

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA



Tesis:

**Desarrollo de prototipo para la enseñanza de la
automatización por medio de equipo modular
didáctico flexible**

Presenta

**Ing. Francisco Javier Colado Basilio
Director de Tesis
M.I. Silvia Vanessa Medina León**

ÍNDICE GENERAL

Índice de capítulos.....	ii
Índice de figuras	iii
Índice de tablas	v
Resumen	vi
Hipótesis.....	vii
Objetivo	vii
Objetivo particular.....	vii
Meta	vii
 1. La automatización y la neumática	
1.1. Principios básicos	1
1.1.1. Montaje flexible	1
1.2. Antecedentes	2
1.2.1. Tecnologías para la automatización	2
1.2.2. ¿Qué es la neumática?	3
1.3. Válvulas	4
1.4. Válvulas distribuidoras	4
1.4.1. Representación esquemática de las válvulas.....	4
1.4.2. Accionamiento de válvulas	6
1.4.2.1. Accionamiento permanente, señal continua	6
1.4.2.2. Accionamiento momentáneo, impulso	6
1.4.3. Válvulas de asiento	6
1.4.3.1. Válvulas de asiento esférico	7
1.4.4. Válvulas de asiento plano.....	8
1.4.5. Válvula distribuidora 3/2, de accionamiento neumático (junta plana de disco)	10
1.4.6. Electroválvulas (válvulas electromagnéticas)	11
1.4.7. Válvula distribuidora 3/2 (cerrada en posición de reposo)....	12
1.4.8. Válvula de corredera longitudinal	12
1.5. Elementos neumáticos de trabajo	13
1.5.1. Cilindros de simple efecto	13
1.5.2. Cilindros de doble efecto	14
1.5.3. Cilindros con amortiguación interna	15
1.5.4. Cilindro de giro	15
 2. Fundamentos físicos y conceptos básicos sobre sensores	
2.1. Introducción	17
2.2. Cálculo de S_n	17
2.3. Distancia nominal de detección	17
2.4. Distancia efectiva de detección	17
2.4.1. Histéresis.....	18
2.4.2. Repetibilidad.....	18
2.4.3. Frecuencia de conmutación	19
2.4.4. Tiempo de respuesta.....	19

2.5. Sensores inductivos.....	20
2.5.1. Principio físico de funcionamiento	21
2.5.2. Aplicaciones	22
2.6. Sensores capacitivos.....	22
2.6.1. Principio de funcionamiento	23
2.6.2. Zona activa.....	23
2.6.3. Aplicaciones	23
2.7. Sensores fotoeléctricos.....	24
2.7.1. Sensores de barrera.....	24
2.7.2. Sensores reflex.	25
2.7.3. Sensores auto reflex.	25
2.7.4. Sensores de fibra óptica.	25
2.7.5. Ventajas y desventajas de los sensores fotoeléctricos.....	26
2.7.6. Aplicaciones	26
2.8. Sensores Ultrasónicos.....	27
2.8.1. Zona ciega.....	27
2.8.2. Consideraciones sobre el objeto	28
2.8.3. Aplicaciones	29
3. Ensamble, resultados y conclusiones	
3.1. Partes y materiales	30
3.1.1. Motor	30
3.1.2. Banda transportadora.....	33
3.1.3. Armado de estructura para banda transportadora.....	34
3.1.4. Ensamble final	37
3.1.5. Motor y accesorios para ensamble.....	37
3.1.6. Motor y banda transportadora	39
3.1.7. Elementos de control y potencia	39
3.1.7.1 Actuadores	39
3.1.7.2 Válvulas.....	41
3.1.8. Ensamble final.....	41
3.2. Práctica propuesta.....	42
3.2.1. Ejercicio propuesto.....	42
3.2.2. Práctica propuesta	43
3.3. Resultados y conclusiones	47
3.3.1. Resultados	47
3.3.2. Conclusión.....	47
3.3.3. Trabajo a futuro	48
Referencias bibliográficas	49
Anexos	50
A1: Relación de costos de desarrollo.....	50
A2: Preguntas de la encuesta	51
A2: Resultado de encuestas	52

