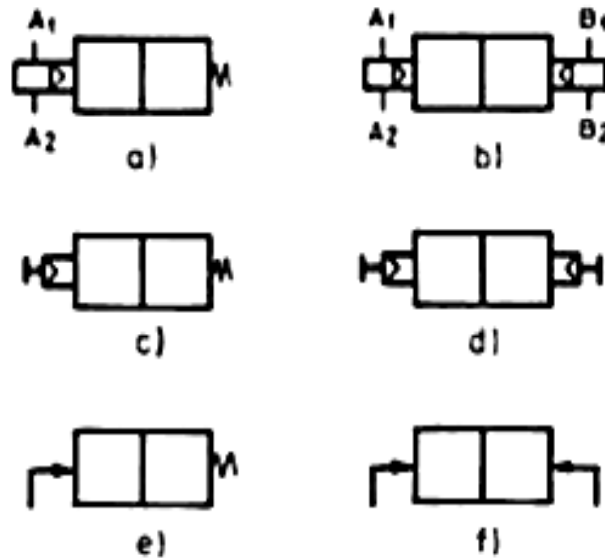


Fig. 2.32. Distintos tipos de mando para válvulas: a), b) eléctrico; c), d) manual por pulsador; e), f) neumático o hidráulico.

Servoválvulas.

También llamadas válvulas proporcionales capaces de regular la presión o el caudal siguiendo una cierta magnitud de gobierno de tipo eléctrico.

Los parámetros para el sistema de control son:

- *Sensibilidad:* relación entre el caudal de salida y la señal analógica de control en estado permanente.
- *Constante de tipo y el coeficiente de amortiguamiento:* habitualmente las servoválvulas tienen un comportamiento como un sistema de segundo orden. tiene el amortiguamiento necesario para que no se produzcan oscilaciones. Y la constante de tiempo es aproximadamente igual al tiempo que tarda la válvula en alcanzar el estado permanente, cuando se aplica un escalón de referencia.

Cilindros.

Permiten obtener un movimiento aplicando una presión hidráulica o neumática a uno u otro lado del émbolo. Clasificación de los cilindros de acuerdo a su posicionamiento

- *Cilindros de simple efecto*: permite empujar a una sola dirección y su regreso al lugar de origen es automático por la acción de un muelle.
- *Cilindros de doble efecto*: permite empujar en ambos sentidos.
- *Cilindros de acción diferencial*: permite aplicar presión en ambos lados del cilindro, manteniendo en cualquier posición el émbolo.

En la figura 2.33., se muestra los cilindros de simple efecto, en donde el mando suele efectuarse por medio de una válvula de 3 vías y 2 posiciones, la cual puede ser abierta o cerrada.

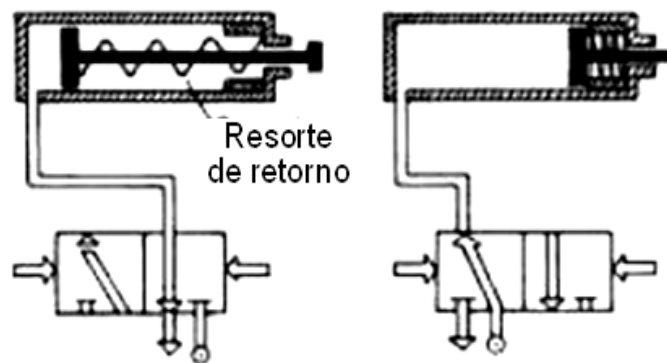


Fig. 2.33. Simple efecto con válvula 3/2.

En la figura 2.34., se muestra los cilindros de de doble efecto, en el cual el mando se realiza mediante una válvula de 4 vías y 2 posiciones.

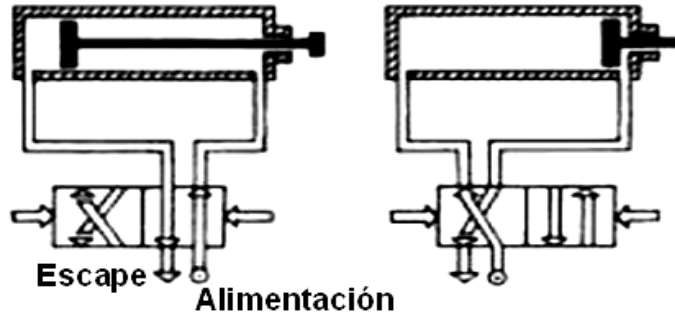


Fig. 2.34. Doble efecto con válvula 4/2.

En la figura 2.35., se muestra el cilindro de acción diferencial, con dos válvulas de bloqueo 2/2 y una válvula de 4 vías y 2 posiciones, las cuales están interconectadas entre sí para mantener su control.

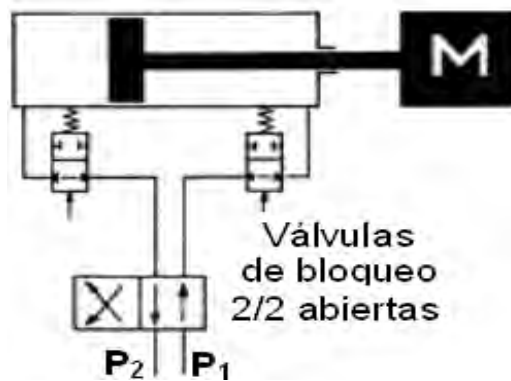


Fig. 2.35. Cilindro de acción diferencial con válvulas de bloqueo 2/2.

Bombas y motores eléctricos.

Las bombas y los motores oleohidráulicos se dice que son una misma máquina, modificando únicamente el sentido de transferencia de la energía.

Las bombas pueden accionarse por medio de motores eléctricos de CA regulados por medio de onduladores de frecuencia y tensión variables. Los reguladores contienen un microprocesador de control y admiten órdenes de autómatas a través de un sistema de comunicación digital. Los motores hidráulicos están controlados por otros dispositivos hidráulicos o neumáticos esto ocasiona que tengan la mínima relación directa con los autómatas.

2.3. Sistemas mecánicos de transmisión de potencia.

Se le denomina transmisión mecánica a un mecanismo encargado de transmitir potencia entre dos o más elementos dentro de una máquina

Una transmisión mecánica es una forma de intercambiar energía mecánica distinta a las transmisiones neumáticas o hidráulicas, ya que para ejercer su función emplea el movimiento de cuerpos sólidos, como lo son los engranajes y las correas de transmisión

Los motores eléctricos se encargan de transformar potencia eléctrica en potencia mecánica en los sistemas de automatización y robótica. Para usar adecuadamente el movimiento de los motores, es necesario conectar estos a los sistemas de transmisión de potencia, entre los sistemas de transmisión se encuentran: los acoplamientos a ejes, poleas, engranajes, etc.

2.3.1. Acoplamientos entre motores y ejes motrices.

Los *acoplamientos mecánicos* se requieren para que los motores entreguen su potencia mecánica a los ejes, a dichos ejes se les conectan otros tipos de elementos de transmisión como son: engranes, poleas, ruedas, etc.

Existen dos tipos de acoplamientos mecánicos los cuales son: el acoplamiento rígido y flexible.

Acoplamiento rígido.

El acoplamiento es más simple, ya que se realiza mediante un material duro el cual no proporciona elasticidad y ni amortiguamiento al enlace, esto hace que el enlace se pueda fracturar con más facilidad. Ver figura 2.36.



Fig. 2.36. Acoplamiento rígidos bicónicos.

Acoplamiento flexible.

Está formado mediante un material blando que proporciona amortiguamiento y elasticidad al enlace. El acoplamiento absorbe pares de carga muy altos y golpes fuertes en el eje. El cual, dificulta la rotura del eje por sobrecarga como se muestra en la figura 2.37.

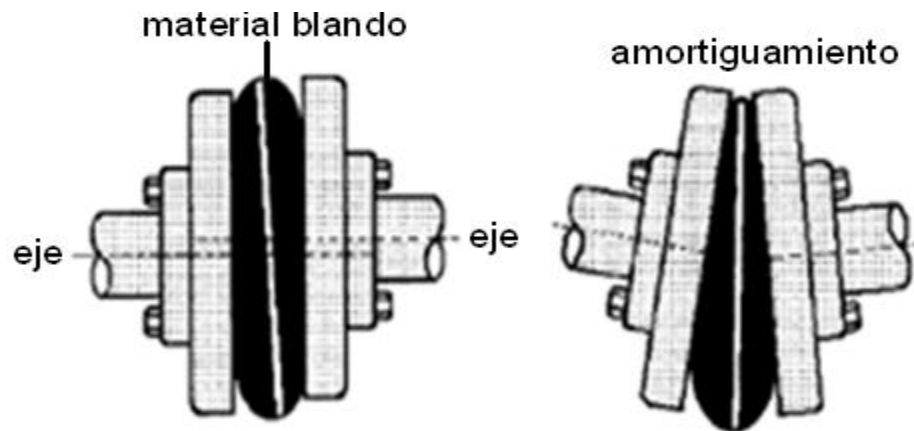


Fig.2.37. Acoples flexibles de ejes para y acomodar deslizamientos paralelos de transmisión.

2.3.2. Engranajes.

Se denomina engranaje al mecanismo utilizado para transmitir potencia de un componente a otro dentro de una máquina. Los engranajes están formados por dos ruedas dentadas, de las cuales la mayor se denomina *corona* y la menor se denomina *piñón*, obsérvese la figura 2.38.

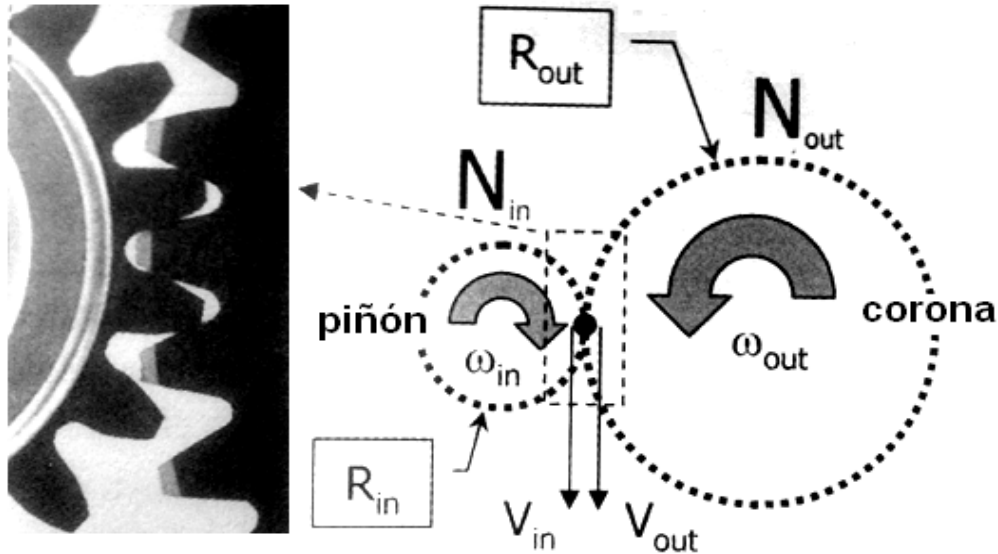


Fig. 2.38. Engranajes.

Los dientes del piñón y la corona encajan entre sí, por lo que el giro de una arrastra a la otra sin que exista deslizamiento entre ellas. Un engranaje sirve para transmitir movimiento circular mediante contacto de ruedas dentadas, si el sistema está compuesto de más de un par de ruedas dentadas, se denomina *tren*.

La principal ventaja que tienen las transmisiones por engranaje respecto de la transmisión por poleas es que no patinan como las poleas, con lo que se obtiene exactitud en la relación de transmisión.

Si las dos ruedas dentadas de un engranaje giran sin que exista deslizamiento entre ellas. Cuyo punto de contacto en ambas ruedas posee una velocidad lineal idéntica.

Entonces se dice que la velocidad lineal es el producto de la velocidad angular por el radio de la curvatura, entonces se obtiene:

$$\omega_{in} \cdot R_{in} = \omega_{out} \cdot R_{out}$$

$$\frac{\omega_{out}}{\omega_{in}} = \frac{R_{in}}{R_{out}} \quad \text{Ec. 2.12.}$$

Por lo tanto la corona se mueve a una velocidad (ω_{out}) menor que el piñón (ω_{in}) en relación inversa al tamaño de ambas.

La potencia es el producto del par motor por la velocidad angular y suponiendo que la energía mecánica se conserva aunque existen pérdidas por rozamiento, se tiene que:

$$\tau_{in} \cdot \omega_{in} = \tau_{out} \cdot \omega_{out}$$

Teniendo en cuenta la ecuación 2.12., se obtiene:

$$\frac{\tau_{out}}{\tau_{in}} = \frac{\omega_{in}}{\omega_{out}} = \frac{R_{out}}{R_{in}} \quad \text{Ec. 2.13.}$$

Por lo que es el par motriz obtenido a la salida de la corona es superior al suministrado al piñón en la misma proporción que sus radios respectivos.

Para cualquier engranaje la corona de mayor radio es la que transmite mayor par a su eje. Se le denomina la relación de reducción, a la relación entre el número de dientes de la corona (N_{out}) y el piñón de un engranaje (N_{in}), y ésta es igual a la relación entre los radios, por lo que se obtiene:

$$G = \frac{R_{out}}{R_{in}} = \frac{N_{out}}{N_{in}} = \frac{\omega_{in}}{\omega_{out}} = \frac{\tau_{out}}{\tau_{in}} \quad \text{Ec. 2.14.}$$

2.3.3. Reductoros.

Es el acoplamiento de varios engranajes para formar una reducción, y se le denomina *caja reductora* o simplemente *reductora*.

Trenes de engranajes.

Es la reductora más sencilla debido a la disposición en la cadena de las parejas de engranajes. La figura 2.39., muestra un ejemplo de la relación de reducción total de la reductora la cual se calcula por el producto de las sucesivas relaciones de la reducción de cada pareja de engranajes. La figura 2.40., muestra las diferentes relaciones de engranajes.

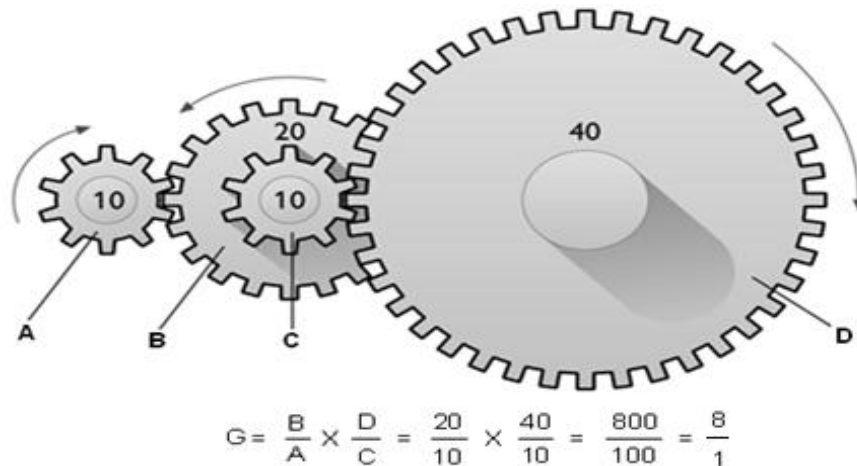


Fig. 2.39. Tren de engranajes.

Si en un tren de engranajes, una rueda dentada de un engranaje es la salida y la entrada a la siguiente rueda dentada, el tamaño de dicha rueda no se incluye en la relación de reducción total independientemente del número de dientes que tenga. Solamente influye dicha rueda al invertir el sentido de giro de la siguiente rueda dentada.

Los trenes de engranaje presentan la desventaja que para obtener grandes relaciones de reducción, se necesitan numerosas ruedas dentadas, excediendo el peso y disminución de la eficiencia de la reductora.

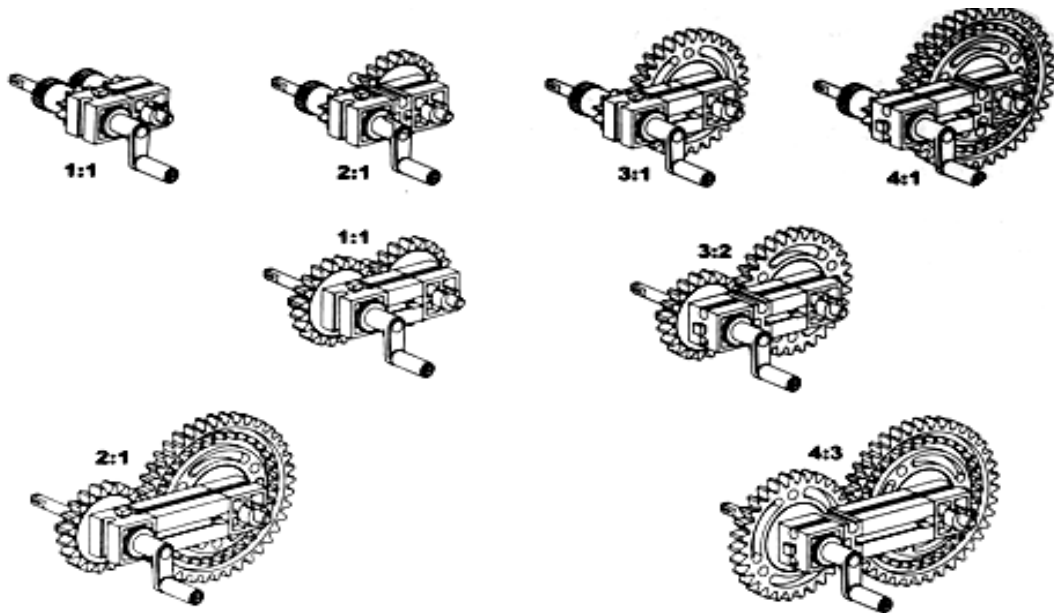


Fig. 2.40. Distintas relaciones de reducción obtenidos con engranajes.

2.3.4. Cadenas y correas de transmisión.

Otra forma de transferir el movimiento en una máquina entre dos puntos separados, es empleando cadenas o correas de transmisión, las cuales permiten la transmisión de movimiento mediante el arrastre de una cadena o correa conectadas a los ejes de entra y salida. Obsérvese la figura 2.41.

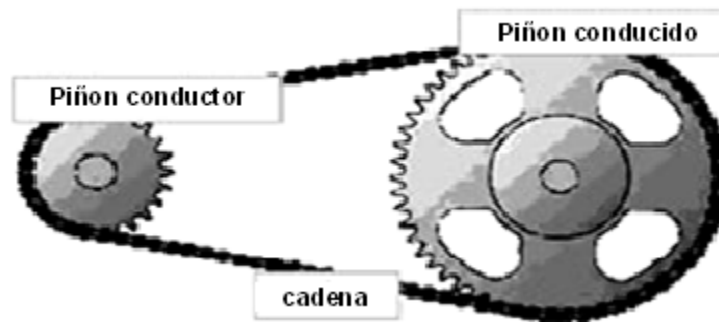


Fig. 2.41. Cadena de trasmisión.

El arrastre en las cadenas se produce por el enganche de sus eslabones en los dientes de los *piñones* que giran simultáneamente a los ejes de giro, en cambio en las correas su arrastre se produce por fricción entre polea y correa. Aunque es posible aumentar la fricción mencionada mediante el encajonamiento de la correa en el perfil de la polea.

Una correa, obedece a las siguientes características propias es flexible, más ligera y más tolerante a situaciones de sobrecarga, aunque, la correa se desliza sobre la polea sin que exista la rotura de los elementos mecánicos. Para aplicaciones donde es importante el control preciso de la posición se usa las correas dentadas o *timingbelts*, las cuales disminuyen el deslizamiento y mejoran el control de posición de las correas de transmisión. Obsérvese la figura 2.42.

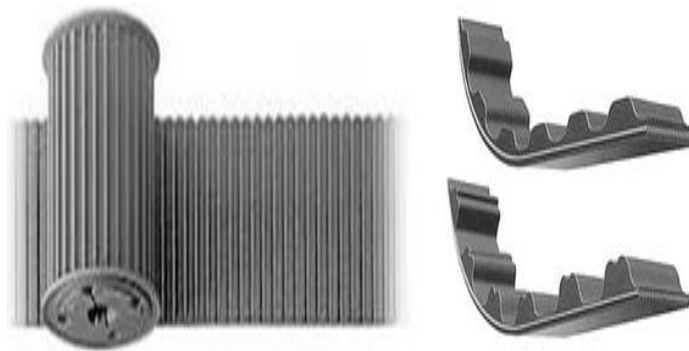


Fig. 2.42. Correa de transmisión dentada.

2.3.5. Transformación entre movimiento lineal y de giro.

Algunos mecanismos requieren de un sistema de movimiento lineal de gran exactitud. La modificación del movimiento de giro proporcionado por un motor en movimiento lineal se puede conseguir mediante diversos mecanismos.

- *Plataforma desplazada mediante eje de gusano.* En esta aplicación la característica del auto bloqueo del eje de gusano es una ventaja pues impide

el desplazamiento lineal de la plataforma ante una fuerza externa ajena al motor.

- *Cremallera arrastrada por un piñón.* La cremallera funciona básicamente, como un engranaje desenrollado. Obsérvese en la figura 2.43.
- *Plataforma montada sobre una correa de transmisión.* En este caso, para mejorar la precisión del posicionamiento lineal de la plataforma se suele emplear una correa dentada.

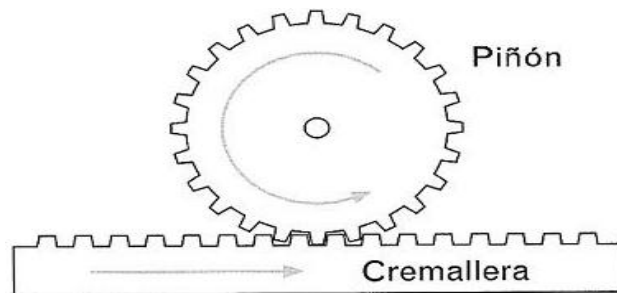


Fig. 2.43. Cremallera.

Las levas también convierten el movimiento de giro a lineal. El movimiento de giro transformado se convierte en movimiento de vaivén. Dependiendo de la leva se consiguen distintos patrones de movimiento.

También el cigüeñal permite una transformación recíproca entre los movimientos de giro y lineal. El cual se encarga de convertir el movimiento lineal del vaivén del *pistón* en un movimiento circular.



Fig. 2.44. Cigüeñal de la moto Yamaha YZF-R1 2008.

3.- ANÁLISIS DEL PROCESO DE FABRICACIÓN PARA LA ELABORACIÓN DE LLUVIA.