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1. 1	Representación de posiciones y vías en una válvula direccional.	5
Fig. 1. 2	Sección de una válvula 2/2 con su simbología.....	7
Fig. 1. 3	Sección de una válvula 3/2 con su simbología.....	8
Fig. 1. 4	Sección de una válvula 3/2 de asiento plano con su simbología.....	8
Fig. 1. 5	Válvula 3/2 normalmente cerrada sin accionar	9
Fig. 1. 6	Válvula 3/2 normalmente cerrada accionada	9
Fig. 1. 7	Válvula distribuidora 3/2 (abierta en posición de reposo) con su simbología	10
Fig. 1. 8	Válvula distribuidora 3/2 (de accionamiento neumático).....	10
Fig. 1. 9	Válvula distribuidora 3/2 (de mando electromagnético) y su simbología	11
Fig. 1. 10	Válvula servopilotada con accionamiento de rodillo.....	12
Fig. 1. 11	Válvula distribuidora 5/2 (principio de corredera longitudinal).....	13
Fig. 1. 12	Válvula distribuidoras 3/2 corredera longitudinal manual.....	13
Fig. 1. 13	Cilindro de simple efecto y su símbolo	14
Fig. 1. 14	Cilindro de doble efecto y su símbolo.....	14
Fig. 1. 15	Cilindro con amortiguación interna y su símbolo.....	15
Fig. 1. 16	Cilindro de giro limitado	16
Fig. 2. 1	Histéresis	18
Fig. 2. 2	Repetibilidad	18
Fig. 2. 3	Frecuencia de conmutación.....	19
Fig. 2. 4	Sensores inductivos.....	20
Fig. 2. 5	Sensor inductivo sin detectar material metálico	21
Fig. 2. 6	Principio de funcionamiento de sensor inductivo detectando material.....	21
Fig. 2. 7	Principio de funcionamiento de sensor inductivo	22
Fig. 2. 8	Detección de nivel	23
Fig. 2. 9	Principio de funcionamiento de sensor óptico	24
Fig. 2. 10	Sensor de barrera.....	24
Fig. 2. 11	Sensores reflex.....	25
Fig. 2. 12	Sensores auto reflex.....	25
Fig. 2. 13	Sensores de fibra óptica.....	25
Fig. 2. 14	Detección de Ausencia de pastillas.....	26
Fig. 2. 15	Detección de piezas defectuosas.....	26
Fig. 2. 16	Sensores ultrasónicos	27
Fig. 2. 17	Zona ciega de un sensor ultrasónico.....	27
Fig. 2. 18	Funcionamiento de sensor ultrasónico.....	28
Fig. 2. 19	Detección de tornillos mal ajustados con sensor ultrasónico.....	29
Fig. 3. 1	Piezas de copiadora desarmada.....	30
Fig. 3. 2	Motor eléctrico	30
Fig. 3. 3	Resistencias	31
Fig. 3. 4	Potenciómetro	31
Fig. 3. 5	Careado de pieza	31
Fig. 3. 6	Cilindrado de pieza.....	31
Fig. 3. 7	Barrenados	32
Fig. 3. 8	Pieza terminada.....	32
Fig. 3. 9	Banda transportadora.....	33
Fig. 3. 10	Vulcanizado	34
Fig. 3. 11	Sistema ensamblado	34
Fig. 3. 12	Armado de estructura para banda transportadora	34
Fig. 3. 13	Placa de aluminio maquinada	35
Fig. 3. 14	Piezas cilíndricas de unión.....	35
Fig. 3. 15	Resortes	35