La lluvia es un producto de papel metálico elaborado a base de tiras delgadas de 1.5 cm de ancho por 90 cm de largo, con cortes de 1.5 mm de ancho y un no corte de 2 cm, como se muestra en la figura 3.1.

La lluvia se usa para adornar o decorar distintas cosas, su mayor uso es en época de navidad donde tiene infinidad de usos el cual dependerá del gusto de cada persona.

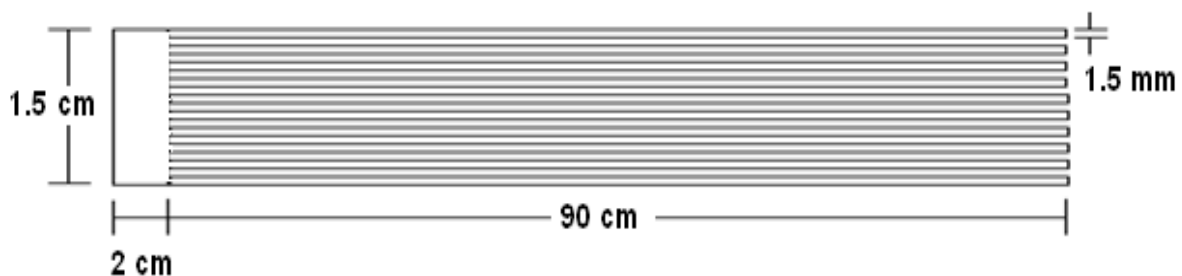


Fig. 3.1. Esquema de la lluvia.

Este producto se elabora con papel previamente metalizado, el papel es especial su nombre es poliéster y la mayor parte es de 12 micras, sus colores que existen en el mercado son muy llamativos como lo son: oro, plata, azul rey, azul terqueza, verde, rojo, morado, rosa, tricolor (plata, verde, rojo) usado para fiestas patrias y color colorín, el cual es una mezcla de todos los colores anteriores. Ver figura 3.2.



Fig. 3.2. Lluvia.

3.1. Proceso de elaboración de lluvia.

El proceso para la elaboración de lluvia se divide en tres bloques:

- Corte en máquina semiautomatizada.
- Corte en guillotina.
- Engrapado y empaque.

3.1.1. Corte en máquina.

El corte en máquina es un proceso continuo en el cual se utiliza una máquina semiautomatizada, donde se coloca una bobina de papel a cortar en un extremo derecho, este papel pasará por un juego de rodillos de alineamiento para después pasar por las navajas de la máquina, una vez cortado se vuelve a enrollar en forma de bobina en el otro extremo de la máquina.

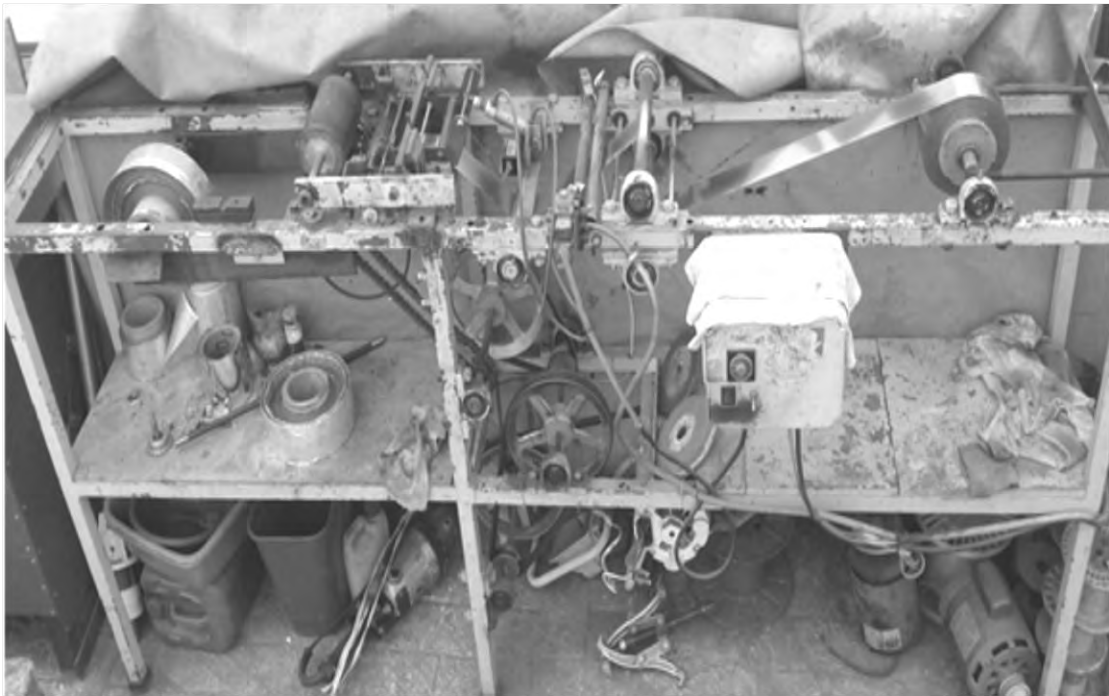


Fig. 3.3. Proceso de corte en máquina.

La máquina semiautomatizada la controla un *timer análogo de perilla* este a su vez controla un pistón de vástago simple que acciona cada determinado tiempo para que el papel tenga un *no corte* de 2 cm cada 90 cm, cuenta con un motor de 1 Hp el cual no está controlado, su transmisión es un juego de poleas mezclado con una cadena.

Proceso detallado de la producción de lluvia:

En un extremo de la máquina semiautomatizada se coloca una bobina de papel metalizado llamado poliéster, el cual tiene un espesor de 12 micras con un ancho de 9 cm para que sea dividido cada 1.5 cm, por lo cual se obtendrían 6 lluvias cada 90 cm. Obsérvese la figura 3.4.

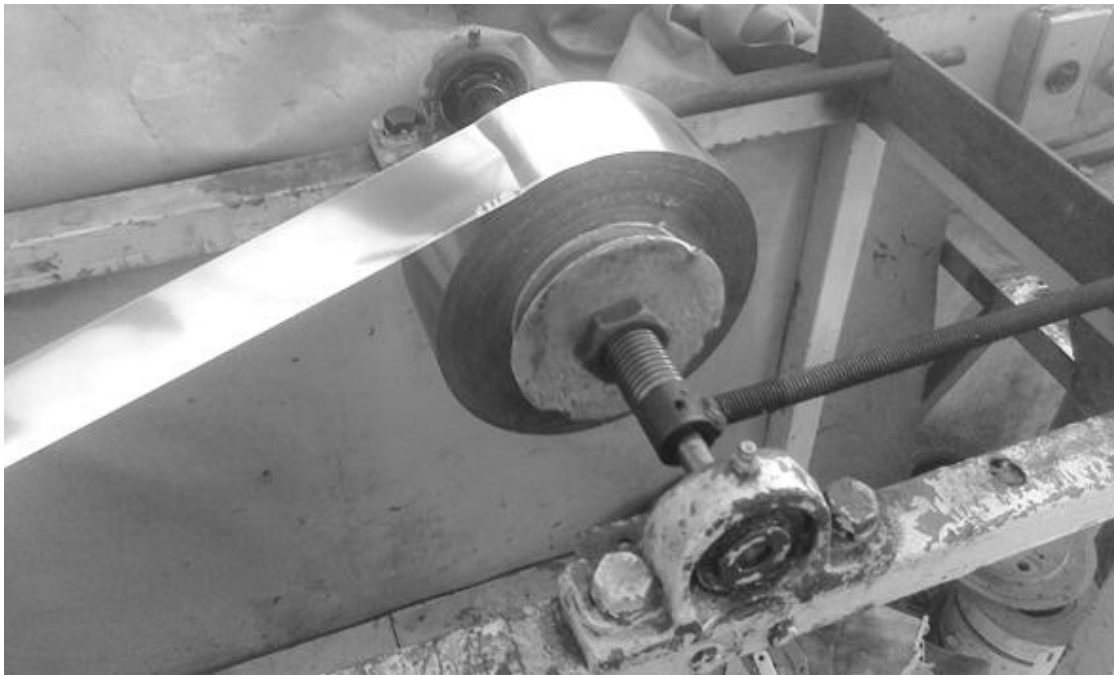


Fig. 3.4. Bobina de papel metalizado.

Después el papel en forma de circuito pasará por unos rodillos de alineamiento, tal como se muestra en la figura 3.5., esto con la finalidad de que al llegar a las navajas del corte de material llegue este en una sola dirección sin desviaciones, para poder realizar los cortes sin ningún tipo de problema



Fig. 3.5. Rodillos de alineamiento de papel.

Una vez alineado el papel se procede al corte, este pasará por navajas continuas de corte con un espacio entre ellas de 1.5 cm de ancho, las otras navajas que tienen alrededor de 1.5 mm de ancho no serán continuas ya que cada 90 cm el pistón accionará por lo cual estas dejarán de cortar dejando un no corte de 2 cm. Obsérvese la figura 3.6.

Después de ser cortado el material este pasará por unos rodillos vulcanizados, estos rodillos son los que llevan toda la fuerza de arrastre del papel desde su salida, después de pasar por estos rodillos, el papel se empezará a enrollar en otra bobina hasta llenarse, como se muestra en la figura 3.7., con esto se concluye el corte en máquina.



Fig. 3.6. Pistón accionador de no corte cada 90 cm.

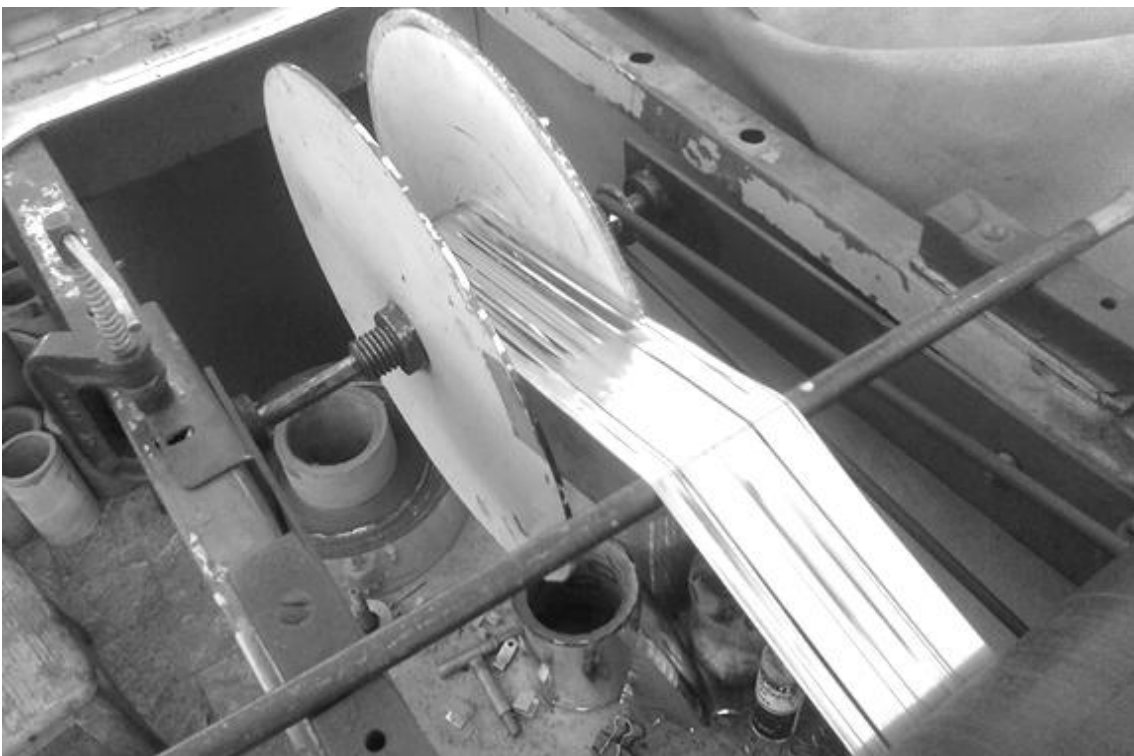


Fig. 3.7. Bobina de Lluvia.

Elementos importantes en la máquina semiautomatizada:

- Timer análogo de perilla.
- Pistón neumático de doble efecto.
- Relevador bifásico.
- Motor 1 Hp.
- Transmisión de poleas mezclada con cadena.
- Compresor 9 K.
- Válvula.

Dimensiones de la máquina:

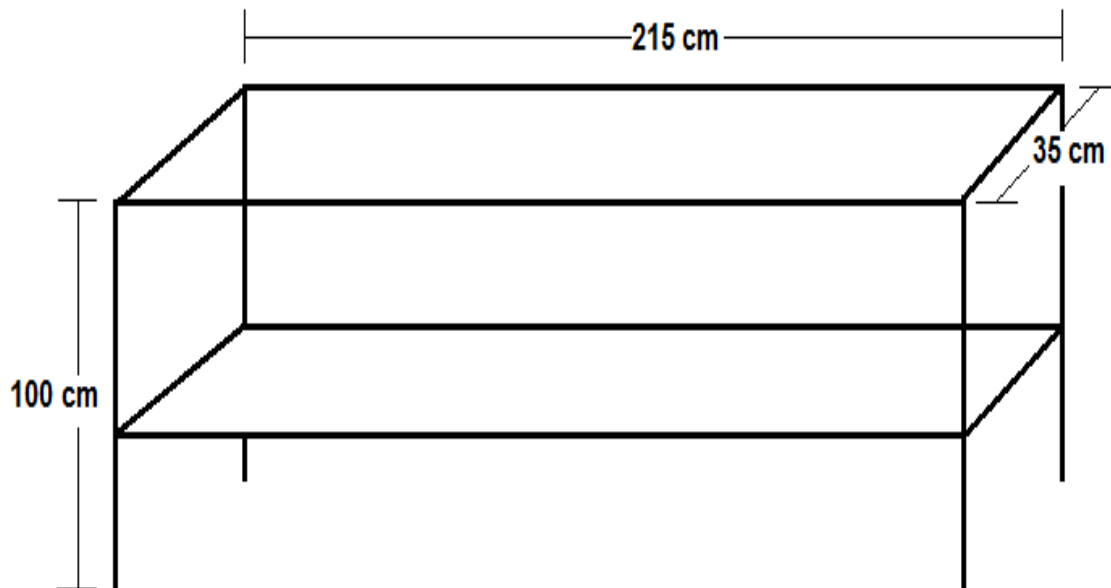


Fig. 3.8. Dimensiones de la máquina.

La transmisión de la máquina es un juego de poleas mezclado con una cadena.



Fig. 3.9. Transmisión de la máquina.

El elemento más importante de la máquina es el *timer*, ya que este es el único elemento de control al que hace que llamemos a esta máquina semiautomatizada.



Fig. 3.10. Timer analógico de perilla.

Algunas características de los timers.

- Varias alimentaciones disponibles.
- Dos funciones de temporización: retardo en la energización “E” o pulso en la energización “G”.
- Varias escalas de tiempo disponible.
- Tiempos disponibles en segundos o minutos.
- Selección de tiempo a través de perilla

Aplicaciones de los timers.

- Maquinaria metalmecánica
- Maquinaria para la industria alimentaria
- Equipos para panificación
- Ascensores, escaleras y puentes rodantes
- Arrancadores estrella-triángulo
- Compresores y grupos generadores
- Tableros eléctricos
- Termo selladoras; etc.

Funcionamiento del timer.

Frontal.

1 - Perilla para ajuste del tiempo.

2 - LED General: indica instrumento energizado.

3 - LED Re: indica el estado de la salida relé. Encendido, salida cerrada; apagado, salida desconectada.



Fig. 3.11. Timer analógico de perilla COEL-HEG.

3.1.2. Corte en guillotina.

Una vez teniendo la bobina previamente cortada del producto final del corte en la máquina, se procede al corte a 90 cm, la bobina se pondrá en una base de metal pesado para que se pueda jalar el papel hacia una guillotina pequeña adaptada a una madera de 90 cm de largo, donde se depositará la lluvia ya cortada, cada determinados cortes en la guillotina se amarran para tener un mejor conteo de la lluvia. Obsérvese la figura 3.12.

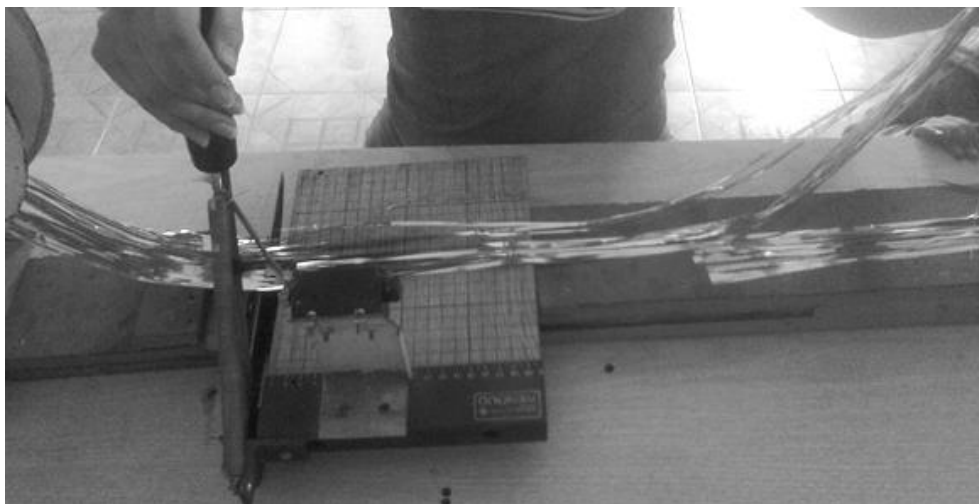


Fig. 3.12. Corte Lluvia en guillotina.

3.1.3. Engrapado y empaque.

Este es el último proceso de la lluvia donde una vez pasado por los procesos anteriores en la parte superior de cada lluvia se le pondrá un pedazo de papel doblado y engrapado con la finalidad de que la lluvia se pueda colgar y cada 25 lluvias se amarraran con hilo para después empacarlas cada 100 lluvias en bolsas transparentes de 1m x 15 cm de ancho para su venta final.

El proceso por pasos:

El primer paso, en la parte superior de cada lluvia se le coloca un papel de color plata metálico doblado con la finalidad de que tenga una mayor presentación y a su vez que la lluvia se pueda colgar si el comprador lo desea. Obsérvese en la figura 3.13.



Fig. 3.13. Colocación de papel plata en la parte superior de la lluvia.



Fig. 3.14. Engrapado del papel plata a la lluvia.

Una vez engrapadas cada 25 lluvias se amarrarán para posteriormente empacarlas en bolsas de 100 lluvias cada paquete.

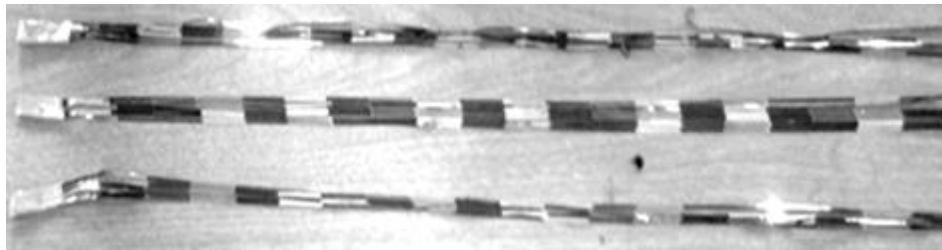


Fig. 3.15. Lluvia terminada.



Fig. 3.16. Paquete de Lluvia.

3.2. Problemática de la elaboración de lluvia.

Para la elaboración de lluvia en la empresa surgieron varios problemas, por los cuales se tuvo la necesidad de hacer una máquina totalmente automatizada, los problemas que se tenían eran que la producción no dependía de la máquina sino de la velocidad con la que se trabajaba en el corte de guillotina, además que en este corte el producto se maltrata al jalarlo y por lo cual tenemos a una mala calidad y una baja producción.

3.2.1. Producción y precio.

REGISTRÓ DE CORTES EN GUILLOTINA EN UNA JORNADA DE 7 HRS.		
DÍA	TRABAJADOR 1	TRABAJADOR 2
1 LUNES	2000	2150
2 MARTES	1500	1800
3 MIÉRCOLES	1650	2100
4 JUEVES	1150	2000
5 VIERNES	1050	1700
6 SÁBADO	850	650
7 LUNES	1700	1950
8 MARTES	1600	1550
9 MIÉRCOLES	1350	1150
10 JUEVES	1000	1100
	$\Sigma=13850$	$\Sigma=16150$
	Producción total de cortes	30000
	Promedio por trabajador durante un día	1500

Fig. 3.17. Tabla de cortes en guillotina en una jornada.

De acuerdo a la figura 3.17., anterior la producción total de la muestra de los dos trabajadores es 30,000 cortes en guillotina durante 10 días hábiles de trabajo, por lo tanto se obtendrá el promedio de cortes de guillotina por trabajador durante un día: días.

$$\frac{30,000 \text{ producción total}}{10 \text{ días de trabajo} * 2 \text{ trabajadores}} = \frac{30,000}{20} = 1,500$$

Se obtiene un promedio de 1,500 cortes de guillotina por trabajador durante un día. Por lo tanto la producción total de lluvias durante un año será:

$$(1,500 \text{ cortes } T_1 + 1,500 \text{ cortes } T_2) * (6 \text{ días de trabajo}) = 18,000$$

Por lo tanto se obtiene 18,000 cortes de guillotina durante una semana, si cada corte de guillotina contiene 6 lluvias entonces.

$$(18,000 \text{ cortes a la semana}) * (6 \text{ lluvias}) = 108,000 \text{ lluvias a la semana}$$

$$(108,000 \text{ lluvias a la semana}) * (4 \text{ semanas de un mes}) = 432,000 \text{ lluvias al mes}$$

$$(432,000 \text{ lluvias al mes}) * (11 \text{ meses de trabajo}) = 4,752,000 \text{ lluvias al año}$$

Entonces la producción total de lluvias en un año será, 4,752,000 lluvias en promedio.

Venta, oferta y demanda de paquetes de lluvias en el año 2012.

De acuerdo a la figura 3.18 el total de lluvias vendidas por pieza en el año 2012.

$$(39,041 \text{ paquetes}) * (100 \text{ lluvias por paquete}) = 3,904,100 \text{ lluvias vendidas}$$

De acuerdo a la tabla anterior de oferta y demanda la producción de lluvia no satisface la demanda por lo tanto.

$$\frac{45,900 \text{ paquetes demandados}}{39,041 \text{ paquetes ofertados}} \rightarrow \frac{100\%}{x\%} = 85.05\% \cong 85\% \text{ paquetes ofertados}$$

La producción se encuentra en un 85%, por lo cual se genera la problemática de no abarcar el otro 15% de la demanda faltante. Por el motivo de no cubrir al 100% la demanda la empresa tuvo la necesidad de mejorar el método de producción, automatizando por completo la máquina.