Fig. 3. 16	Elemento tensor.....	36
Fig. 3. 17	Placa estabilizadora.....	36
Fig. 3. 18	Rodillo moleteado	36
Fig. 3. 19	Estructura de banda transportadora.....	37
Fig. 3. 20	Sistema de banda transportadora	37
Fig. 3. 21	Motor	37
Fig. 3. 22	Angulo y adaptación cilíndrica	38
Fig. 3. 23	Motor con ángulo maquinado	38
Fig. 3. 24	Adaptación cilíndrica acoplado a motor de 24v.....	38
Fig. 3. 25	Motor adaptado a banda transportadora	39
Fig. 3. 26	Actuador neumático.....	39
Fig. 3. 27	Válvula electroneumática.....	40
Fig. 3. 28	Simbología de un sensor de proximidad	40
Fig. 3. 29	Relevador.....	40
Fig. 3. 30	Controlador lógico programable	40
Fig. 3. 31	Actuador giratorio	41
Fig. 3. 32	Indicador acústico	41
Fig. 3. 33	Indicador luminoso.....	41
Fig. 3. 34	Válvula electroneumática.....	41
Fig. 3. 35	Croquis de situación	42

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1)	Representación de las vías en una válvula.	6
Tabla 2.1)	Ventajas y desventajas del sensor inductivo	22
Tabla 2.2)	Ventajas y desventajas del sensor capacitivo	23
Tabla 2.3)	Ventajas y desventajas del sistema de barrera	26
Tabla 2.4)	Ventajas y desventajas del sistema reflex.....	26
Tabla 2.5)	Ventajas y desventajas del sistema auto reflex.....	26
Tabla 2.6)	Ventajas y desventajas de sensores ultrasónicos	28

RESUMEN

El trabajo presente consiste en el diseño de un equipo modular didáctico flexible, el cual es un sistema a escala de una banda transportadora de uso industrial y tiene la capacidad o flexibilidad de realizar diferentes configuraciones para que el participante logre comprender, de una manera práctica, como funciona un sistema automatizado.

En la primera parte de este trabajo y con el fin de ser la base para el desarrollo del mismo, se explican los principios, conceptos teóricos y conocimientos previos requeridos para el desarrollo de un sistema clasificador basado en principios neumáticos y eléctricos. En la segunda parte se atienden los fundamentos físicos y conceptos básicos sobre sensores, parte medular de un sistema automatizado.

El desarrollo del sistema, desde el diseño, selección de componentes y ensamble de los mismos se explica en la tercera sección del presente trabajo con la finalidad de que se pueda recrear su ensamble. El equipo se realizó con materiales reutilizables, lo que da un nuevo significado al término “flexible” propio de su nombre.

En la realización del sistema, no solo se consideró la parte estructural, también se propone el desarrollo de una práctica, de muchas más que pueden ser desarrolladas. Con lo anterior se sientan las bases para el entendimiento de los conceptos de automatización, que son el propósito primordial de este módulo didáctico.

Hipótesis:

Con el prototipo de enseñanza se logrará llegar a resultados reales de situaciones planteadas durante la adquisición del conocimiento teórico, al ejecutar conexiones neumáticas y eléctricas mediante el auxilio de un módulo didáctico, comprobando así los esquemas planteados.

Objetivo:

Facilitar la apreciación del alumno en materias relacionadas a la automatización mediante la práctica con equipo didáctico.

Objetivo Particular:

Que el alumno entienda:

- El concepto de neumática y la aplicación de esta disciplina.
- La aplicación de elementos de control eléctrico.
- La manipulación de componentes electroneumáticos con la ayuda de un controlador lógico programable.
- La aplicación de sensores de proximidad en un proceso.

Meta:

Dar soporte técnico a las diferentes carreras de la rama de la ingeniería. (industrial, mecánica, electrónica, eléctrica, computación, mecatrónica)

Capítulo 1. La automatización y la neumática

1.1. Principios básicos

La estación modular didáctica flexible distingue piezas basándose en el tipo de material y las separa en varios flujos de materiales diferentes.

Las piezas colocadas en el transportador son llevadas al punto de detección de material. Un detector de proximidad verifica la existencia de material. Las piezas del tipo "cuerpo oscuro" son llevadas al final del transportador. Las piezas del tipo "cuerpo metálico" son dirigidas a una zona de desviación (primera rampa) utilizando un desviador neumático con actuador giratorio. Las piezas del tipo "cuerpo rojo" son dirigidas a una segunda zona de desviación (segunda rampa) utilizando un desviador neumático con actuador giratorio. Sensores de barrera con fibra óptica supervisan el flujo de materiales en el transportador.