VENTA, OFERTA Y DEMANDA DE PAQUETES DE 100 LLUVIAS EN EL 2012.			
Color de lluvia	Cantidad de lluvias vendidas	Oferta	Demanda
Rojo	4950	4950	6000
Tricolor	4050	4050	4700
Oro	4950	4950	5800
Buga	3188	3188	3800
Colorín	6133	6133	7100
Plata	6894	6894	8000
Verde	1927	1927	2300
Azul victoria	3780	3780	4500
Azul turquesa	3169	3169	3700
TOTAL	39,041	39,041	45,900

Fig. 3.18. Venta, oferta y demanda de Lluvia en el año 2012.

PRECIO POR PAQUETE DE LLUVIAS	
Papel	\$ 2.94
Mano de obra de corte y otros	\$ 1.06
Mano de obra de empaque	\$ 2.9
Bolsa	\$ 0.335
Grapa	\$ 0.003
Total	\$ 7.238

Fig. 3.19. Precios que interviene en la manufactura de Lluvia.

El paquete de lluvia a la empresa le cuesta en \$ 7.238 y se vende el paquete de lluvia en \$ 11.50 al público en general. Por lo que genera una utilidad.

$$\$ 11.50 - \$ 7.238 = \$ 4.262$$

La utilidad que genera la empresa es de \$ 4.262.

Este precio anterior esta dado con la máquina semiautomatizada por lo que automatizando la máquina este punto también será beneficiado y por consiguiente tener mayor utilidad de nuestro producto.

3.2.2. Calidad.

La calidad en este proceso también se ve afectada, obsérvese la figura 3.20., en el proceso donde se fractura más el producto, es en el corte de guillotina, aquí ocurren dos eventos de mala calidad importantes que son:

- Rompimiento de tiras delgadas.
- Papel arrugado.



Fig. 3.20. Fractura de la lluvia.

El rompimiento de tiras de papel es un punto muy importante de mala calidad ya que este ocurre cuando el trabajador jala la bobina para ser cortada, como el papel es muy delgado no tiene mucha resistencia aunándole que las tiras son muy delgadas estas se van rompiendo y por lo tanto nuestras lluvias salen incompletas, además de que al ir ocurriendo este evento muchas veces puede llegar el momento que la bobina de papel se enreda de tal forma que se desperdiciara mucho papel y perderemos mucho tiempo.



Fig. 3.21. Desperdicio de Lluvia por mala calidad del producto.

3.2.3. Mercadotecnia.

La empresa cuenta con este problema, ya que no se tiene ningún tipo de atracción de nuestro producto, que llame la atención de la gente, su modo de empaque es una simple bolsa de plástico transparente de 1m x 15 cm por lo cual si mejoramos este punto la demanda de nuestro producto aumentará y tendremos una mejor competencia.

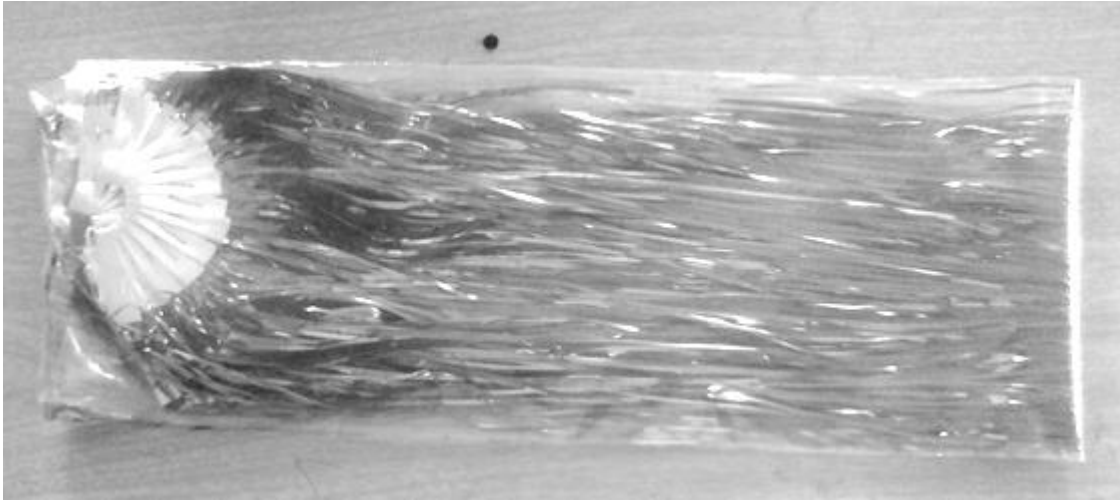


Fig. 3.22. Empaquetado de la lluvia con bolsa transparente.

4.- DISEÑO DEL SISTEMA PARA AUTOMATIZAR LA MANUFACTURA DE LLUVIA.

4.1. Diseño de la máquina.

Al analizar los problemas que se tenían en la empresa lo que se concluye es que se tiene que automatizar por completo la máquina del corte de lluvia, para poder eliminar del proceso el paso de corte de guillotina, que fue en donde se encontraron más errores, tanto de calidad del producto, como de la producción, ya que esta dependía de la velocidad con la que se trabajara en este paso, además de que con esto obtendríamos un plus más, que sería bajar el costo de nuestro producto y así obtener mayor utilidad.

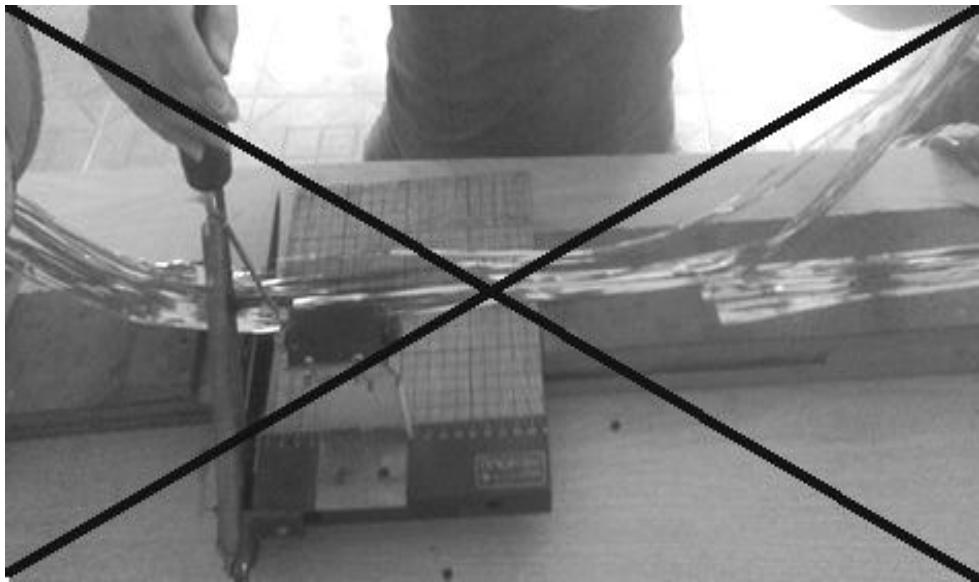


Fig. 4.1. Eliminación del corte en guillotina.

Para ello se requirió renovar por completo el sistema de la elaboración de lluvia diseñando una nueva máquina con un PLC que tuviera todo el control, con ello nuestro sistema quedaría dividido en dos secciones en el corte de papel en máquina automatizada y en el engrapado-empaque.

4.1.1. Estructura de la máquina.

El diseño de la estructura de la máquina es el siguiente:

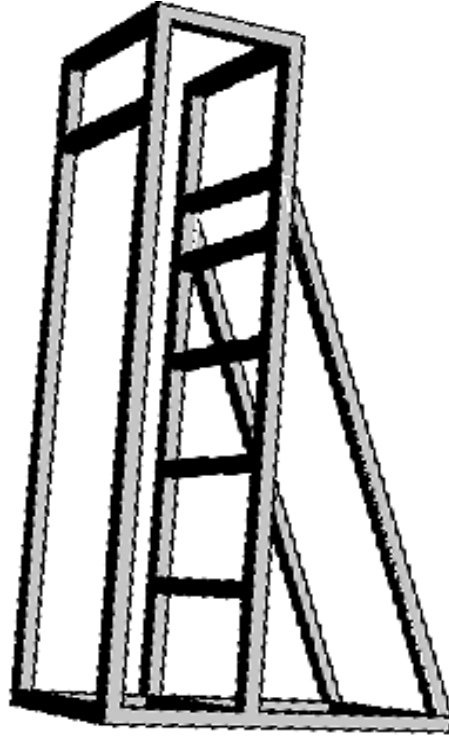


Fig. 4.2. Estructura de la máquina.

Para la construcción de esta estructura se utilizó PTR estructural de 1 1/2”:

El Perfil Tubular Rectangular (PTR), es un elemento estructural de alta eficiencia por su admisión de cargas, el cual incrementa su servicio de resistencia, al ser combinado con otros perfiles (PTR), los cuales forman armaduras de gran soporte. La denominación acero A36 fue establecida por la ASTM (American Society for Testing and Materials).

Propiedades.

Contiene una densidad de 7850 kg/m³ (0.28 lb/in³). Para perfiles estructurales con espesores menores de 8 plg (203,2 mm) tiene un límite de fluencia mínimo de 250 MPa, y un límite de rotura mínimo de 410 MPa. Las planchas con espesores

mayores de 8 plg (203,2 mm) tienen un límite de fluencia mínimo de 220 MPa, con mismo límite de rotura.

DIMENSIONES EXTERIORES		ESPESOR		COLOR DE IDENTIFICACIÓN	PESO	ÁREA
D X B		T				
plg.	mm.	plg.	mm		kg/m.	cm ²
1 1/2" x 1 1/2"	38 x38	0.075	1.9	Azul	2.09	2.66

Fig. 4.3. Tabla de características del PTR de acero A36 estructural.



Fig.4.4. PTR estructural de acero A36.

Para soldar está estructura se usó soldadura 6013 ya que es la adecuada para el soldado del PTR.

Soldabilidad del PTR:

Según la norma ASTM A36/A36M-8, cuando el acero tenga que ser soldado, tiene que ser utilizado un procedimiento de soldado adecuado para el grado de acero y el uso o servicio previsto.

El acero A36 es conocido como un acero de fácil soldabilidad, por lo que se recomienda utilizar los siguientes tipos de soldaduras: 6010, 6011, 6013, 7018, 7024, 308, 309, 312, 316, ER70S-6, ER70S-3, E71T-1.

Soldadura 6013

Electrodo diseñado para alto rendimiento, para trabajos de lámina delgada como ventanas, así como en perfiles huecos, tolvas, tanques, recipientes, carrocerías y muebles metálicos. Su escoria se desprende con facilidad, se puede soldar con amperajes relativamente bajos, produce cordones de superficie suave, de aspecto liso y limpio con poca penetración.

Diámetros		Amperajes
3/32"	2.4 mm	50-90 A
1/8"	3.2 mm	90-130 A
5/32"	4.0 mm	120-160 A
3/16"	4.8 mm	150-190 A

Fig. 4.5. Datos técnicos de la soldadora 6013.

Ventajas.

Electrodo de fácil operación en todas posiciones; utiliza corriente directa con polaridad invertida (electrodo al positivo +). Alta eficiencia de aporte por la calidad de sus componentes. Arco estable y penetrante.

Propiedades.

- Resistencia a la Tensión 430 MPa.
- Límite Elástico 330 MPa.

Aceros a soldar con el electrodo 6013:

- Acero A36; A285; A283; A105; A373, ETC.

4.1.2. Diseño de alimentación de papel con freno neumático.

La alimentación de nuestra máquina se lleva a cabo a partir de bobinas de papel (poliéster), con un peso aproximado de 10 a 13 kg cada bobina, esta se colocará en una flecha con cuerda, con el objetivo de sujetar la bobina con dos piñas una en cada extremo.

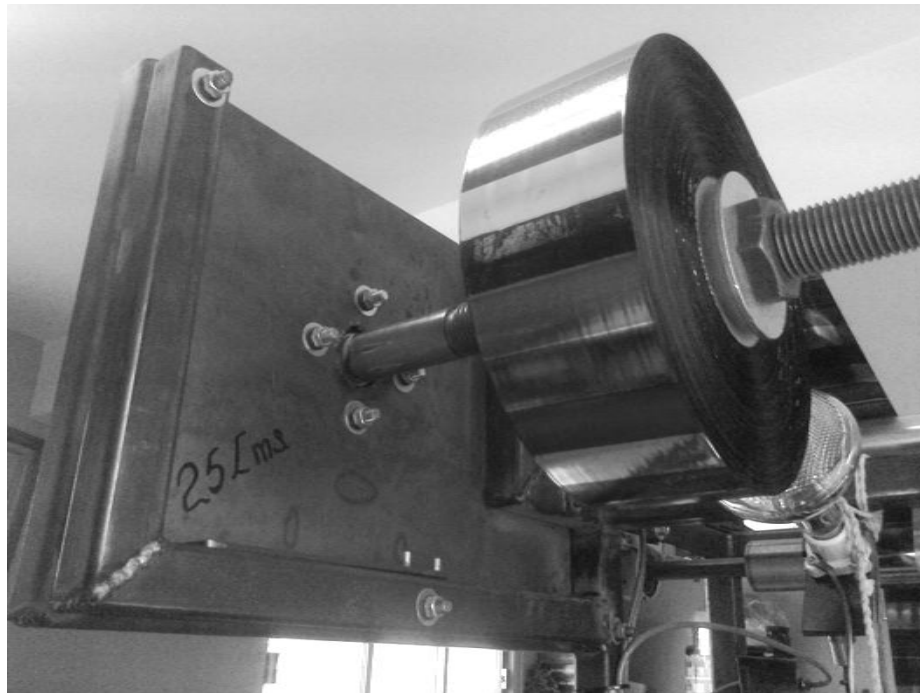


Fig. 4.6. Flecha sujetadora de bobina.

La flecha de carga es de acero 1045 de 1 1/2" Ø × 60 cm de largo con cuerda externa estándar, las piñas de sujeción de core de bobina son de aluminio con cuerda interna estándar.



Fig. 4.7. Piñas de sujeción de la bobina.

La Flecha de carga para materia prima es de acero 1045.

El acero 1045 de medio contenido de carbón es utilizado cuando la resistencia y dureza son necesarias. Responde al tratamiento térmico y al endurecimiento por llama o inducción, pero no es recomendado para cementación o cianurado. Además de presentar soldabilidad adecuada, dureza y tenacidad para la fabricación de componentes de maquinaria.

Propiedades del acero 1045.

- Dureza 163 HB (84 HRb).
- Esfuerzo de fluencia 310 MPa (45000 PSI).
- Esfuerzo máximo 565 MPa (81900 PSI).
- Elongación 16% (en 50 mm).
- Reducción de área (40%).
- Módulo de elasticidad 200 GPa. (29000 KSI).
- Maquinabilidad 57%.
- Densidad 7.87 g/cm³ (0.284 lb/in³).

Composición del acero 1045.

0.43-0.50 % C.

0.15-0.35 % Si.

0.60-0.90 % Mn.

0.04 % P máx.

0.05 % S máx.

La figura 4.8., muestra la flecha de carga la cual esta sujeta por un extremo a una placa de 3/16", está a su vez se sujeta a la estructura de la máquina.

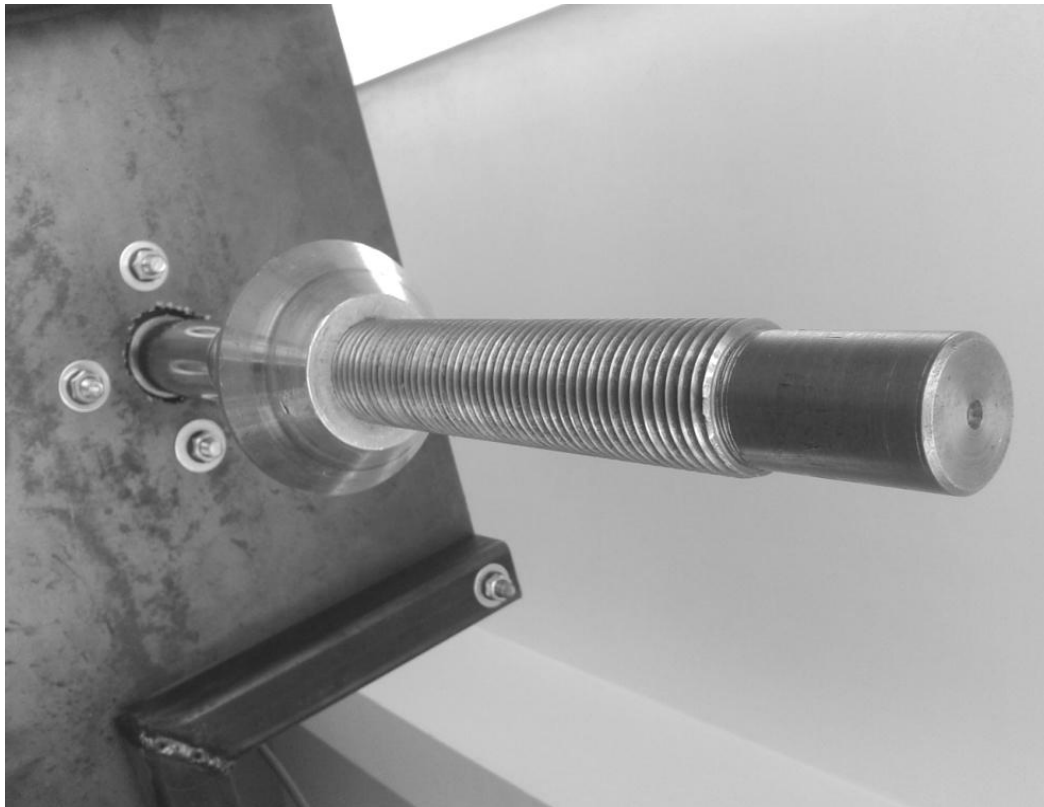


Fig. 4.8. Flecha de carga de bobina de materia prima.

Placa de acero ASTM A36.

La placa se comercializa principalmente en espesores que van desde 3/16 hasta 2” principalmente.

La superficie de la placa no está libre de óxido superficial. La placa es usada en aplicaciones estructurales y donde la calidad superficial no es importante.

La bobina de alimentación de papel requiere de un freno con la finalidad de que el papel tenga resistencia al momento que los rodillos lo empiecen a jalar hacia el corte, por lo tanto se diseñó un freno neumático, obsérvese la figura 4.9.

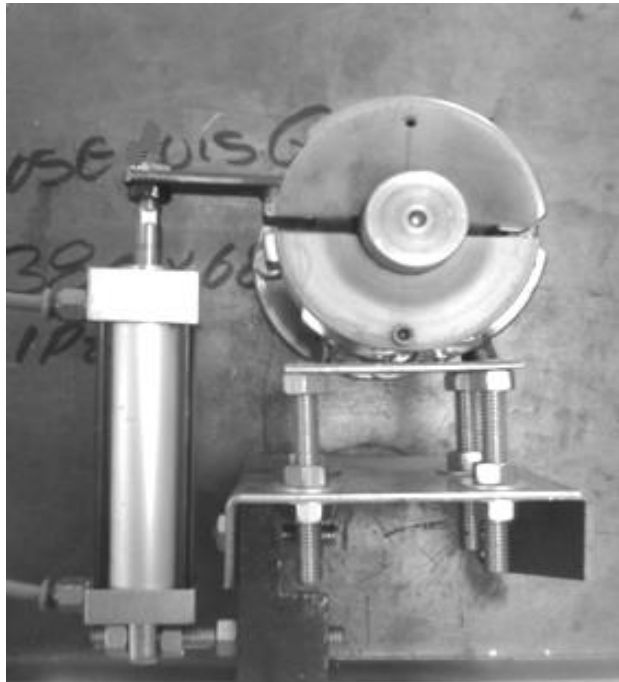


Fig. 4.9. Freno neumático.

El freno neumático se diseñó con un pistón de doble efecto vástago simple de 1 1/4” x 3.5” que está controlada su presión sobre el buje de fricción con un regulador de presión neumático de 0 a 150 PSI, obsérvese la figura 4.10. La función del pistón neumático es empujar al buje de fricción hacia la flecha para con esto lograr un frenado no total de la bobina según el ajuste que convenga.



Fig. 4.10. Regulador de presión neumático.

4.1.3. Diseño de corte de tiras.

En el corte de tiras se ocupó el mismo sistema que tenía la máquina semiautomatizada lo único que se hizo fue mejorarlo, para tener mejores resultados.

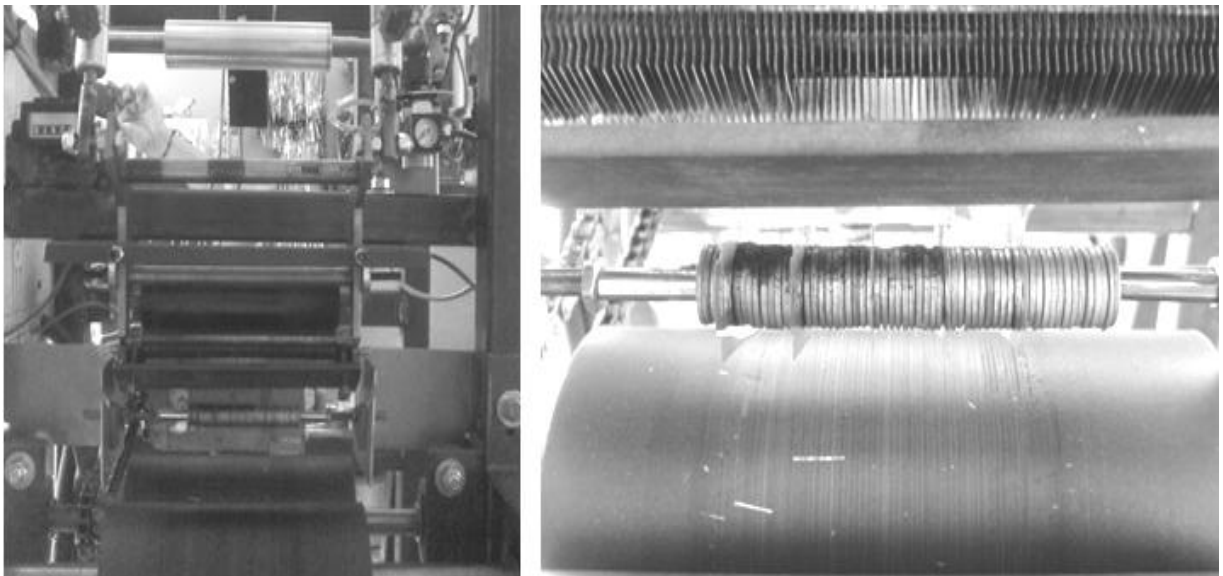


Fig. 4.11. Corte de tiras.

El sistema consiste en que el papel pasará por un flecha con navajas con un espacio entre ellas de 1.5 mm, este corte no será continuo ya que cada 90 cm el pistón accionara, por lo cual estas dejaran de cortar, dejando un no corte de 2 cm, después de pasar por las navajas anteriores el papel continuara con otras navajas estas si serán continuas de corte con un espacio entre ellas de 1.5 cm de ancho de tal forma que el papel será cortado como se muestra en la figura 4.12.

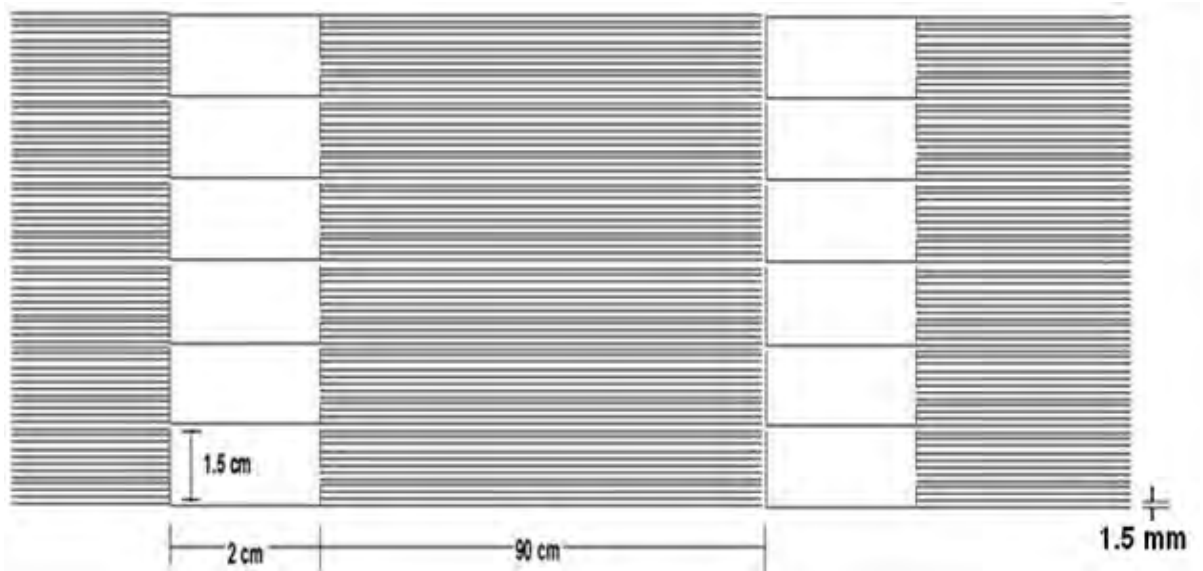


Fig. 4.12. Esquema del papel cortado.

El mejoramiento que se le hizo al sistema, es que en la máquina semiautomatizada la flecha de navajas de 1.5 mm de espacio entre ellas solamente la controlaba un solo pistón a este sistema nuevo se le adaptaron dos pistones de doble efecto vástago simple de 1 3/4" x 3/4" que estos son los que accionarán cada 90 cm dejando un no corte de 2 cm; además se le añadió un rodillo de neopreno para tener mayor ajuste en el papel.

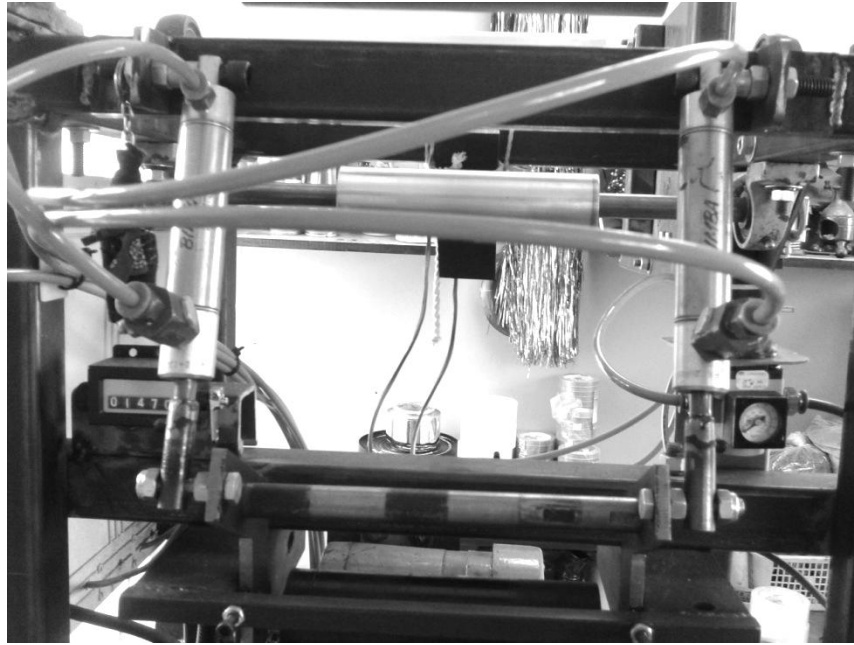


Fig. 4.13. Control de flecha con navajas de 1.5 mm por medio de dos pistones.

4.1.4. Diseño de corte de piezas.

Es uno de los puntos más importantes ya que es el corte que antes se realizaba en guillotina, aquí cada 92 cm cortará, para este sistema de corte de piezas se utilizó lo siguiente:

- rodillo base de corte.
- rodillo porta cuchilla.
- cuchilla de corte.
- tensores de ajuste de rodillos.

Este sistema básicamente se hizo en forma de rodillos de corte para que la máquina fuera continua, una vez que el papel pase por los rodillos de neopreno los cuales son la tracción de la máquina, el papel caerá de forma de caída libre para llegar a los rodillos de corte de pieza estos dos rodillos estarán esperando al papel para que sea cortado cada 92 cm, se da la señal al motorreductor de 1/12 HP de dar una vuelta

completa de 360° para que realice el corte correspondiente. Obsérvese las figuras 4.14. y 4.15.

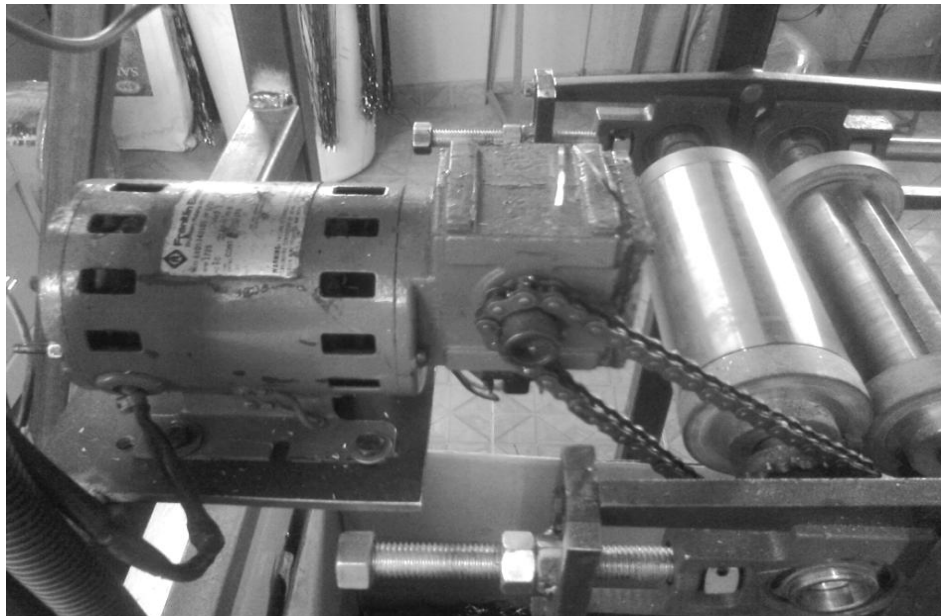


Fig. 4.14. Motorreductor de 1/12 HP.



Fig. 4.15. Rodillos de corte cada 92 cm.

El rodillo base de corte es de 3.9" Ø x 7 3/4" de largo con flecha de 1", está hecho con acero 1518, este rodillo se tuvo que mandar a cementar, para tener una mayor dureza del rodillo a la hora del corte.

Descripción del acero 1518.

Acero al carbono con alto contenido de manganeso es utilizado para la fabricación de componentes de maquinaria como: bujes, acoples, piñones, y ejes de transmisión. Además de ser adecuado para el proceso de cementación dejando una capa superficial dura y su núcleo tenaz.

El acero ya con el tratamiento de cementación se puede fabricar engranajes, levas, ejes y tornillos que requieran alta resistencia.

Propiedades del acero 1518.

- Dureza 190-220 HB (92-97 HRb).
- Esfuerzo de fluencia 490 MPa (71 KSI).
- Esfuerzo máximo 657 MPa (95 KSI).
- Elongación máxima 18 %.
- Reducción de área 60 %.
- Maquinabilidad del 80%.

Composición del acero 1518.

0.15–0.21% C.

1.10–1.40 % Mn.

0.04 % P máx.

0.05 % S máx.

La cementación.

Tratamiento termoquímico que se aplica en piezas de acero. El proceso modifica su composición del acero al impregnarse carbono a la superficie mediante difusión.

La cementación endurece la superficie de una pieza sin modificar su núcleo, formando así una pieza de dos materiales: material del núcleo de acero con menor concentración de carbono, tenaz y resistente a la fatiga y el material de la superficie de acero con mayor concentración de carbono.

Para recubrir las partes a cementar de una materia rica en carbono, llamada cementante, se somete la pieza durante varias horas a altas temperaturas (típicamente, 900 °C). Por lo cual el carbono penetra en la superficie que recubre de 0.1 a 0.2 mm por hora de tratamiento.

Los aceros aleados y no aleados con un contenido de carbono inferior al 0.25 % son adecuados para la cementación. La capa exterior de estos aceros se debe someter a carburación o carbonitruración antes del templado.

Propiedades del acero cementado.

Capa exterior

- Dura y resistente al desgaste
- Resistencia a la fatiga mejorada

Zona del núcleo

- Tenaz y maleable

El rodillo porta cuchilla es de 3.9" Ø x 7 3/4" de largo con flecha de 1", está hecho con cold-rolled, en este rodillo está ubicada la cuchilla de corte esta fue hecha con acero D2 templado.

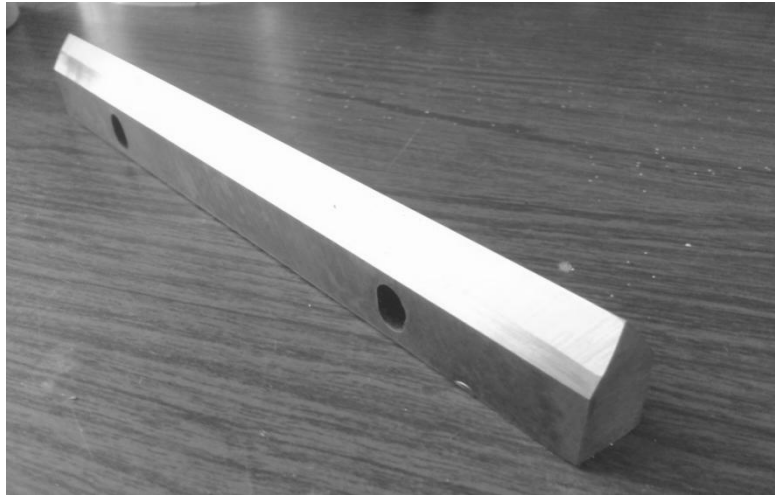


Fig. 4.16. Cuchilla de corte final de papel de acero D2 templado.

Acero D2 templado.

El acero D2 alto en carbono y alto en cromo. De excelente rendimiento al corte y resistencia al desgaste. Apto para temple al aire. Se utiliza para fabricar matrices cortantes, punzones, cuchillas; rodillos laminadores y roscadores, etc.

Composición del Acero D2 templado.

1.40-1.60 % C.

0.030 % P máx.

0.20-0.60 % Mn máx.

0.10-0.60 % Si máx.

11.00-13.00% Cr.

0.70-1.20% Mo.

0.50-1.10% V máx.

0.030 % S máx.

Propiedades del Acero D2 templado.

- Módulo de Elasticidad (207 GPa).
- Densidad 7695 kg/m³.
- Maquinabilidad aproximadamente un 35%.

La figura 4.17., nos muestra ambos rodillos los cuales contienen neopreno en sus extremos con la finalidad de que el corte se pueda ajustar, estos rodillos se ajustaran con tensores fabricados con chumaceras tensoras de 1" T205, el tornillo de ajuste para el tensor de rodillo porta cuchilla es de 5/8" Ø con una cuerda de 32 hilos/plg, y para el rodillo base, es de esparrago de 5/8" Ø con una cuerda estándar.

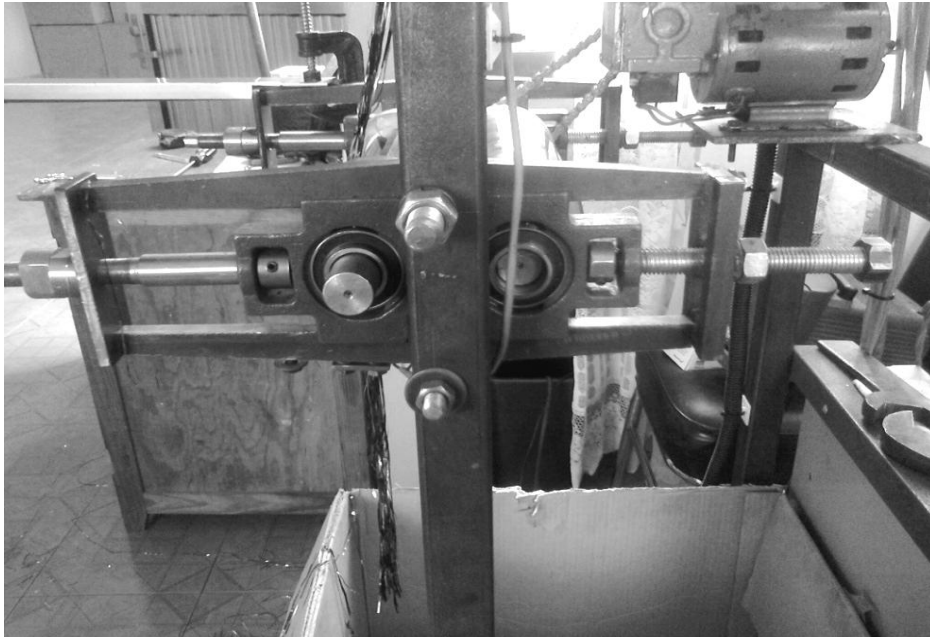


Fig. 4.17. Rodillos de corte con neopreno y chumaceras tensoras.

Chumaceras.

Son puntos de apoyo de ejes y árboles para sostener su peso, para guiarlos en su rotación y evitar deslizamientos.

Las chumaceras van algunas veces colocadas directamente en el bastidor de la pieza o máquina, pero con frecuencia van montados en soportes convenientemente dispuestos para facilitar su montaje.

El rozamiento fluido depende de unas condiciones de velocidad, carga y temperatura, las chumaceras giran en sentido de rozamiento mixto, haciendo inevitable el contacto directo entre las superficies de fricción.



Fig. 4.18. Chumacera de piso.



Fig. 4.19. Chumacera tensora.

4.1.5. Transmisión y tracción.

La máquina cuenta con una transmisión de cadena, básicamente lo que hace que la máquina jale el papel desde el inicio hasta el final es un motorreductor de 1/20 HP CA, este motor con el apoyo de la transmisión de una cadena hace girar dos rodillos de neopreno la función de estos rodillos es jalar el papel. Ver figura 4.20.

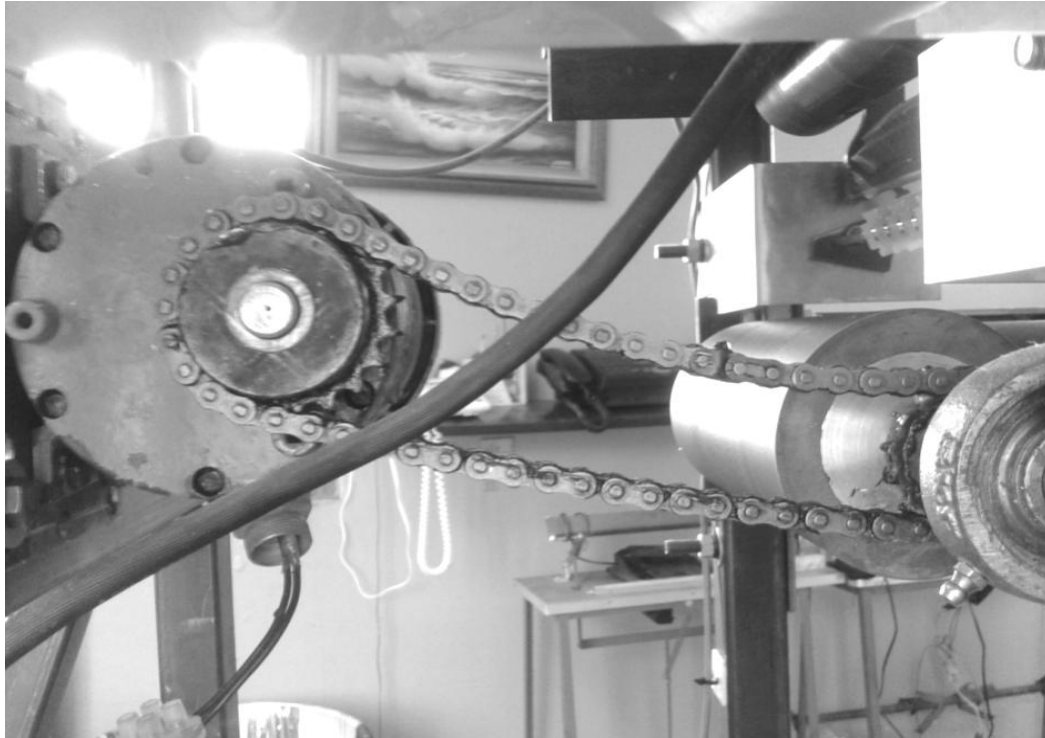


Fig. 4.20. Motorreductor 1/20 HP con una transmisión de tipo de cadena.

Los rodillos de neopreno están ubicados entre el corte de tiras y el corte de pieza, estos también se ajustan a base de chumaceras tensoras para dar una mejor tracción en la máquina.

Neopreno.

El *neopreno*, o *dupreno* (*duprene* en inglés), fue la primera goma sintética producida a escala industrial. Se utiliza, como trajes húmedos de submarinismo, aislamiento eléctrico y correas para ventiladores de automóviles. Su elasticidad hace que sea

muy difícil plegarlo. Su flexibilidad también le hace apto para diseñar fundas, juntas, tuberías, sellos mecánicos, correas, etc.

Características del Neopreno.

- Resiste a la degradación a causa del sol, el ozono y el clima.
- Presenta resistencia aceptable a solventes y agentes químicos.
- Es resistente a daños causados por la flexión y la torsión.

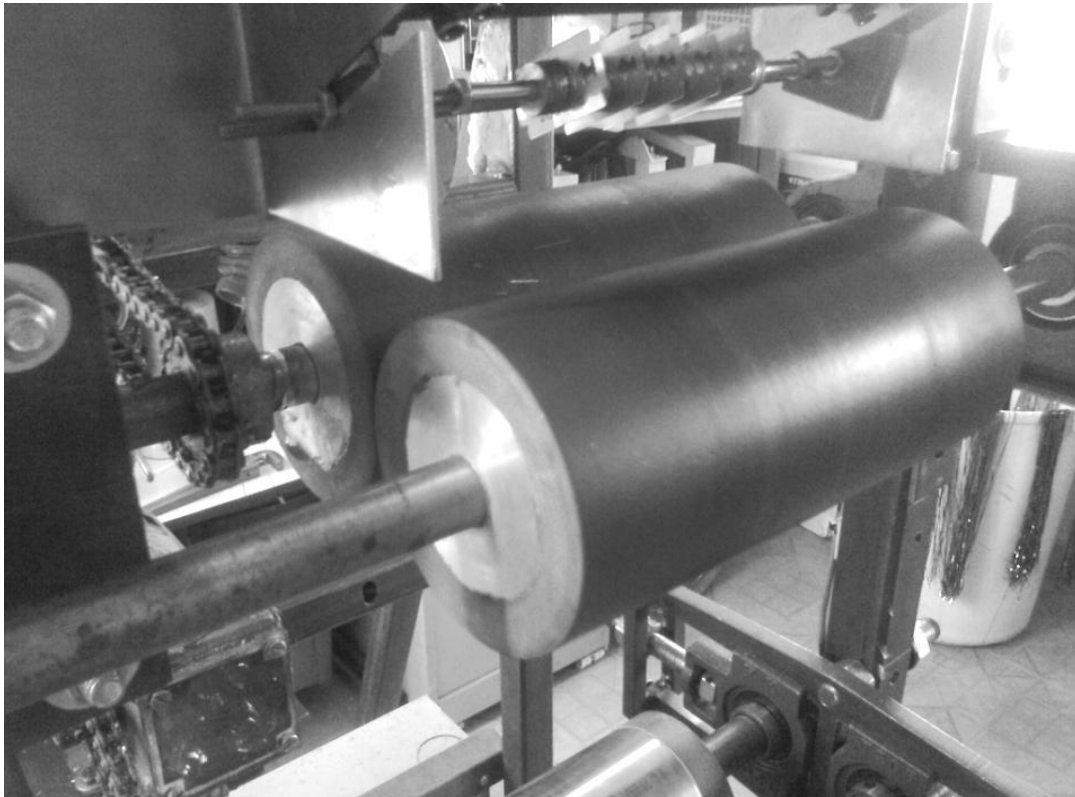


Fig. 4.21. Rodillos de neopreno.

Otros rodillos que influyen en el transporte del papel son los denominados rodillos de transporte y tracción estos son de aluminio la función de estos rodillos es que el papel antes de que pase al corte de tiras, tiene que pasar por estos 3 rodillos para darle al papel una mejor alineación y permitir un corte alineado.



Fig. 4.22. Rodillos de alineación de papel.