El módulo almacén apilador separa las piezas y transporta las piezas a la estación modular didáctica flexible por medio de su pinza de sujeción por vacío. Sensores ópticos e inductivos distinguen las piezas basándose en el material y el color. Las puertas de derivación neumáticas clasifican luego las piezas en las diferentes rampas.

La estación modular didáctica flexible puede ser complemento de las estaciones MPS ubicadas en el laboratorio de CIM (laboratorio de mecánica).

1.1.1. Montaje flexible

La estación modular didáctica flexible permitirá la creación de líneas de montaje flexibles utilizando estaciones MPS. Utilizando la estación de Separación pueden realizarse procesos de separación combinados, tales como el reconocimiento de un tipo de material.

La estación modular didáctica flexible permitirá la implementación de proyectos prácticos de mecatrónica, mecánica, industrial, electrónica, eléctrica en relación a los siguientes puntos:

- Planificación de un proyecto
- Abastecimiento de materiales
- Configuración de un sistema
- Diseño de un programa
- Escritura de un programa
- Puesta a punto de un sistema
- Ajuste mecánico de una estación
- Modo de funcionamiento y aplicaciones de sensores digitales de proximidad

- Aplicación de sensores ópticos, inductivos y capacitivos
- Instalación de tubos para componentes neumáticos
- Accionamientos de cilindros neumáticos
- Funcionamiento de válvulas direccionales
- Programación y aplicación de un PLC

Esto asegura que el trabajo del estudiante tiene el máximo enfoque en la aplicación práctica.

El sistema modular didáctico flexible puede ofrecer muchas variantes para el sistema MPS.

Utilizado junto con las estaciones MPS, el kit modular didáctico flexible permitirá establecer un "nuevo flujo de materiales" y cubrir temas para todas las etapas de la formación con la ayuda de dispositivos para su montaje rápido y limpio de componentes en la placa universal. Los transportadores también pueden montarse en una placa perfilada.

1.2. Antecedentes

La ingeniería de la automatización industrial ha efectuado un enorme progreso en las últimas décadas. Elementos de hardware cada día más potentes, la incorporación de nuevas funcionalidades, y el desarrollo de las redes de comunicación industriales, permiten realizar en tiempos mínimos excelentes sistemas de automatización industrial [1].

1.2.1. Tecnologías para la automatización

Se ha demostrado que las compañías con más alta calidad son las más productivas, siendo sus costos mínimos cuando el 100% de los bienes o servicios se encuentran perfectos y libres de defectos.

Una calidad mejorada puede conducir a una mayor participación en el mercado.

Una empresa que desarrolla una baja calidad tiene que trabajar el doble para desprenderse de esta imagen cuando llega la disyuntiva de mejorar.

Las organizaciones que diseñan productos o servicios defectuosos pueden ser responsabilizadas por daños o lesiones que resulten de su uso.

Automatizar le permite aumentar la productividad, ya que permite mantener sistemáticamente ventajas comparativas que le permitan alcanzar, sostener y mejorar una determinada posición en su entorno socioeconómico.

Para ser competitivo, la empresa debe disponer de habilidades, recursos, conocimientos y atributos, etc., los mismos de los que carecen sus competidores o que estos tienen en menor medida, lo cual hace posible la obtención de rendimientos superiores a los de aquellos.

Para poder automatizar podemos utilizar varias tecnologías, tales como la neumática, electrónica, hidráulica, eléctrica, etc. Para este caso analizaremos que es la neumática. [5]

1.2.2. ¿Qué es la neumática?

La Neumática es la rama de la técnica que se dedica al estudio y aplicaciones prácticas del aire comprimido. El aire comprimido es aire tomado de la atmósfera y confinado a presión en un espacio reducido. Por ejemplo cuando inflamos un globo y posteriormente lo soltamos sin cerrar, la energía acumulada por el aire lo hace revolotear rápidamente por la habitación. Se produce una transformación de la energía almacenada en trabajo útil en mover el globo.

Hoy en día son muchos los sistemas técnicos que basan su funcionamiento en este tipo de energía. Por ejemplo, las puertas de algunos autobuses y trenes se accionan con aire comprimido; en la industria son muy útiles los sistemas neumáticos porque proporcionan movimiento lineal y desarrollan grandes fuerzas, utilizándose para empujar y levantar cargas pesadas, en cadenas de montaje automatizadas, etc.

En los sistemas neumáticos, el aire comprimido se produce en un elemento llamado compresor, que es una bomba de aire comprimido accionada normalmente por un motor eléctrico. Este aire se almacena en un depósito denominado receptor. Desde éste, el aire es conducido a través de válvulas a los cilindros, que son los componentes encargados de realizar el trabajo.

Cuando el aire comprimido fluye en el interior de un cilindro, aumenta la presión y obliga a desplazarse a un émbolo situado en su interior, proporcionando un movimiento lineal y realizando un trabajo.

Las válvulas tienen como misión controlar el flujo de aire comprimido que entra y sale de los cilindros. Las válvulas son los elementos de control del circuito.

Hablamos de electroneumática cuando el accionamiento de las válvulas neumáticas es eléctrico.

En la representación de los circuitos neumáticos se utiliza una simbología específica, siguiendo las normas establecidas por los organismos correspondientes (ISO, DIN...). Los esquemas neumáticos son una representación de las instalaciones neumáticas reales.

Los mandos neumáticos están constituidos por elementos de señalización, elementos de mando y una parte de trabajo. Los elementos de señalización y mando modulan las fases de trabajo de los elementos de trabajo y se denominan válvulas.[9]

1.3. Válvulas

Las válvulas son elementos que mandan o regulan la puesta en marcha, el paro y la dirección, así como la presión o el caudal del fluido enviado por una bomba hidráulica o almacenado en un depósito. En lenguaje internacional, el término "válvula" o "distribuidor" es el término general de todos los tipos tales como válvulas de corredera, de bola, de asiento, grifos, etc. Esta es la definición de la norma DIN/ISO 1219 conforme a una recomendación del CETOP (Comité Européen des Transmissions Oiéohydrauliques et Pneumatiques). [7]

1.4. Válvulas distribuidoras

Estas válvulas son los componentes que determinan el camino que ha de tomar la corriente de aire, a saber, principalmente puesta en marcha y paro (Start-Stop).

1.4.1. Representación esquemática de las válvulas

Para representar las válvulas distribuidoras en los esquemas de circuito se utilizan símbolos; éstos no dan ninguna orientación sobre el método constructivo de la válvula; solamente indican su función.

Las posiciones de las válvulas distribuidoras se representan por medio de cuadros (Fig. 1.1a).

El funcionamiento se representa esquemáticamente en el interior de las casillas. Las líneas representan tuberías o conductos. Las flechas, el sentido de circulación del fluido. (Fig. 1.1b).

Las posiciones de cierre dentro de las casillas se representan mediante líneas transversales. La unión de conductos o tuberías se representa mediante un punto (Fig. 1.1c)

Las conexiones (entradas y salidas) se representan por medio de trazos unidos a la casilla que esquematiza la posición de reposo o inicial (Fig. 1.1d).

La otra posición se obtiene desplazando lateralmente los cuadrados, hasta que las conexiones coincidan (Fig. 1.1e).

Las posiciones pueden distinguirse por medio de letras minúsculas a, b, c ... y 0. (Fig. 1.1f).

Por posición de reposo se entiende, en el caso de válvulas con dispositivo de reposición, p. ej., un muelle, aquella posición que las piezas móviles ocupan cuando la válvula no está conectada.

La posición inicial es la que tienen las piezas móviles de la válvula después del montaje de ésta, establecimiento de la presión y, en caso dado conexión de la tensión eléctrica. Es la posición por medio de la cual comienza el programa preestablecido (Fig. 1.1g).

Conductos de escape sin empalme de tubo (aire evacuado a la atmósfera). Triángulo directamente junto al símbolo (Fig. 1.1h).