Características de los componentes mencionados:

- Transmisión cadena.
- Motorreductor de CA, 1/20 hp, 127 V.
- Rodillos de neopreno 3.9" \varnothing x 7 3/4" de largo con alma de aluminio, flecha de 3/4".
- Tensores de rodillos de tracción 5/8" estándar.
- Rodillos de transporte y alineación: de aluminio 2" \varnothing x 8" de largo con baleros R12ZZ, flecha de 3/4".

Baleros.

Los rodamientos de bolas y de rodillos presentan diferentes formas y variantes, cada una con sus rasgos distintivos. Sin embargo, cuando se comparan con soportes planos (cojinetes), los rodamientos de bolas y de rodillos tienen las siguientes ventajas:

- El coeficiente de fricción es mucho menor.
- Son normalizados internacionalmente, son intercambiables y se obtienen con facilidad.
- Se lubrican con facilidad y el consumo de lubricante es bajo.
- Como una regla general, un rodamiento puede llevar tanto carga radial como axial, a la vez.
- Puede ser utilizado en aplicaciones de alta o baja temperatura y alta o baja velocidad.
- La rigidez del rodamiento puede mejorarse con la aplicación de una precarga.



Fig. 4.23. Baleros.

Los rodamientos de rodillos tienen una capacidad de carga mayor que los hace apropiados para aplicaciones de vida y de resistencia a la fatiga prolongada, con cargas elevadas y de aplicación repentina.

La capacidad de carga del balero es otra importante consideración. Esto es especialmente cierto con los baleros de bolas, ya que la diferencia en tamaño y cantidad de balines pueden afectar la capacidad del balero. Si el balero se usa para aplicaciones de carga pesada, se requiere una grasa con aditivos de alta presión.

4.1.6. Tableros.

La máquina cuenta con dos tableros:

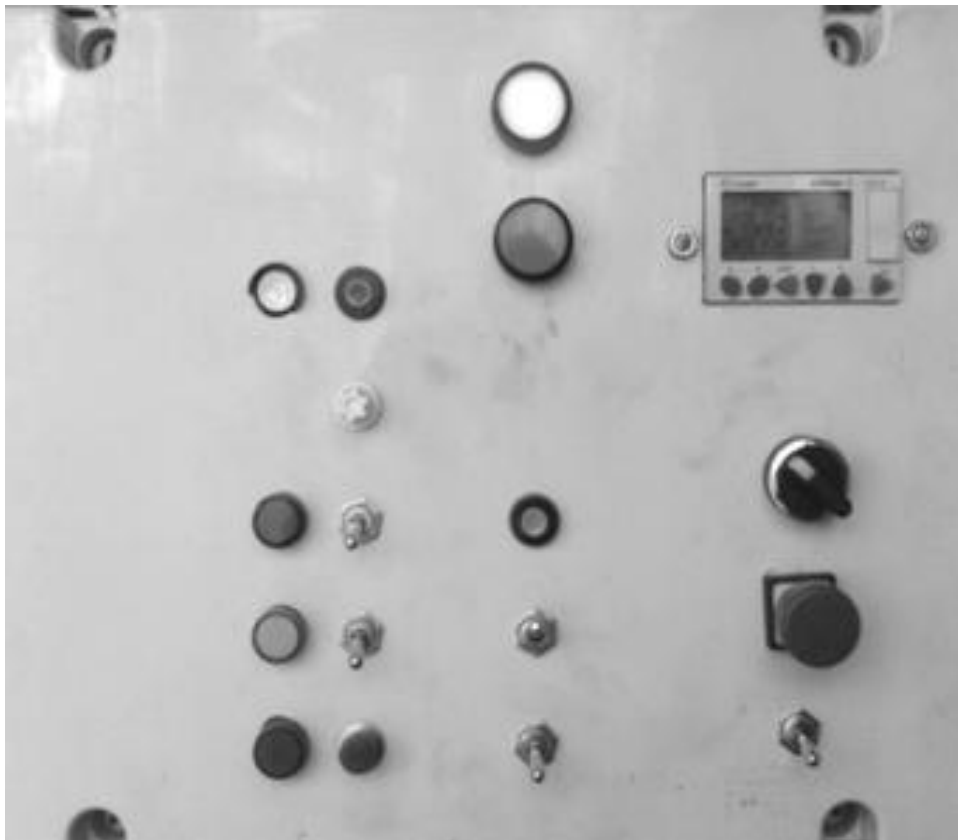


Fig. 4.24. Tablero de control.

Partes internas:

- Interruptor termomagnético 5 A.
- Relevador octal con base 24 V CD.
- PLC Millenium 3, 110-220 V, 8E/4S.

Botoneras:

1. Interruptor cola de rata acciona freno neumático.
2. Paro de emergencia.
3. Selector 3 posiciones.
4. Interruptor cola de rata acciona corte de piezas.
5. Interruptor cola de rata acciona corte de tiras.
6. Pulsador (reset del contador del PLC).
7. Led indicador (verde) marcha de máquina.
8. Led indicador (rojo) paro de máquina.
9. Pulsador, accionamiento manual corte de piezas (motorreductor 2).
10. Interruptor cola de rata, accionamiento manual corte de tiras (pistones).
11. Libre.
12. Libre.
13. Pulsador, accionamiento manual de rodillos de tracción (motorreductor 1).

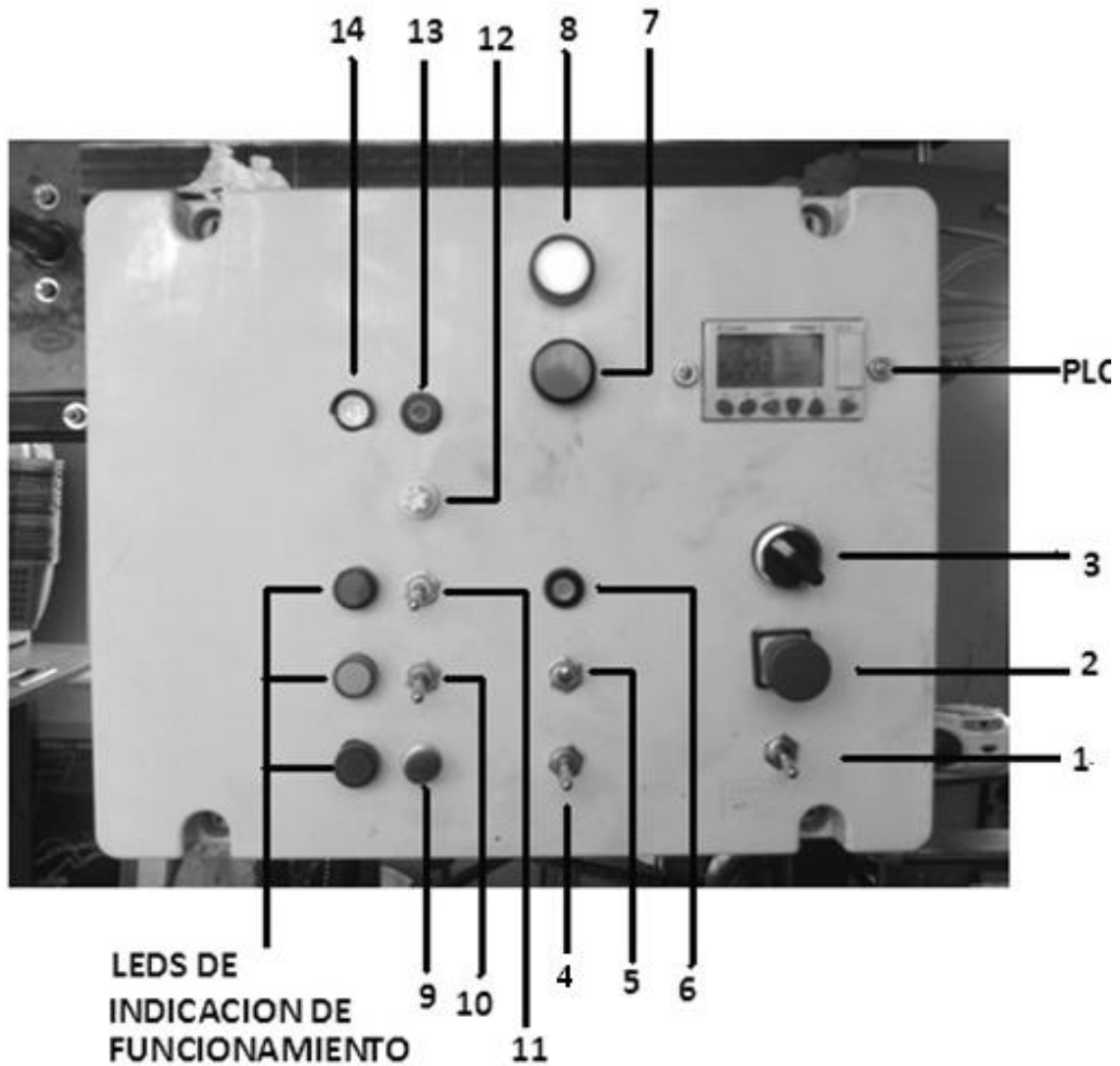


Fig. 4.25. Botoneras.

Tablero 2:

Partes internas:

- Blog de válvulas 4-2, 24 V, CD; se cuenta con 7 sólo se utilizan 2.
- Fuente reguladora 24 V, CD, 5 A, 127 V.



Fig. 4.26. Blog de válvulas.

4.1.6.1. Programación del PLC.

Un PLC (controlador lógico programable) es un dispositivo que fue desarrollado para reemplazar los circuitos secuenciales de relevadores para el control de máquinas.

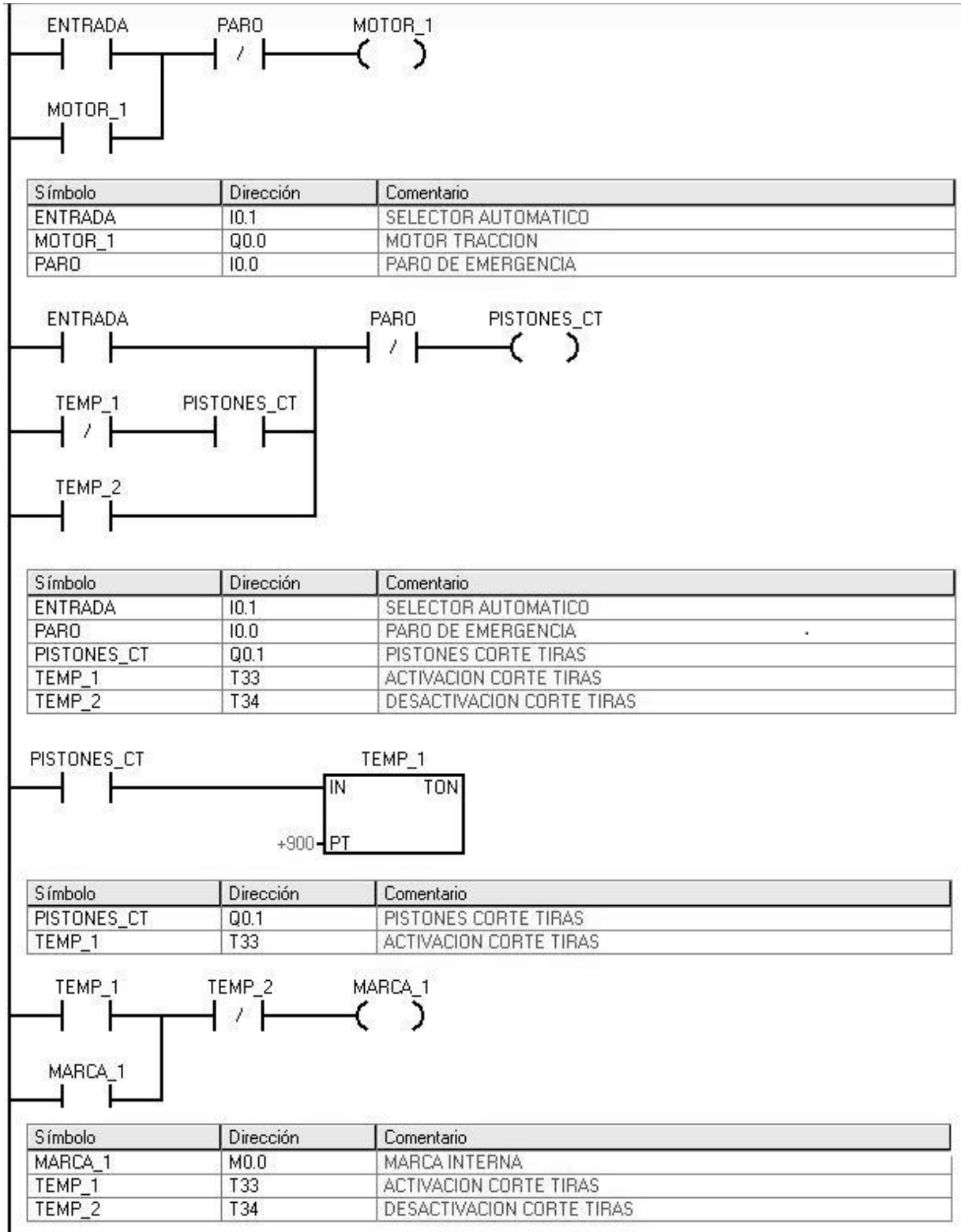
El PLC trabaja atendiendo sus entradas y dependiendo de su estado conecta o desconecta sus salidas. El usuario introduce un programa, normalmente vía software que proporciona los resultados deseados. Los PLC son utilizados en muchas aplicaciones reales, casi cualquier aplicación que necesite algún tipo de control eléctrico necesita un PLC.

Entonces se define un PLC como una computadora especializada, diseñada para controlar máquinas y procesos en ambientes industriales operando en tiempo real.

También la National Electrical Manufacturers Association (NEMA) define al PLC como un dispositivo electrónico digital que utiliza una memoria programable para almacenar instrucciones y para implementar funciones específicas tales como

funciones lógicas, secuenciales, de temporización, de conteo y aritméticas para controlar máquinas y procesos.

PROGRAMACIÓN EN ESCALERA DEL PLC.



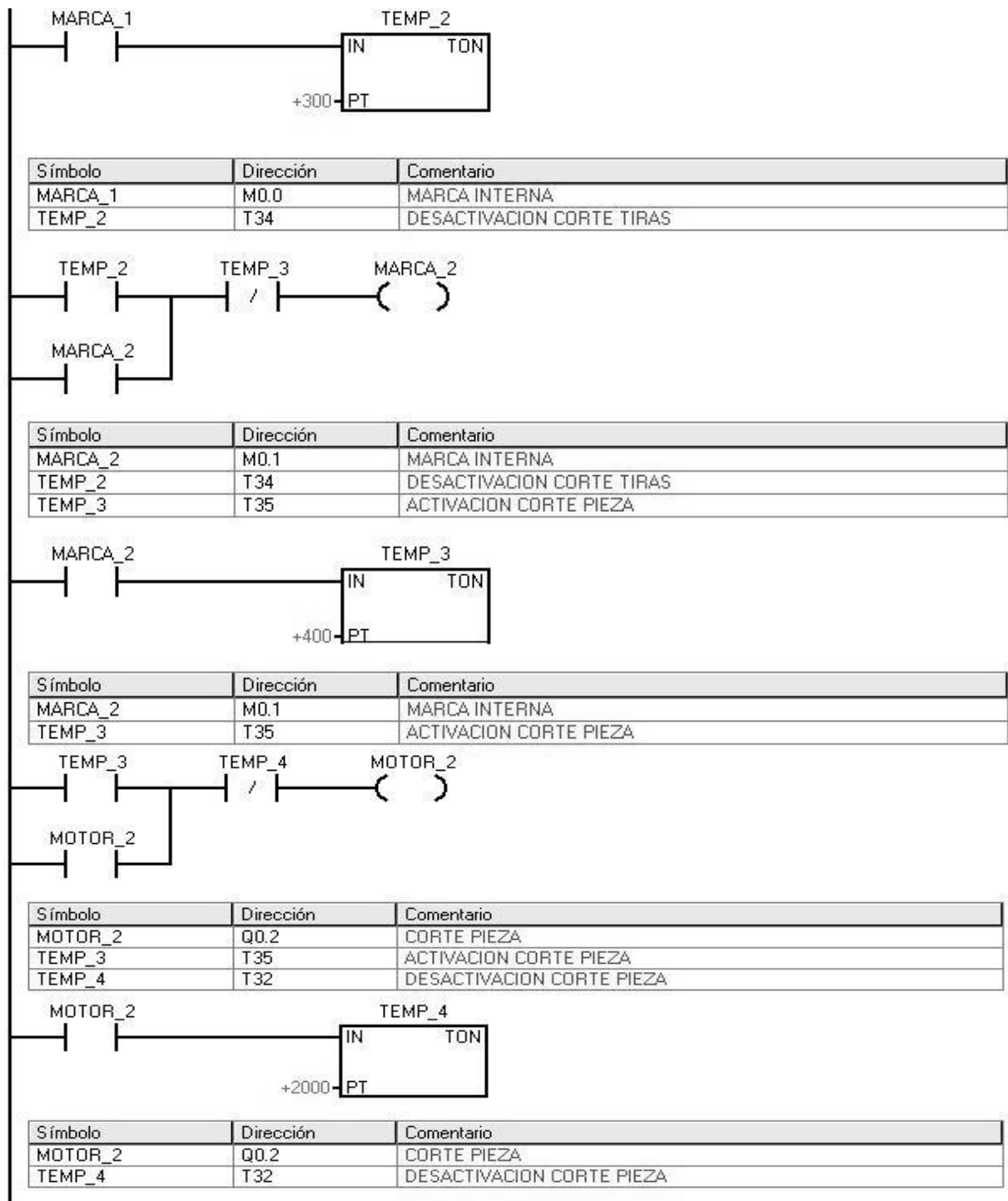


Fig. 4.27. Diagrama en escalera de manufactura de lluvia.

CAPITULO 5.- ANÁLISIS DE COSTOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA MÁQUINA AUTOMATIZADA Y MERCADOTECNIA DEL PRODUCTO.

5.1. Costos del material.

La máquina automatizada llevo varios gastos para su construcción donde se tuvo que mandar hacer algunas piezas a diferentes talleres para que se tuviera un mejor sistema más eficiente y que por alguna u otra razón no se podían realizar dentro de nuestra construcción.

Para tener un mejor desarrollo de los gastos realizados en la máquina automatizada se dividen en las partes importantes de la máquina como lo son: tableros de control y de válvulas, estructura, transmisión y tracción, alimentación de papel con freno neumático, cortes del material tanto de tiras como de piezas y gastos extras.

5.1.1. Tableros.

Los tableros juegan un papel muy importante del funcionamiento de la máquina en la que se cuentan con dos:

- Tablero de control.
- Tablero de válvulas.

5.1.1.1. Tablero de control.

En el tablero de control es en donde se lleva todo el mando de la máquina, es aquí donde se encuentra el PLC, las botoneras y otros dispositivos que son de gran importancia para las conexiones de la máquina.

Los gastos que se llevaron para su construcción fueron los siguientes:

Tablero de control.	Costo
Interruptor termomagnético 5 A.	\$210.00
Relevador octal con base 24 V CD.	\$180.00
PLC Millenium 3, 110-220 V, 8E/4S.	\$3,800.00
Botoneras.	\$560.00
Tablero.	\$900.00
Total:	\$5,650.00

Fig. 5.1. Tabla de costos del tablero de control.

El tablero es de plástico con la finalidad de armarlo de la manera que sea más conveniente para lograr el control de la máquina, a su vez el tablero de control debe estar en un lugar que sea fácil de operar, pero que no estorbe en el funcionamiento tanto de la máquina como del operador.

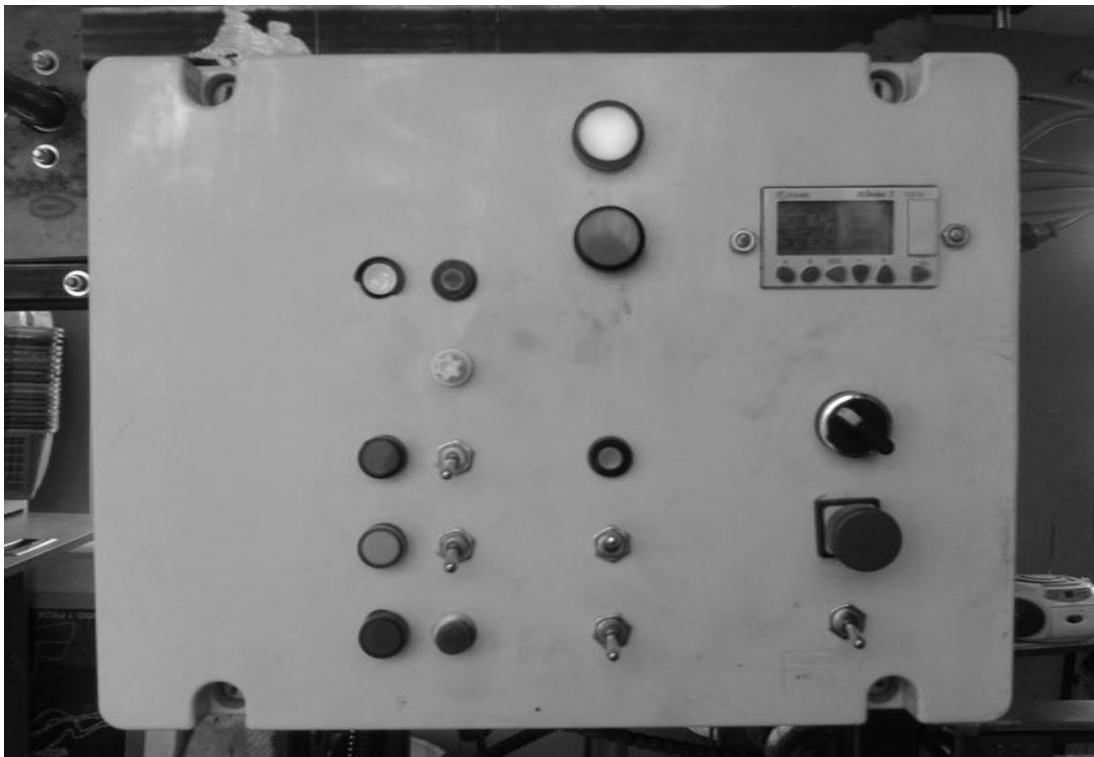


Fig. 5.2. Tablero de control.

5.1.1.2. Tablero de válvulas.

Este tablero es un poco más resistente, es un tablero de metal con la finalidad de que los dispositivos que se encuentran en el puedan ser soportados ya que estos son más pesados.

En este tablero se encuentra la fuente reguladora y el blog de válvulas.

Tablero 2	Costo
Blog de válvulas 4-2, 24 V, CD; se cuenta con 7 sólo se utilizan 2.	\$5,200.00
Fuente reguladora 24 V, CD, 5 A, 127 V.	\$620.00
Tablero.	\$1,300.00
Total:	\$7,120.00

Fig. 5.3. Tabla de costos del tablero de control.

La tabla anterior muestra el costo que tuvieron los dispositivos encontrados en este tablero y también el costo del tablero.



Fig. 5.4. Tabla de costos del tablero de control.

5.1.2. Estructura.

La estructura de la máquina fue diseñada previamente para su construcción teniendo en cuenta donde se pondrían las partes esenciales para la máquina, lo único que se ocupó para su construcción fue PTR estructural, una cierra para los cortes y se soldó con una máquina eléctrica.

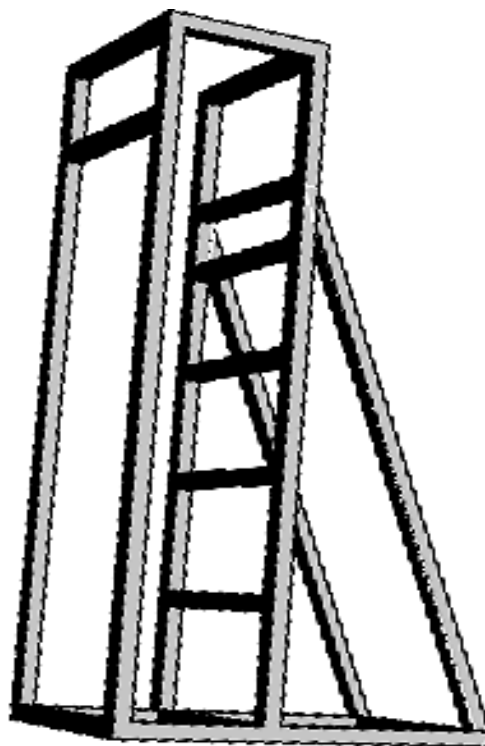


Fig. 5.5. Estructura de la máquina.

El costo que tuvo la estructura de la máquina fue la siguiente:

Estructura de máquina.	Costo
PTR estructural.	\$2,550,00
Soldadura y cortes.	\$450.00
Total:	\$3,000.00

Fig. 5.6. Tabla de costos de la estructura de la máquina.

5.1.3. Transmisión y tracción.

La transmisión y la tracción juegan un papel muy importante para la máquina ya que sin esto la máquina no funcionaria; en donde se utilizaron los siguientes componentes: Cadena, Motorreductor, Rodillos de neopreno, Tensores de rodillos, Rodillos de transporte.

Todos estos componentes juntos le aportan a la máquina el movimiento, cada uno influye para un mejor desempeño de la máquina:

- *Cadena*, nos da una mejor transmisión y más precisa, sin perdidas.
- *Motorreductor*, nos proporciona un mejor control de la velocidad.
- *Rodillos de neopreno*, nos generan mejor deslizamiento de papel.
- *Tensores*, nos proporcionan un mejor ajuste de la presión de los rodillos hacia el papel.
- *Rodillos de transporte*, nos dan una mejor alineación del papel.

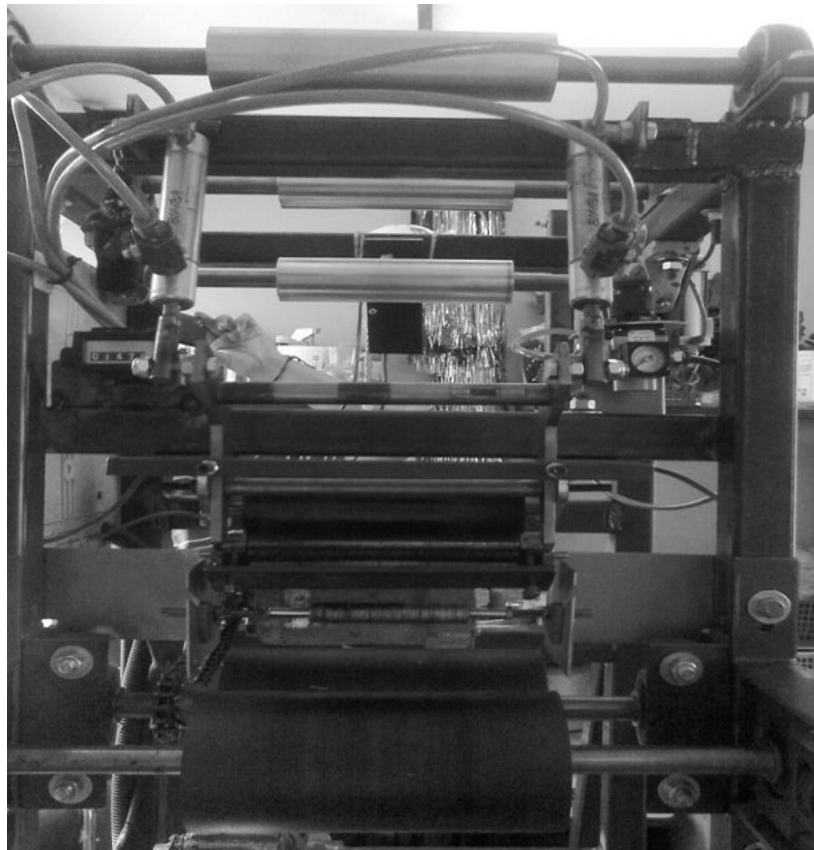


Fig. 5.7. Transmisión y la tracción de la máquina.

Todos estos componentes tuvieron el siguiente costo.

Transmisión y tracción	Costo
Transmisión cadena.	\$150.00
Motorreductor de CA, 1/20 hp, 127 V.	\$2,500.00
Rodillos de neopreno 3.9" Ø x 7 3/4" de largo con alma de aluminio, flecha de 3/4" y chumacera.	\$2,400.00
Tensores de rodillos de tracción 5/8" estándar.	\$1,800.00
Rodillos de transporte y alineación: de aluminio 2" Ø x 8" de largo con baleros R12ZZ, flecha de 3/4" y chumacera.	\$1,800.00
Total:	\$8,650.00

Fig. 5.8. Tabla de costos de la transmisión y tracción de la máquina.

5.1.4. Alimentación de papel con freno neumático.

La alimentación de papel es un punto importante ya que por el diseño de la máquina tendría que estar al voladizo y por lo tanto nuestro diseño tendría que soportar un promedio de 20 kg.

A su vez se colocó un freno neumático con regulador de presión, la función de freno neumático la realiza el conjunto de pistón y el buje de fricción.

Todo este conjunto de elementos nos generó un costo de:

Alimentación de papel con freno neumático.	Costo
Regulador de presión neumático.	\$280.00
Pistón de doble efecto vástago simple.	\$830.00
Placa de acero ASTM A36.	\$800.00
Buje de fricción.	\$1,200.00
Piñas de sujeción.	\$460.00
Flecha de carga.	\$250.00
Total:	\$3,820.00

Fig. 5.9. Tabla de costos de la alimentación de papel con freno neumático.

La placa se mando a cortar previamente, la flecha de carga y las piñas de sujeción se mandaron a realizar al torno tomando en cuenta las medidas del core de papel.

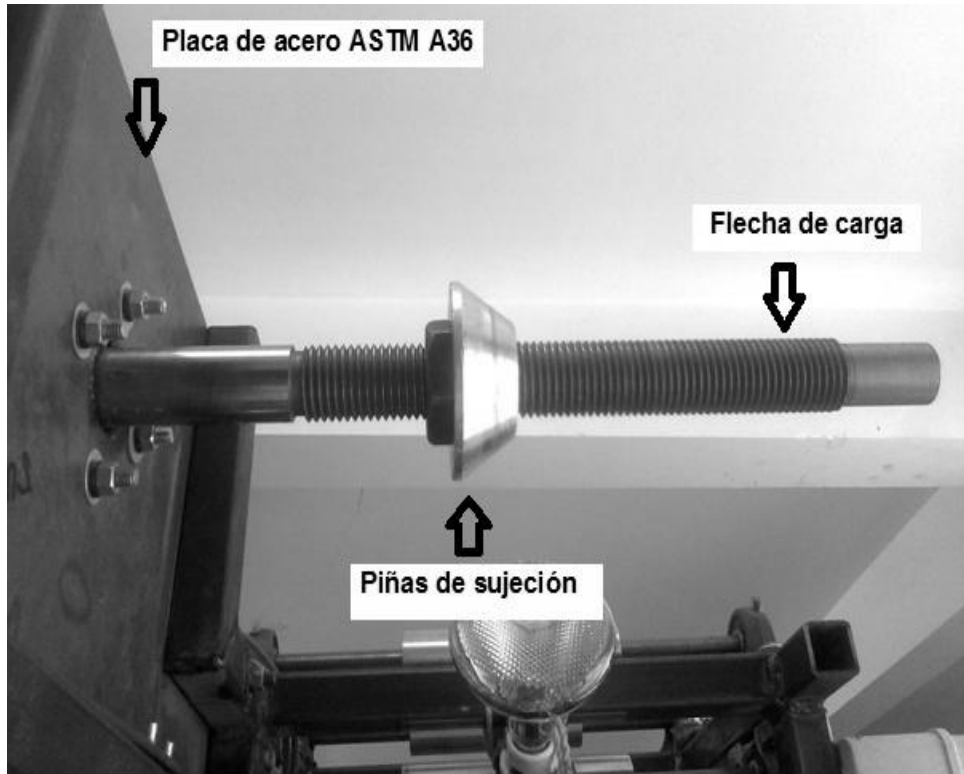


Fig. 5.10. Arreglo de placa de acero, flecha y piña de sujeción para la alimentación de papel.

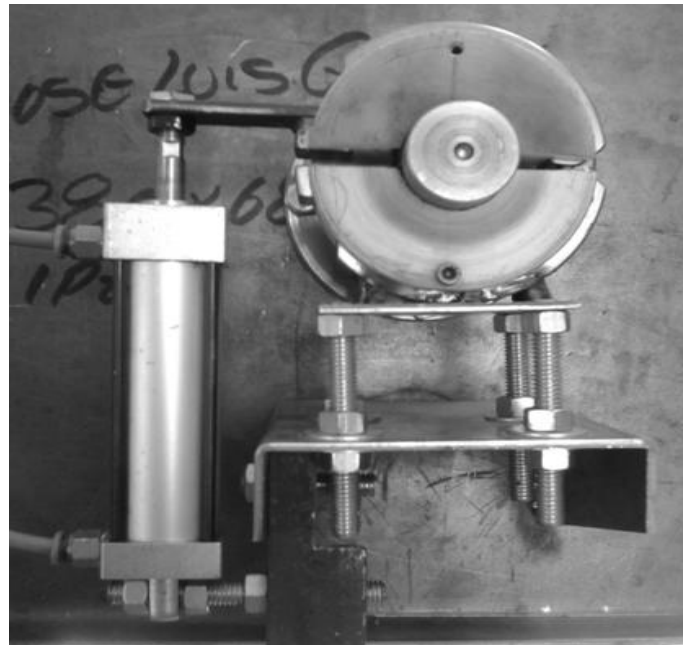


Fig. 5.11. Freno neumático.

La Fig. 5.11., muestra el freno neumático terminado, el buje de fricción se mando hacer, tomando en cuenta el diámetro de la flecha; la función básicamente de este sistema es que de acuerdo a la presión del regulador, el pistón actuaría de tal forma que el buje de fricción presionara a la flecha deteniéndola un poco, no por completo.

5.1.5. Cortes del material.

En la máquina hay dos tipos corte de tiras y corte de material, el primero es en donde se realiza el corte de las tiras pequeñas y el segundo corte donde se cortara la lluvia para quitar la continuidad del papel y convertirlas en piezas.

5.1.5.1. Corte de tiras.



Fig. 5.12. Cortes de tiras.

Este diseño de corte se tomo básicamente de la máquina anterior, el sistema se mejoró un añadiéndole un rodillo, para tener un mejor control del papel a la hora de que este sea cortado.

Este sistema consiste en dos flechas de navajas, una flecha con separación entre navajas de aproximadamente 1.5 cm con corte continuo y la otra flecha con navajas con 1mm de separación aproximadamente con corte discontinuo que es donde los pistones actuarán cada determinado tiempo para dejar el no corte de nuestra lluvia.

El costo total de este sistema fue el siguiente:

Corte de tiras.	Costo
Sistema de navajas con rodillo.	\$1,000.00
2 pistones.	\$560.00
Total:	\$1,560.00

Fig. 5.13. Tabla de costos de corte de tiras.

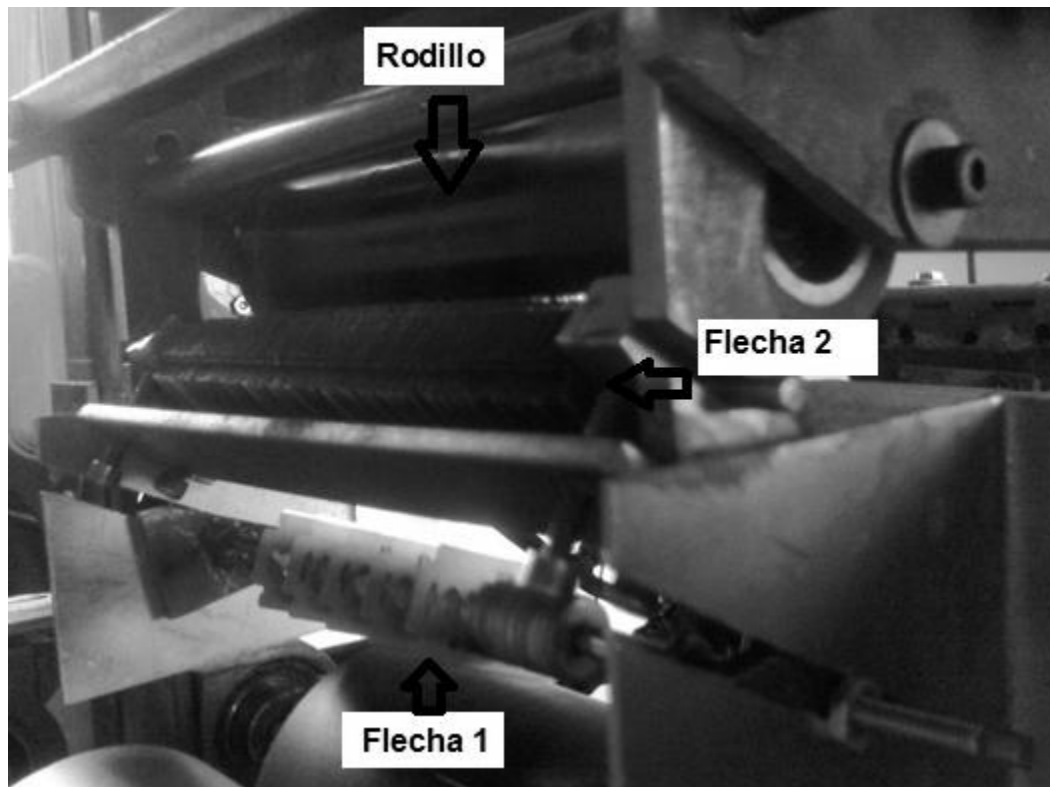


Fig. 5.14. Corte de tiras.

5.1.5.2. Corte de piezas.

El corte de piezas es una de las partes más importantes de la máquina ya que es aquí donde se realizaba el corte a mano en la máquina anterior, por lo cual se realizó el corte de pieza mediante un rodillo portacuchilla, en este paso, es aquí donde obtendremos grandes beneficios como: calidad, producción y mejores costos.

En este sistema lo que se mando a realizar fue lo siguiente:

- Rodillo base de corte.
- Rodillo portacuchilla.
- Cuchilla de corte.

Donde estos elementos fueron hechos con un margen de error muy mínimo ya que se necesitaba precisión, porque nuestro producto a cortar es muy delgado y una mala precisión nos ocasionaría problemas en el momento del corte del material.

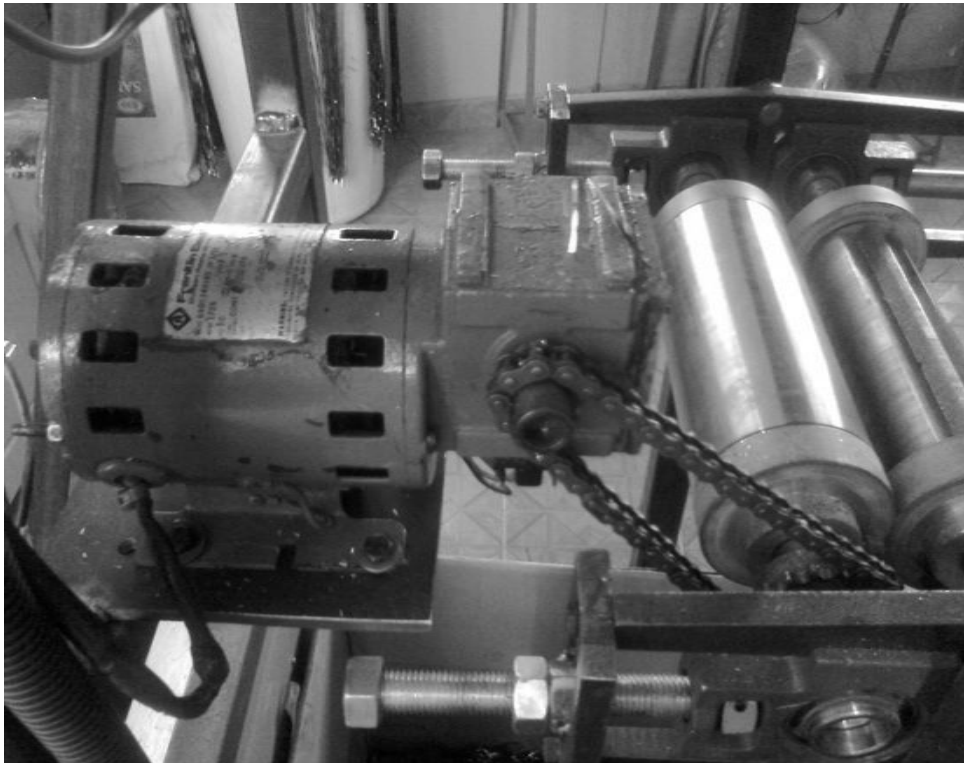


Fig. 5.15. Sistema de corte de pieza.

El costo del sistema fue lo siguiente:

Corte de piezas	Costo
Rodillo base de corte.	\$3,000.00
Rodillo portacuchilla.	\$2,000.00
Cuchilla de corte.	\$800.00
Tensores de ajuste de rodillos.	\$1,800.00
Interruptor de límite de rodaja.	\$100.00
Motorreductor de 1/12 HP.	\$2,500.00
Total:	\$10,200.00

Fig. 5.16. Tabla de costos del sistema corte de piezas.

5.1.6. Costo total de la máquina.

DESCRIPCIÓN	COSTO
1.-Estructura de máquina.	\$3,000.00
2.-Alimentación de papel con freno neumático.	
Regulador de presión neumático.	\$280.00
Pistón de doble efecto vástago simple.	\$830.00
Placa de acero ASTM A36.	\$800.00
Buje de fricción.	\$1,200.00
Piñas de sujeción.	\$460.00
Flecha de carga.	\$250.00
3.-Corte de tiras.	
Sistema de navajas.	\$1,000.00
2 pistones.	\$560.00
4.-Corte de piezas.	
Rodillo base de corte.	\$3,000.00
Rodillo portacuchilla.	\$2,000.00
Cuchilla de corte.	\$800.00
Tensores de ajuste de rodillos.	\$1,800.00
Interruptor de límite de rodaja.	\$100.00
Motorreductor de 1/12 HP.	\$2,500.00
5.-Transmisión y tracción.	
Transmisión cadena.	\$150.00
Motorreductor de CA, 1/20 hp, 127 V.	\$2,500.00
Rodillos de neopreno 3.9" Ø x 7 3/4" de largo con alma de aluminio, flecha de 3/4".	\$2,400.00
Tensores de rodillos de tracción 5/8" estándar.	\$1,800.00
Rodillos de transporte y alineación: de aluminio 2" Ø x 8" de largo con baleros R12ZZ, flecha de 3/4".	\$1,800.00

6.-Tablero de control.	
Interruptor termomagnético 5 A.	\$210.00
Relevador octal con base 24 V CD.	\$180.00
PLC Millenium 3, 110-220 V, 8E/4S.	\$3,800.00
Botoneras.	\$560.00
Tablero.	\$900.00
7.-Tablero 2.	
Blog de válvulas 4-2, 24 V, CD; se cuenta con 7 sólo se utilizan 2.	\$5,200.00
Fuente reguladora 24 V, CD, 5 A, 127 V.	\$620.00
Tablero.	\$1,300.00
6.-Otros.	
(Cable, tornillos, manguera, etc.)	\$850.00
Total:	\$40,850.00

Fig. 5.17. Tabla de costos de la máquina terminada.

5.2. Cálculo de recuperación de la inversión.

DESCRIPCIÓN	COSTO
1.-Estructura de máquina	\$3,000.00
2.-Alimentación de papel con freno neumático	\$3,820.00
3.-Corte de tiras	\$1,560.00
4.-Corte de piezas	\$10,200.00
5.-Transmisión y tracción	\$8,650
6.-Tablero de control	\$5,650.00
7.-Tablero 2	\$7,120.00
6.-Otros	\$850.00
Total	\$40,850.00

Fig. 5.18. Tabla de costos.

De acuerdo con los datos proporcionados por la empresa el costo por paquete de la lluvia es de \$7.238 pesos con la maquina semiautomatizada, por lo tanto con la máquina automatizada, lo que se elimino, es la mano de obra de corte, para este proceso se tenía un equivalente a un costo de \$1.06 pesos por cada paquete, ocupándose tres trabajadores por lo tanto con la automatización solo se ocupara un trabajador para este proceso y se reducirá un costo por paquete de:

$$1.06 \div 3 = 0.3533$$

Por trabajador \$0.3533 centavos es la parte que obtenía cada trabajador por paquete de corte, por lo tanto se reducirá con el nuevo proceso:

$$0.3533 \times 2 = 0.7066$$

PRECIO POR PAQUETE DE LLUVIAS MÁQUINA SEMIAUTOMATIZADA	
Papel	\$ 2.94
Mano de obra de corte	\$ 1.06
Mano de obra de empaque	\$ 2.9
Bolsa	\$ 0.335
Grapa	\$ 0.003
Total	\$ 7.238

Fig. 5.19. Tabla de precios que interviene en la manufactura de Lluvia.