Conductos de escape con empalme de tubo (aire evacuado a un punto de reunión). Triángulo ligeramente separado del símbolo (Fig. 1.1i). [7]

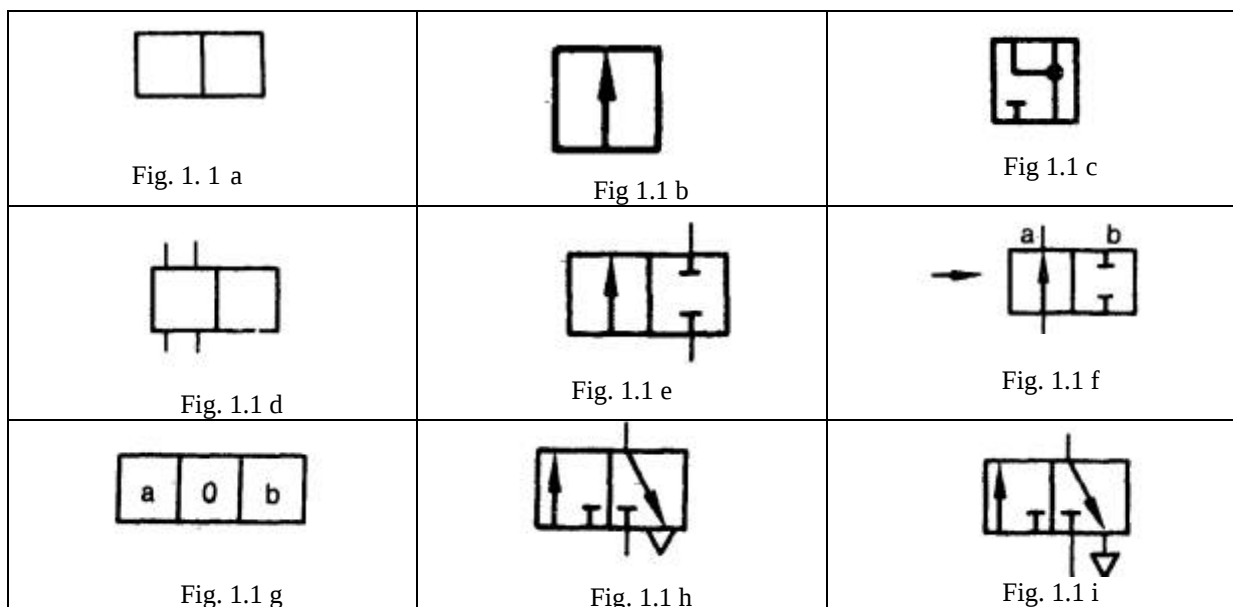


Fig. 1.1 Representación de posiciones y vías en una válvula direccional.

Para evitar errores durante el montaje, los empalmes se identifican por medio de letras mayúsculas, donde rige lo siguiente (Tabla 1.1):

Tabla 1.1) Representación de las vías en una válvula. [7]

Tuberías o conductos de trabajo	A, B
Empalme de energía	P
Salida de escape	R,S,T
Tuberías o conductos de pilotaje	X,Y,Z

1.4.2. Accionamiento de válvulas

Según el tiempo de accionamiento se distingue en:

1.4.2.1. Accionamiento permanente, señal continua

La válvula es accionada manualmente o por medios mecánicos, neumáticos o eléctricos durante todo el tiempo hasta que tiene lugar el reposicionamiento. Este es manual o mecánico por medio de un muelle. [7]

1.4.2.2. Accionamiento momentáneo, impulso

La válvula es invertida por una señal breve (impulso) y permanece indefinidamente en esa posición, hasta que otra señal la coloca en su posición anterior.

Las características de construcción de las válvulas determinan su duración, fuerza de accionamiento y tamaño. [7]

Según la construcción, se distinguen los tipos siguientes:

Tipos de válvula.

Válvulas de asiento	Válvulas de corredera
• Esférico	• émbolo
• disco plano	• émbolo y cursor
	• disco giratorio

1.4.3. Válvulas de asiento

En estas válvulas, los empalmes se abren y cierran por medio de bolas, discos, placas o conos. La estanqueidad se asegura de una manera muy simple, generalmente por juntas elásticas. Los elementos de desgaste son muy pocos y, por tanto, estas válvulas tienen gran duración. Son insensibles a la suciedad y muy robustas. [9]

La fuerza de accionamiento es relativamente elevada, puesto que es necesario vencer la resistencia del muelle incorporado de reposicionamiento y la presión del aire.

1.4.3.1. Válvulas de asiento esférico

Estas válvulas son de concepción muy simple y, por tanto, muy económicas. Se distinguen por sus dimensiones muy pequeñas.

Un muelle mantiene apretada la bola contra el asiento; el aire comprimido no puede fluir del empalme P hacia la tubería de trabajo A. Al accionar el taqué, la bola se separa del asiento. Es necesario vencer al efecto la resistencia M muelle de reposicionamiento y la fuerza del aire comprimido. Estas válvulas son distribuidoras 2/2, porque tienen dos posiciones (abierta y cerrada) y dos orificios activos (P y A). (Fig. 1.2).

Con escape a través del taqué de accionamiento, se utilizan también como válvulas distribuidoras 3/2. El accionamiento puede ser manual o mecánico. (Fig. 1.3). [4]

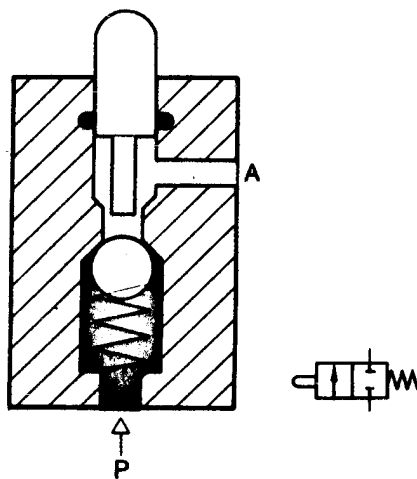


Fig. 1. 2 Sección de una válvula 2/2 con su simbología.

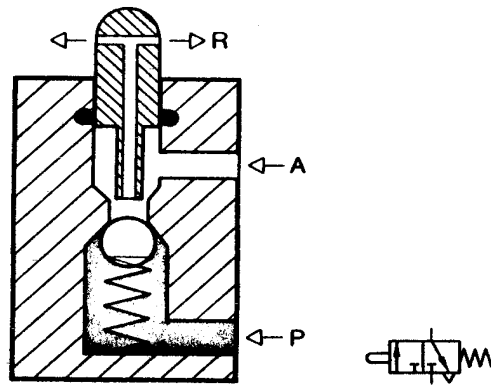


Fig. 1. 3 Sección de una válvula 3/2 con su simbología.

1.4.4. Válvulas de asiento plano

Las válvulas representadas en la figura 1.4 tienen una junta simple que asegura la estanqueidad necesaria. El tiempo de respuesta es muy pequeño, puesto que un desplazamiento corto determina un gran caudal de paso. También estas válvulas son insensibles a la suciedad y tienen, por eso, una duración muy larga.

Al accionar la válvula, en un margen breve se unen los tres empalmes P, A y R. Como consecuencia, en movimientos lentos una cantidad grande de aire comprimido escapa de P hacia R, a la atmósfera, sin haber rendido antes trabajo. Estas son válvulas que no tienen escape exento de solapo. [4]

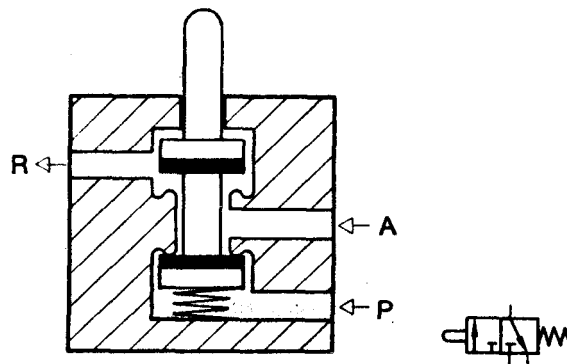


Fig. 1. 4 Sección de una válvula 3/2 de asiento plano con su simbología

Las válvulas construidas según el principio de disco individual tienen un escape sin solapo. No se pierde aire cuando la conmutación tiene lugar de forma lenta.