Ahora la utilidad será de:

$$\$ 11.50 - \$6.5313 = \$4.9687$$

PRECIO POR PAQUETE DE LLUVIAS MÁQUINA AUTOMATIZADA	
Papel	\$ 2.94
Mano de obra de corte	\$0.3533
Mano de obra de empaque	\$ 2.9
Bolsa	\$ 0.335
Grapa	\$ 0.003
Total	\$ 6.5313

Fig. 5.20. Tabla de precio por paquete de lluvias máquina automatizada.

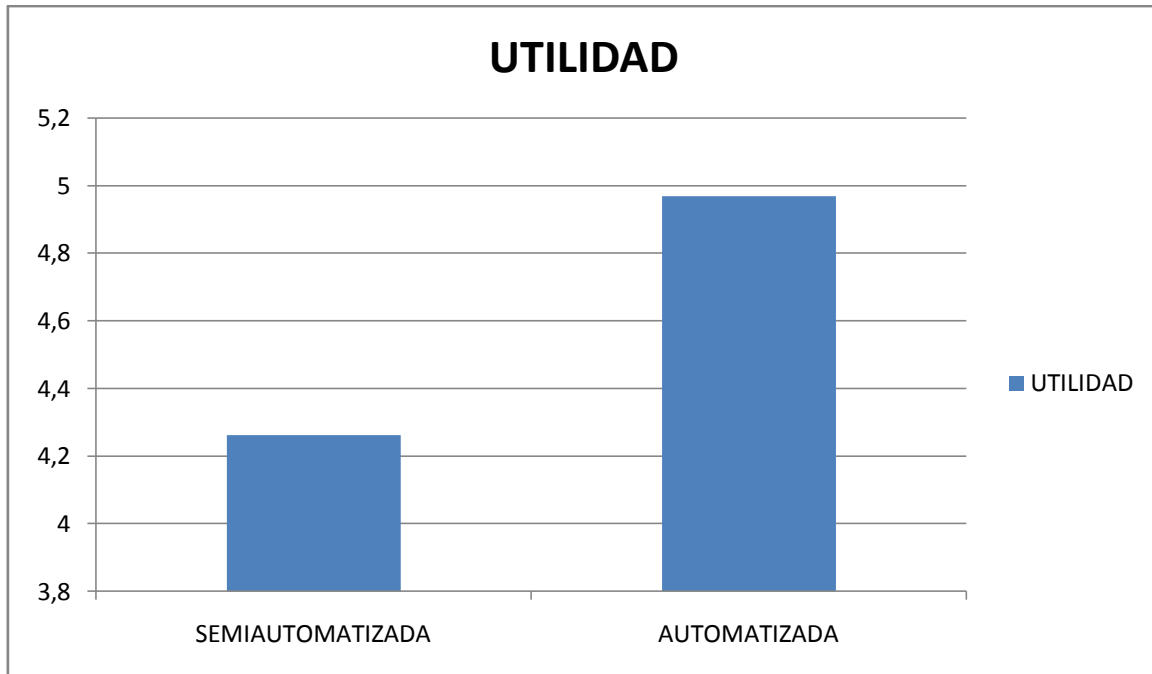


Fig. 5.21. Gráfica de la utilidad.

Por lo tanto el tiempo en el que se recuperara la inversión se realizara solo tomando en cuenta la diferencia de utilidad que hay en la tabla anterior ya que es el nuevo plus que obtendrá la empresa. En datos obtenidos, lo que se produce ahora en la máquina es de 15 cortes por minuto por lo tanto:

$$\left(15 \frac{\text{cortes}}{\text{min}}\right) \left(60 \frac{\text{min}}{\text{hr}}\right) \left(7 \frac{\text{hr}}{\text{dia}}\right) = 6300 \frac{\text{cortes}}{\text{dia}}$$

Lo que produce la maquina trabajando a su 100% de efectividad son 6300 cortes por día, esto indica que automatizando la maquina se elevo la productividad a un poco mas de el doble comparándola con la maquina anterior ya que en el sistema semiautomatizado solo se producían 3000 cortes por día.

Esto nos lleva a que ahora lo se producirá en paquetes es:

$$\left(6300 \frac{\text{cortes}}{\text{día}}\right) \left(5 \frac{\text{lluvias}}{\text{corte}}\right) \div \left(100 \frac{\text{paquete}}{\text{lluvias}}\right) = 315 \frac{\text{paquetes}}{\text{día}}$$

CONCEPTO	PRODUCCIÓN EN PAQUETES
Día	315
Mes	7560
Año	83160

Fig. 5.22. Tabla de producción de paquetes de lluvia.

Si de cada paquete de lluvia se redujo \$0.7066 centavos y la máquina tuvo un costo de \$40,850.00 este dinero se recuperara en:

$$\left(315 \frac{\text{paq}}{\text{día}}\right) \left(0.7666 \frac{\$}{\text{paq}}\right) = \$241.479 \text{ diarios}$$

$$40850 \div 241.479 = 169.16 \text{ dias} \approx 5 \frac{1}{2} \text{ meses}$$

La recuperación de la inversión se recuperara en 5 meses y medio, y por lo tanto tendremos mayor producción con lo que nuestra demanda se cumplirá al 100% y tendremos la oportunidad de ofrecer nuestro producto a mayores clientes para dar un crecimiento a nuestra empresa.

Este análisis se realizó con una bobina en el cual por cada corte de pieza nos producirá 5 lluvias a su vez; la maquina se diseño para poder montar bobinas más anchas y así poder obtener más lluvias en cada corte de pieza para con ello aumentar nuestra producción todavía más.

VENTA, OFERTA Y DEMANDA DE PAQUETES DE 100 LLUVIAS EN EL 2012.			
Color de lluvia	Cantidad de lluvias vendidas	Oferta	Demanda
Rojo	4950	4950	6000
Tricolor	4050	4050	4700
Oro	4950	4950	5800
Buga	3188	3188	3800
Colorín	6133	6133	7100
Plata	6894	6894	8000
Verde	1927	1927	2300
Azul victoria	3780	3780	4500
Azul turquesa	3169	3169	3700
TOTAL	39,041	39,041	45,900

Fig. 5.23. Venta, oferta y demanda de Lluvia en el año 2012.

5.3. Mercadotecnia.

Es un proyecto que se tiene a futuro para el beneficio de la empresa y el cliente, nos basamos en cuatro puntos importantes para mejorar el producto lluvia.

- Estrategias para la lluvia.
- Estrategias para el precio de la lluvia.
- Estrategias para la distribución de lluvia.
- Estrategias para la promoción de la lluvia y servicios adicionales al cliente.

5.3.1. Estrategias para la lluvia.

La mejora de la nueva lluvia está en la calidad, siendo esta muy buena ya que los cortes son exactos, por lo cual la lluvia no se maltrata ni se produce desperdicio de papel.

Se introduce al mercado la nueva lluvia como uso innovador para adorno de día de muertos. Con las tres nuevas lluvias naranja, negro, y bicolor de estos mismos, como se muestra en la fig. 5.24.

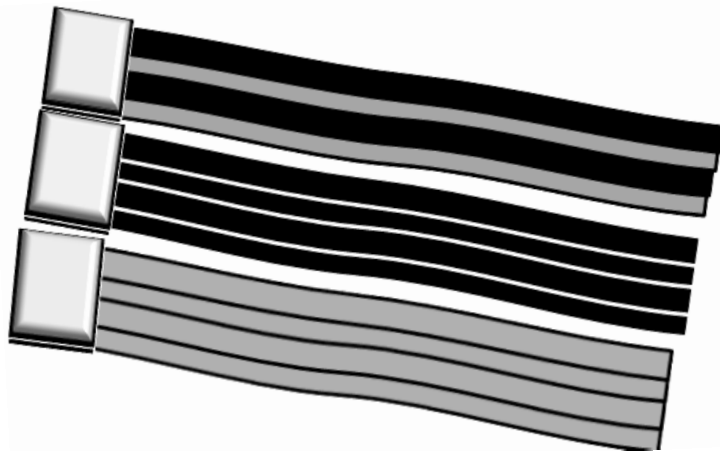


Fig. 5.24. Nueva lluvia para día de muertos.

5.3.1.1. Embalaje.

La figura 5.25., muestra el nuevo empaque, es una bolsa de color azul de 95 cm de largo por 20 cm de ancho, al frente de la bolsa lleva el nuevo logo de la empresa, la leyenda de la mejor lluvia, un boceto de las lluvias, y el contenido de piezas. Mientras que por atrás lleva el nombre del color de la lluvia y en la parte inferior lleva la leyenda de elaborado en México por ADORNOS GAJA.



Fig. 5.25. Nuevo empaque para la lluvia.

La figura 5.26. Muestra el innovador diseño de la caja para la lluvia.

Se utilizarán cajas de cartón de 95 cm de largo x 40 cm de ancho y 60 cm de alto, la caja contiene 150 paquetes de lluvia, cada paquete de lluvia contiene 100 lluvias.

La caja llevará impreso el nuevo logo de la empresa, la leyenda de la mejor lluvia para todo tipo de ocasión, un boceto de lluvias y el embalaje correspondiente para proteger la lluvia del traslado a nuestro almacén hasta el traslado al almacén del cliente.



Fig. 5.26. Caja de cartón para lluvia.

5.3.2. Estrategias para el precio de la lluvia.

El precio es el valor monetario que le asignamos a nuestra lluvia al momento de ofrecerlos a los consumidores. Las estrategias relacionadas al precio de la lluvia son:

- Introducir al mercado la lluvia con un precio bajo, para que, de ese modo, podamos lograr una rápida penetración para ser rápidamente conocida en el mercado.

- Reducir los precios de la lluvia por debajo de los de la competencia, para que, de ese modo, podamos bloquearla y ganarle mercado.
- Introducir al mercado la lluvia con un precio alto, para aprovechar las compras hechas como producto de la novedad y para crear una sensación de calidad de nuestra lluvia.

5.3.3. Estrategias para la distribución de lluvia.

La distribución consiste en lugares o puntos de venta en donde se ofrece o vende nuestra lluvia a los consumidores, así como en determinar la forma en que la lluvia será trasladada hacia dichos lugares o puntos de venta. Algunas estrategias que podemos aplicar relacionadas a la distribución son:

- La lluvia se ofrecerá vía Internet, llamadas telefónicas, vistas a domicilio.
- Se hará uso de intermediarios para lograr una mayor cobertura de la lluvia en el mercado o aumentar nuestros puntos de venta de lluvia.

5.3.3.1. Transporte de la lluvia.

La lluvia se distribuirá a clientes locales, nacionales y extranjeros.

- Clientes locales. La lluvia se distribuirá por medio de unas camionetas, y su distribución será a una zona específica, por ejemplo se repartirá lluvia a Tlalnepantla, la cual se entregara en camionetas a los diferentes clientes que se tengan en la zona de Tlalnepantla.



Fig. 5.27. Distribución de lluvia a clientes locales y cercanos.

- Clientes nacionales. La lluvia será transportada por medio de tráileres, y su distribución será a puntos de venta y de ahí a una distribución por zona específica, por ejemplo se repartirá lluvia a Monterrey la cual va hacer llevada en tráiler al punto de venta en Monterrey y del punto de venta mencionado se repartirá en camionetas a los diferentes clientes que se tengan en las zonas de Monterrey.



Fig. 5.28. Distribución de lluvia a clientes nacionales.

- Clientes extranjeros. La lluvia se distribuirá por medio de tráiler, avión o barco y se llegara a un acuerdo con el cliente de los gastos de envió.

5.3.4. Estrategias para la promoción de la lluvia y servicios adicionales al cliente.

La promoción de lluvia consiste en dar a conocer o hacer recordar la existencia de la misma a los consumidores, así como motivar o inducir su compra, adquisición, consumo o uso. Algunas estrategias que podemos aplicar relacionadas a la promoción de lluvia son:

- La nueva oferta en la compra de quince cajas de lluvia la dieciseisava caja es a mitad de precio.
- Obsequiar regalos por la compra de un lote de lluvia.
- Organizar sorteos o concursos entre nuestros clientes.
- Crear folletos y catálogos para al cliente, con toda la información de nuestra lluvia.
- Colocar anuncios publicitarios de la lluvia en vehículos de la empresa.
- Crear tarjetas de presentación.

Los nuevos servicios adicionales que se le brinda al cliente son:

- Un mayor disfrute del producto.
- Una mayor asesoría sobre una buena elección para la compra de lluvia dependiendo del tipo de ocasión que desee ser usada.
- Incluir la entrega de lluvia a domicilio.
- Nuevas facilidades de pago.

RESUMEN.

En esta tesis se diseñó, realizó y se puso en marcha una máquina automatizada para resolver las problemáticas que se encontraban en la empresa de producción, calidad y mercadotecnia en el producto de “lluvia”.

En el primer capítulo se abordan “Algunas filosofías aplicadas para los procesos de automatización y robótica”, se investigaron algunas de las filosofías de la automatización y robótica para comprender sus inicios, principios y parte de su historia que ha llevado a la consumación de lo dicho, con esto se hará más fácil la comprensión de lo que son estos sistemas.

En el segundo capítulo se aborda el tema “Clasificación de los dispositivos utilizados en el proceso de automatización y robótica”, se investigaron los dispositivos que son utilizados en la automatización, con el fin de conocer su funcionamiento y poder ampliar nuestro conocimiento de los dispositivos que podemos utilizar en la automatización de cualquier proceso.

En el tercer capítulo se aborda el tema “Análisis del proceso de fabricación para la elaboración de lluvia”, una vez que se tuvo la teoría de la automatización y robótica se analizó la máquina semiautomatizada con la que se elaboraba la lluvia, con el fin de obtener todas la problemáticas que se tenían en esta máquina y el producto, así como también las mejoras que se le pueden hacer a este sistema, con todos estos nuevos aspectos se llegó a la realización del diseño de la nueva máquina automatizada.

El cuarto capítulo se aborda el tema “Diseño del sistema para automatizar la manufactura de lluvia”, una vez entendida la problemática del sistema para la elaboración de lluvia se realizó el diseño de una nueva máquina automatizada y también se especificó paso a paso la elaboración de la máquina y funcionamiento poniéndola en marcha.

Y por último el quinto capítulo “Análisis de costos para la construcción de la máquina automatizada y mercadotecnia del producto”, después de tener en marcha la máquina automatizada, se analizó si realmente se resolvieron los problemas, su productividad y su eficiencia, por último se mejoró el producto en mercadotecnia para que se tenga una mayor rentabilidad de la lluvia, que la empresa y el cliente tengan mayores beneficios.

CONCLUSIONES.

El proyecto cumplió sus objetivos que eran el de resolver los problemas que habían en la elaboración del producto “lluvia”, los problemas que habían era la producción, calidad y mercadotecnia.

La producción se mejoró bastante ya que en el proceso anterior se hacían cerca de 3000 cortes por día con tres trabajadores en este proceso por lo que ahora se hacen cerca de 6300 cortes por día con una persona operando la máquina automatizada, esto nos lleva a la conclusión de que se aumentó nuestra producción a más de el doble, además de que los costos de producción bajaron 66% del costo de mano de obra de corte por lo cual la utilidad de la empresa aumentará.

En tanto a la calidad, en el anterior proceso el producto se maltrataba porque el material pasaba por varios pasos para llegar al corte final, con esta máquina se logra un proceso continuo en los cortes de lluvia, con ello el material ya no se maltrata y a su vez no tenemos tanto desperdicio de material, logrando que la empresa ya no tenga tantas pérdidas por este paso.

GLOSARIO DE TÉRMINOS.

Accionamiento eléctrico: Un accionamiento eléctrico es un sistema capaz de convertir la energía eléctrica a mecánica, de forma útil y controlando las parámetros aplicados, como la velocidad, posición o par.

Acelerómetro: Es un dispositivo utilizado para medir el desplazamiento, la velocidad y la aceleración de los sistemas mecánicos. Se puede considerar al acelerómetro piezoeléctrico como el sensor estándar para medición de vibración en máquinas.

Acero ASTM A36: Es una aleación de acero al carbono de propósito general muy comúnmente usado en los Estados Unidos, aunque existen muchos otros aceros, superiores en resistencia, cuya demanda está creciendo rápidamente.

Actuador: Es un dispositivo capaz de transformar energía hidráulica, neumática o eléctrica en la activación de un proceso con la finalidad de generar un efecto sobre un proceso automatizado.

Alimentación eléctrica: es un dispositivo que convierte la tensión alterna de la red de suministro, en una o varias tensiones, prácticamente continuas, que alimentan los distintos circuitos del aparato electrónico al que se conecta a un ordenador, televisor, impresora, router, etc. Una especificación fundamental de las fuentes de alimentación es el rendimiento, que se define como la potencia total de salida entre la potencia activa de entrada.

Amplificador electrónico: Es un tipo de circuito electrónico o etapa de este, como un equipo modular que realiza la misma función y que normalmente forma parte de los equipos. Su función es incrementar la intensidad de corriente y/o la tensión y con ello obtener como resultado un incremento en la potencia de la señal que se le aplica a su entrada, obteniéndose la señal aumentada a la salida. Para amplificar la potencia es necesario obtener la energía de una fuente de alimentación externa. En

este sentido, se puede considerar al amplificador como un modulador de la salida de la fuente de alimentación.

Androides: Es la denominación que se le da a un robot antropomorfo que, además de imitar la apariencia humana, imita algunos aspectos de su conducta de manera autónoma. Etimológicamente androide se refiere a los robots humanoides.

Antropomorfo: Significa como humano. Es usada para describir un concepto bien conocido llamado antropomorfismo, o para atribuirle características humanas a un ser no humano u objeto. Típicamente se usa en referencia a deidades a las cuales usualmente se les da forma humana. Sin embargo, la palabra puede ser aplicada sobre cualquier cosa no humana, incluyendo animales, plantas, animales y objetos inanimados.

Autocalibración: Es un conjunto de operaciones realizadas por sí mismas que se establecen, bajo condiciones específicas, la relación entre los valores indicados por un instrumento de medición, sistema de medición, valores representados por una medida materializada o un material de referencia y los valores correspondientes a las magnitudes establecidas por los patrones.

Automatización: Es el uso de sistemas o elementos computarizados y electromecánicos para controlar maquinarias y procesos industriales sustituyendo a operadores humanos.

Baleros: Son elementos de precisión que necesitan de un especial manejo. Los baleros surgen de la necesidad de que las partes en movimientos giren más rápido y a menor fricción.

Barreno: Un barreno es un dispositivo o herramienta utilizado para desplazar sólidos o líquidos por medio de un tornillo helicoidal rotatorio. El material es desplazado a lo

largo del sentido del eje de rotación. En algunos usos el tornillo helicoidal se encuentra contenido en un cilindro, mientras que para otros usos no se requiere este.

Biela: Elemento mecánico que sometido a esfuerzos de tracción o compresión, transmite el movimiento articulando a otras partes de la máquina. En un motor de combustión interna conectan el pistón al cigüeñal. Actualmente las bielas son un elemento básico en los motores de combustión interna y en los compresores alternativos.

Bifásico: Es un sistema de producción y distribución de energía eléctrica basado en dos tensiones eléctricas alternas desfasadas en su frecuencia 90° .

Bobina: Es un componente pasivo de un circuito eléctrico que, debido al fenómeno de la autoinducción, almacena energía en forma de campo magnético.

Buje: Es el elemento de una máquina donde se apoya y gira un eje. Puede ser una simple pieza que sujeta un cilindro de metal o un conjunto muy elaborado de componentes que forman un punto de unión.

Cadenas cinemáticas: Conjunto de elementos mecánicos unidos entre sí por medio de acoplamientos esféricos o cilíndricos. El objeto de una cadena cinemática consiste en transformar un movimiento determinado en otro, de tipo distinto, según una ley deseada.

Carbonitruración: Es un tipo de tratamiento térmico superficial del acero, englobado dentro de los procesos de cementación gaseosa, en el que se suministra carbono y nitrógeno a la superficie de una pieza de acero para proporcionarle las características de dureza deseada. Concretamente es un tratamiento termoquímico, a medio camino entre la cementación o carburación y la nitruración.

Chumaceras: La chumacera u horquilla es una pieza de metal o madera con una muesca en que descansa y gira cualquier eje de maquinaria. Son puntos de apoyo de ejes y árboles para sostener su peso, para guiarlos en su rotación y evitar deslizamientos. Las chumaceras van algunas veces colocadas directamente en el bastidor de la pieza o máquina, pero con frecuencia van montados en soportes convenientemente dispuestos para facilitar su montaje.

Cold-rolled: (laminas de frio) Es un producto de acero que se obtiene por laminación en frío de bobinas o bandas en caliente mediante reducción mecánica de espesor, estiramiento y aplicando tratamientos térmicos para obtener características finales. Se le conoce también por su nombre en inglés; esto se debe a que el acero no es puesto a altas temperaturas en el proceso de laminación.

Compresor: Es una máquina de fluido que está construida para aumentar la presión y desplazar cierto tipo de fluidos llamados compresibles, tal como lo son los gases y los vapores. Esto se realiza a través de un intercambio de energía entre la máquina y el fluido en el cual el trabajo ejercido por el compresor es transferido a la sustancia que pasa por él convirtiéndose en energía de flujo, aumentando su presión y energía cinética impulsándola a fluir.

Condensador: Es un dispositivo pasivo, utilizado en electricidad y electrónica, capaz de almacenar energía sustentando un campo eléctrico. Está formado por un par de superficies conductoras, generalmente en forma de láminas o placas, en situación de influencia total esto es, que todas las líneas de campo eléctrico que parten de una van a parar a la otra separadas por un material dieléctrico o por el vacío.

Constante dieléctrica: Es una propiedad macroscópica de un medio dieléctrico relacionado con la permitividad eléctrica del medio.

Conversor: Un convertidor de energía es un sistema o equipo electrónico que tiene por objetivo la conversión de energía eléctrica entre dos formatos diferentes. Por ejemplo, obtener corriente continua a partir de corriente alterna. El concepto inicial de convertidor puede extenderse para incluir aspectos como: eficiencia, reversibilidad, grado de idealidad, fiabilidad, volumen o tecnología por citar las más importantes.

Cremallera: Es una barra rígida dentada. El mecanismo de cremallera aplicado a los engranajes lo constituyen una barra con dientes la cual es considerada como un engranaje de diámetro infinito y un engranaje de diente recto de menor diámetro, y sirve para transformar un movimiento de rotación del piñón en un movimiento lineal de la cremallera.

Dinamo tacométrica: Es un sensor lo cual proporciona una imagen completa de la velocidad en el proceso de lazo cerrado.

Eje motriz: Es un elemento constructivo destinado a guiar el movimiento de rotación a una pieza o de un conjunto de piezas, como una rueda o un engranaje. Un eje se aloja por un diámetro exterior al diámetro interior de un agujero, como el de cojinete o un cubo, con el cual tiene un determinado tipo de ajuste. En algunos casos el eje es fijo y un sistema de rodamientos o de bujes insertas en el centro de la pieza permite que ésta gire alrededor del eje. En otros casos, la rueda gira solidariamente al eje y el sistema de guiado se encuentra en la superficie que soporta el eje.

Ejes de transmisión: Se conoce como eje de transmisión a todo objeto axisimétrico especialmente diseñado para transmitir potencia. Estos elementos de máquinas constituyen una parte fundamental de las transmisiones mecánicas y son ampliamente utilizados en una gran diversidad de máquinas debido a su relativa simplicidad. Un árbol de transmisión es un eje que transmite un esfuerzo motor y está sometido a solicitaciones de torsión debido a la transmisión de un par de fuerzas y puede estar sometido a otros tipos de solicitaciones mecánicas al mismo tiempo.

Electrodo: Es un conductor eléctrico utilizado para hacer contacto con una parte no metálica de un circuito, por ejemplo un semiconductor, un electrolito, el vacío, etc.

Encoder: Es un transductor rotativo, que mediante una señal eléctrica normalmente un pulso o una señal senoidal que nos indica el ángulo girado. Si este sensor rotatorio lo conectáramos mecánicamente con una rueda o un husillo. Son sensores que generan señales digitales en respuesta al movimiento. Se dividen en dos tipos, uno que responde a la rotación, y el otro al movimiento lineal. Los encoders pueden ser utilizados para medir movimientos lineales, velocidad y posición, cuando estén conjuntos con dispositivos mecánicos.

Estator: Es la parte fija de una máquina rotativa y uno de los dos elementos fundamentales para la transmisión de potencia siendo el otro su contraparte móvil, el rotor. El término aplica principalmente a la construcción de máquinas eléctricas y dependiendo de la configuración de la máquina.

Motor asíncrono: Los motores asíncronos o de inducción son un tipo de motor de corriente alterna. El motor asíncrono trifásico está formado por un rotor, que puede ser de dos tipos: como de jaula de ardilla, bobinado, y un estator, en el que se encuentran las bobinas inductoras.

Motor síncrono: Los motores síncronos son un tipo de motor de corriente alterna. Su velocidad de giro es constante y depende de la frecuencia de la tensión de la red eléctrica a la que esté conectada y por el número de pares de polos del motor, siendo conocida esa velocidad como velocidad de sincronismo.

Movimiento rectilíneo: La trayectoria que describe el móvil de una línea recta.

Pistón: Es un émbolo que se ajusta al interior de las paredes del cilindro mediante aros flexibles llamados segmentos. Efectúa un movimiento alternativo, obligando al fluido que ocupa el cilindro a modificar su presión y volumen o transformando en

movimiento el cambio de presión y volumen del fluido. En todas las aplicaciones en que se emplea, el pistón recibe o transmite fuerzas en forma de presión de a un líquido o de a un gas.

PLC (programmable logic controller): Los controladores lógicos programables son dispositivos electrónicos muy usados en automatización industria, se ha diseñado para programar y controlar procesos secuenciales en tiempo real. Los PLC sirven para realizar automatismos; son dispositivos electrónicos que reproducen programas informáticos, que permiten controlar procesos. Se trata de un equipo electrónico, que, tal como su mismo nombre lo indica, se ha diseñado para programar y controlar procesos secuenciales en tiempo real

Potenciómetro: Es un Aparato que sirve para medir la diferencia de potencial entre dos puntos cualesquiera de un circuito eléctrico. La Resistencia que llevan los aparatos electrónicos y que varía según una gama de frecuencias: los mandos del tono y el volumen son potenciómetros, también es un resistor cuyo valor de resistencia es variable, lo cual indirectamente, se puede controlar la intensidad de corriente que fluye por un circuito si se conecta en paralelo, o la diferencia de potencial al conectarlo en serie.

Potenciómetro: Es un sensor de posición angular, de tipo absoluto y con salida de tipo analógico. Constituido de una resistencia de hilo bobinado o en una pista de material conductor, distribuida a lo largo de un soporte en forma de arco y de un sólo curso aun eje de salida, que puede deslizarse sobre dicho conductor. El movimiento del eje arrastra el cursor provocando cambios de resistencia entre este y cualquiera de los extremos.

Procesador: Es el dispositivo que más define a una computadora. El procesador es el máximo responsable de que los programas se ejecuten correctamente en la máquina. Para ello, este dispositivo dirige y supervisa a todos los demás, un procesador o microprocesador es parte de cualquier computadora o de equipos

electrónicos digitales y es la unidad que hace las veces de motor de todos los procesos informáticos desde los más sencillos hasta los más complejos.

PTR: Perfil Tubular Rectangular, Es un elemento estructural de alta eficiencia por su admisión de cargas, este elemento incrementa su servicio de resistencia al ser combinado ,Este Perfil es usado en elementos que no requieren gran poder de soporte de carga, como lo son las estanterías y bastidores de diferentes elementos estructurales.

R.U.R: (Robots Universales Rossum), de Karel Capek Esta es la obra de teatro que popularizó la palabra robot. El propio Karel Capek reconoció que quien ideó esta denominación fue su hermano Joseph, pero fue él quien inventó los primeros robots modernos de la literatura. Contrariamente a la idea que en la actualidad tenemos de los robots como ingenios mecánicos, los Robots Universales Rossum son máquinas biológicas, aunque no nacidas, sino ensambladas.

Receptáculo: Es la Cavidad en la que se contiene o puede contenerse una cosa.

Relevador: Es un dispositivo electromecánico, Funciona como un interruptor controlado por un circuito eléctrico en el que, por medio de una bobina y un electroimán, se acciona un juego de uno o varios contactos que permiten abrir o cerrar otros circuitos eléctricos independientes, el relé es capaz de controlar un circuito de salida de mayor potencia que el de entrada, puede considerarse, en un amplio sentido, como un amplificador eléctrico.

Reluctancia magnética: Es la resistencia que este posee al paso de un flujo magnético cuando es influenciado por un campo magnético. Se define como la relación entre la fuerza magneto motriz y el flujo magnético.

Robot Scara: Los robots Scara son robots equipados de libertad total de movimientos, se comportan de forma parecida al brazo humano, permitiendo ubicar

el extremo de la mano en cualquier ubicación pero siempre sobre el plano. En el eje vertical solo realizan manipulaciones simples que habitualmente consisten en presionar y desplazarse unos pocos centímetros.

Robot: Es un manipulador automático, reprogramable y multifuncional diseñado para mover material, partes, herramientas o bien dispositivos especializados para desempeñar una variedad de labores a través de movimientos diversos programados. En otras palabras un robot es un dispositivo que permite realizar labores mecánicas normalmente asociadas con los humanos de una manera mucho más eficiente, sin necesidad de poner en riesgo la vida humana, normalmente su uso es el de realizar una tarea de manera cíclica, pudiéndose adaptar a otra sin cambios permanentes en su material.

Robótica: Es una ciencia o rama de la tecnología, que estudia el diseño y construcción de máquinas capaces de desempeñar tareas realizadas por el ser humano o que requieren del uso de inteligencia. Las ciencias y tecnologías de las que deriva podrían ser: el álgebra, los autómatas programables, las máquinas de estados, la mecánica o la informática.

RTD: (resistance temperature detector) Detector de temperatura resistivo, es un sensor de temperatura basado en la variación de la resistencia de un conductor con la temperatura. Su símbolo es el siguiente, en el que se indica una variación lineal con coeficiente de temperatura positivo.

Semiconductor: Es un elemento que se comporta como un conductor o como aislante dependiendo de diversos factores, como el campo eléctrico o magnético, la presión, la radiación que le incide, o la temperatura del ambiente en el que se encuentre. Los semiconductores son materiales cuya conductividad varía con la temperatura, pudiendo comportarse como conductores o como aislantes. Resulta que se desean variaciones de la conductividad no con la temperatura sino controlables eléctricamente por el hombre.

Sensor: Es más que un dispositivo diseñado para recibir información de una magnitud del exterior y transformarla en otra magnitud, normalmente eléctrica, que seamos capaces de cuantificar y manipular. Lo denominaremos como señal, ya que está transformando las variaciones de una magnitud física en variaciones de magnitud eléctrica o magnética.

Servocontroles: Son amplificadores de muy alta ganancia que se retroalimentan con la información proveniente de los tacómetros de los servomotores.

Servomecanismo: Es un sistema formado de partes mecánicas y electrónicas que en ocasiones son usadas en robots, con parte móvil o fija. Puede estar formado también de partes neumáticas, hidráulicas y estar controlado con precisión. Un servomecanismo es una máquina que puede tomar ciertas decisiones al realizar un trabajo, claro que condicionado a un grupo pequeño de variables.

Servoválvulas: Es un accionamiento de tipo hidráulico o neumático a diferencia con las válvulas convencionales se puede decir que la servoválvula puede controlar o variar el caudal o la presión de salida, mientras que las válvulas convencionales entregan todo o nada. Es una señal eléctrica de entrada de milivatios que controla así una potencia hidráulica de muchos kilovatios. Las señales más diversas de valores de consigna se tienen que alcanzar con exactitud, sin importar que las velocidades de ensayo sean extremadamente bajas o altas, los recorridos largos o cortos.

Tele manipulador: Es una sustitución del operador por un programa de ordenador que controla los movimientos del manipulador dio paso al concepto de robot, un tele manipulador precisa el mando continuo de un operador, y salvo por las aportaciones incorporadas con el concepto del control supervisado y la mejora de la tele presencia promovida hoy día por la realidad virtual.

Temporizador: Sistema de control de tiempo que se utiliza para abrir o cerrar un circuito en uno o más momentos determinados, y que conectado a un dispositivo lo pone en acción.

Tensor: Es un Mecanismo o dispositivo que se utiliza para tensar varios tipos de material.

Termopar: Un termopar es un dispositivo capaz de convertir la energía calorífica en energía eléctrica, es un transductor formado por la unión de dos metales distintos que produce un voltaje, que es función de la diferencia de temperatura entre uno de los extremos denominado "punto caliente" o unión caliente o de medida y el otro denominado "punto frío" o unión fría o de referencia.

Timing belts (correa dentada): La correa de distribución, banda de distribución o dentada , es uno de los más comunes métodos de transmisión de la energía mecánica entre un piñón de arrastre y otro arrastrado, mediante un sistema de dentado mutuo que posee tanto la correa como los piñones, impidiendo su deslizamiento mutuo.

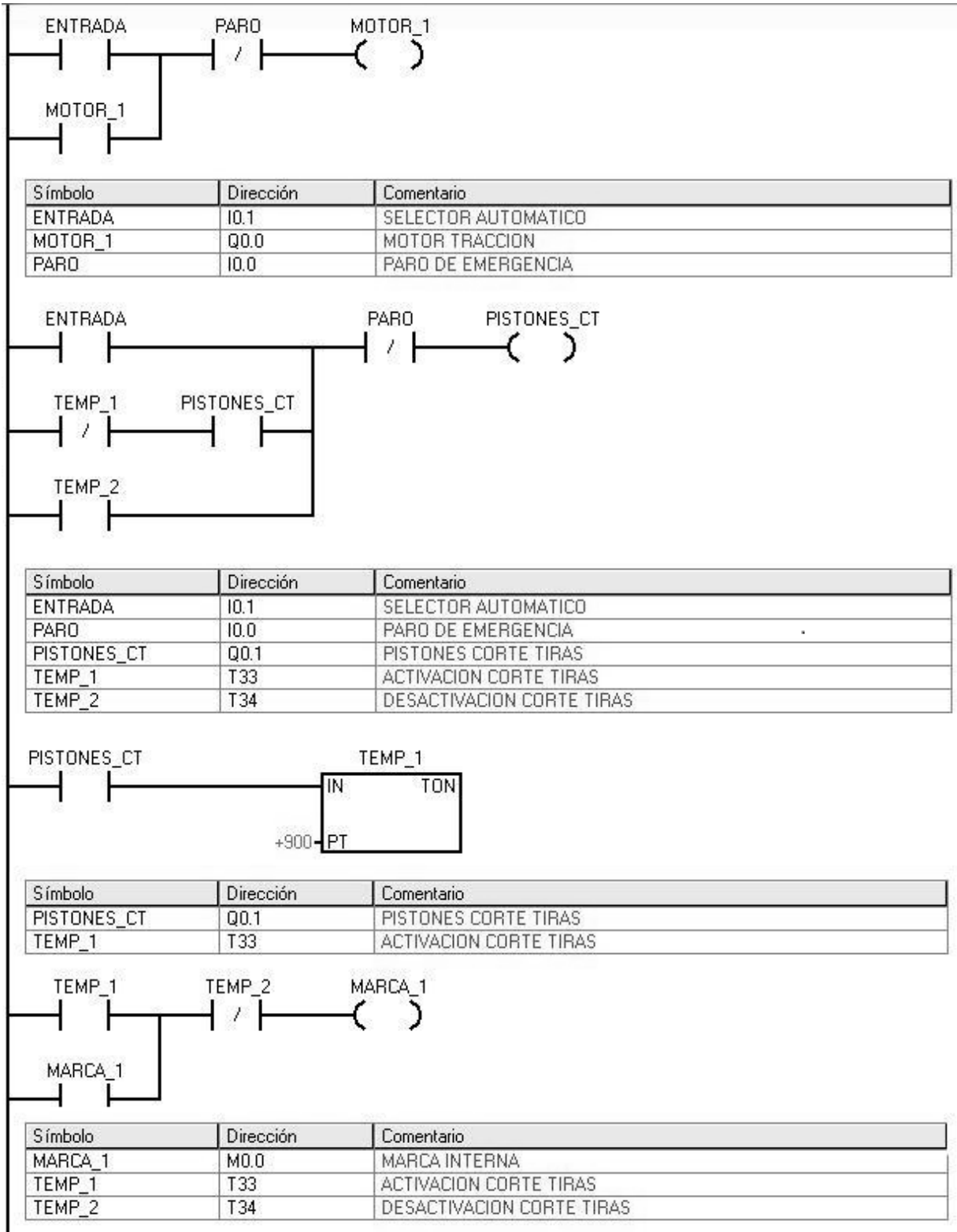
Transductor: Es un dispositivo capaz de transformar o convertir un determinado tipo de energía de entrada, en otra diferente a la salida, de valores de energía muy pequeños en términos relativos con los de un generador .Un transductor cambia una forma de energía siendo la eléctrica la más común a otra. Otros tipos de transductores detectan información de un entorno físico y luego la transmiten a un receptor.

Transformador: En dispositivo eléctrico que permite aumentar o disminuir la tensión en un circuito eléctrico de corriente alterna, manteniendo la potencia. Transformador es un dispositivo que convierte la energía eléctrica alterna de un cierto nivel de tensión, en energía alterna de otro nivel de tensión, por medio de interacción electromagnética.

**A
P
É
N
D
I
C
E

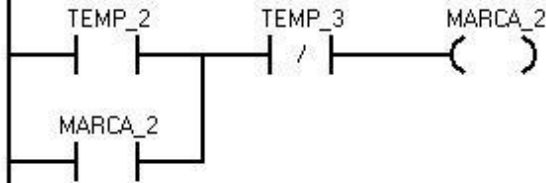
A.**

PROGRAMACIÓN EN ESCALERA DEL PLC.





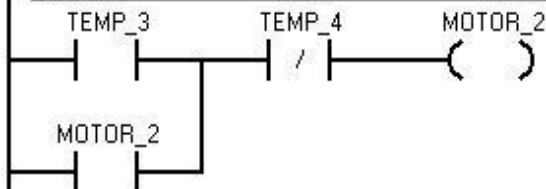
Símbolo	Dirección	Comentario
MARCA_1	M0.0	MARCA INTERNA
TEMP_2	T34	DESACTIVACION CORTE TIRAS



Símbolo	Dirección	Comentario
MARCA_2	M0.1	MARCA INTERNA
TEMP_2	T34	DESACTIVACION CORTE TIRAS
TEMP_3	T35	ACTIVACION CORTE PIEZA



Símbolo	Dirección	Comentario
MARCA_2	M0.1	MARCA INTERNA
TEMP_3	T35	ACTIVACION CORTE PIEZA



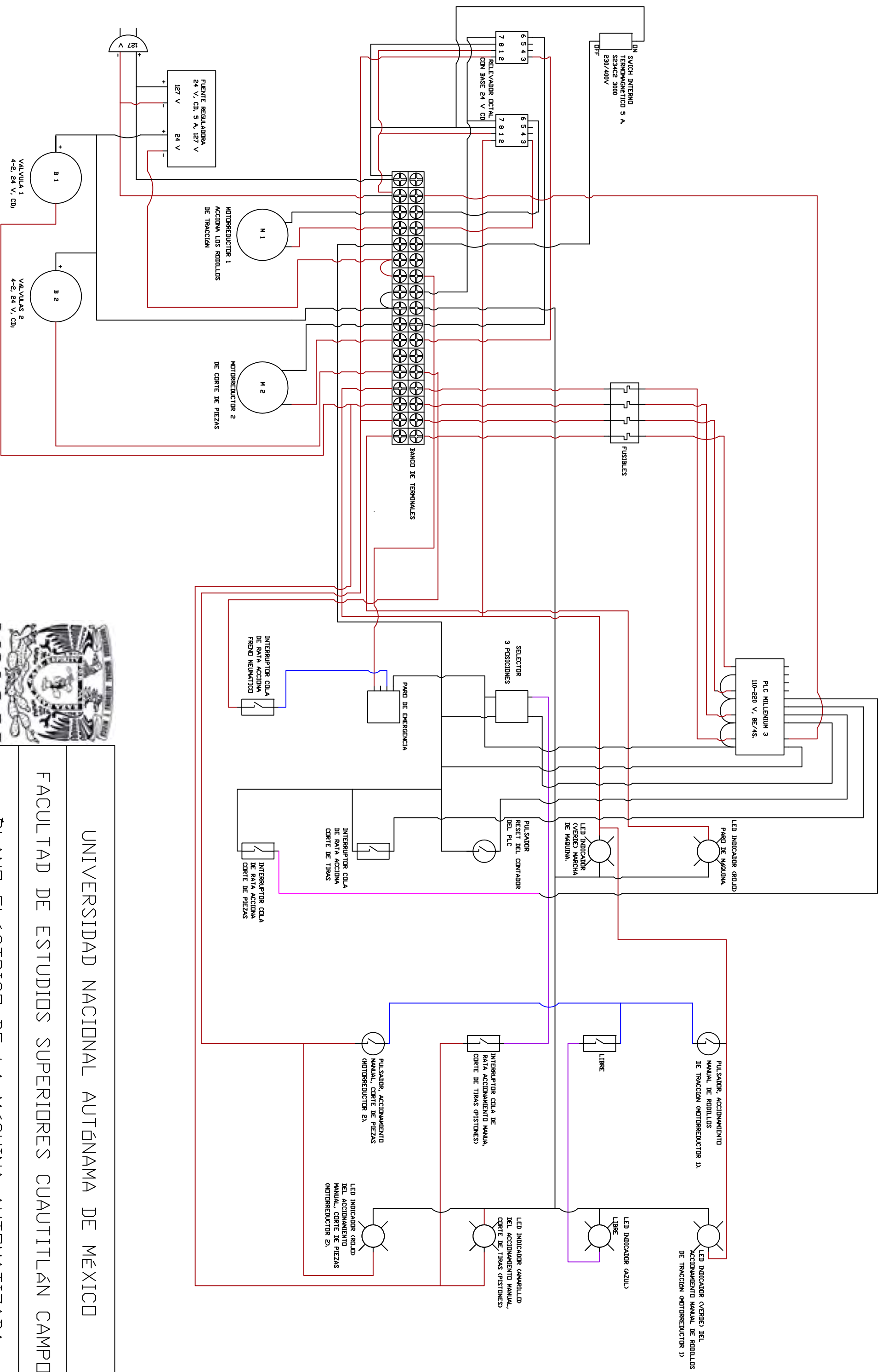
Símbolo	Dirección	Comentario
MOTOR_2	Q0.2	CORTE PIEZA
TEMP_3	T35	ACTIVACION CORTE PIEZA
TEMP_4	T32	DESACTIVACION CORTE PIEZA



Símbolo	Dirección	Comentario
MOTOR_2	Q0.2	CORTE PIEZA
TEMP_4	T32	DESACTIVACION CORTE PIEZA

**A
P
É
N
D
I
C
E

B.**



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN CAMPO 4

PLANO ELECTRICO DE LA MÁQUINA AUTOMATIZADA

BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS:

Robótica Practica, Tecnología y Aplicaciones.

Autor: José Ma. Angulo Usategui.

Editorial: Paraninfo.

4° Edición 1996.

Robótica, Una Introducción.

Autor: Mc Cloy.

Editorial: Noriega-Limusa Editores.

1° Edición 1993.

Robótica Industrial, Tecnología, Programación y Aplicaciones.

Mikell P. Groover, Mitchel Weiss, Roger N. Nagel, Nicholas G. Odrey.

Mc Graw Hill.

1° Edición 1990.

Automática Industrial y Control.

Autor: Ángel M. Cuenca Lacruz, Julián J. Salt Llobregat.

Editorial: Universidad Politécnica de Valencia.

1° Edición 2005.

Teoría y Práctica del Mantenimiento Industrial Avanzado.

Autor: Francisco Javier González Hernández.

Editorial: Fundación Confemental.

1° Edición 2003.

Mecanismo y Dinámica de Maquinaria.

Autor: Hamilton H. Mabie, Fred W. Ocuirk.

Editorial: Limusa.

1° Edición 1985.

Automatización Industrial Moderna.

Autor: Victoriano Ángel Martínez Sánchez.

Editorial: Alfaomega.

2001.

Titulo: Microelectrónica: Circuitos y Dispositivos.

Autor: Mark N. Horenstein.

Editorial: Prentico Hall Hispanoamericana.

1° Edición 1997.

Mantenimiento Industrial Avanzado.

Autor: Francisco Javier González Fernández.

Editorial: Fundación Confemental FC. Editorial.

1° Edición.

Proceso de Manufactura y Materiales para Ingenieros

Autor: Lawrence E. Doyle.

Editorial: Diana.

1986.

Análisis de Sistemas Dinámicos y Control Automático.

Autor: Roberto Canales Ruiz, Renato Barrera Rivera.

Editorial: Limusa 1

1977.

Fundamentos de Servosistemas Lineales.

Autor: Horacio Buitrón Sánchez.

Editorial: Limusa.

1977.