Al accionar la válvula se cierra primeramente el conducto de escape de A hacia R, porque el dispositivo asienta sobre el disco. Al seguir apretando, el disco se separa del asiento, y el aire puede circular de P hacia A. El reposicionamiento se realiza mediante un muelle. Esto se puede apreciar en la Fig. 1. 5

Las válvulas distribuidoras 3/2 se utilizan para mandos con cilindros de simple efecto o para el pilotaje de servoelementos.

En el caso de una válvula abierta en reposo (abierta de P hacia A), al accionar se cierra con un disco el paso de P hacia A. Al seguir apretando, otro disco se levanta de su asiento y abre el paso de A hacia R. El aire puede escapar entonces por R. Al soltar el taqué, los muelles reposicionan el émbolo con los discos estanquéis antes hasta su posición inicial. Ver Fig. 1.6.

Las válvulas pueden accionarse manualmente o por medio de elementos mecánicos, eléctricos o neumáticos. Ver Fig. 1.7 [4].

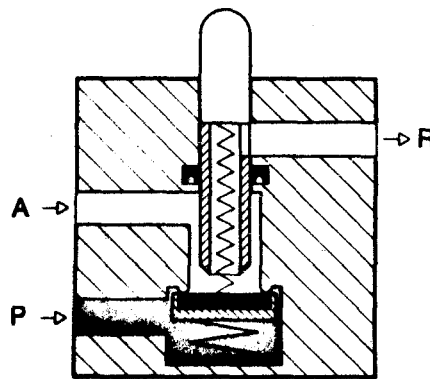


Fig. 1. 5 Válvula 3/2 normalmente cerrada sin accionar

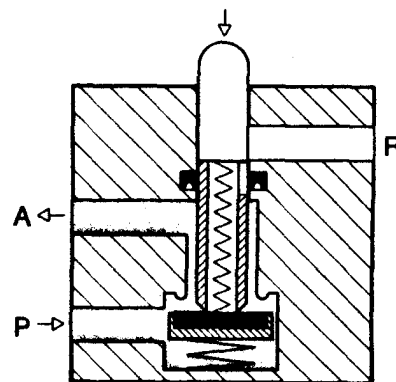


Fig. 1. 6 Válvula 3/2 normalmente cerrada accionada

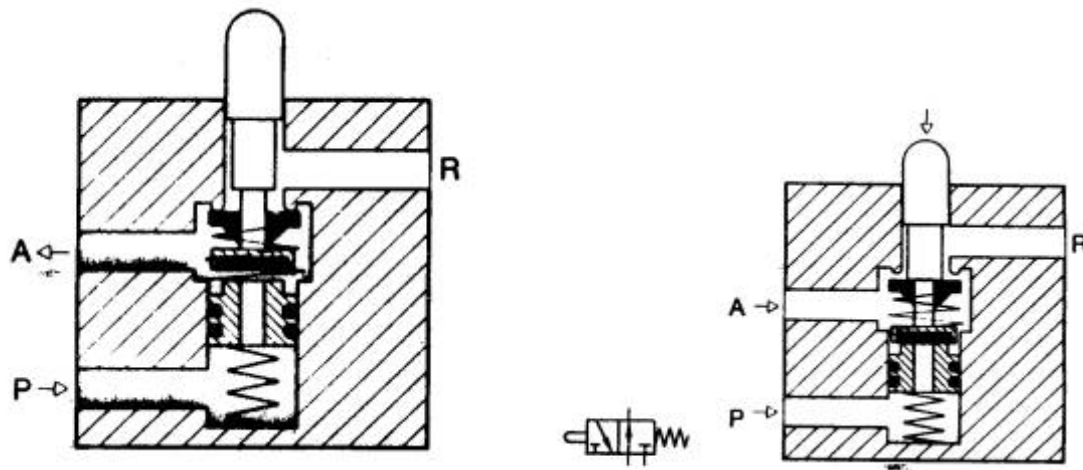


Fig. 1. 7 Válvula distribuidora 3/2 (abierta en posición de reposo) con su simbología

1.4.5. Válvula distribuidora 3/2, de accionamiento neumático (junta plana de disco).

Al aplicar aire comprimido al émbolo de mando a graves de empalme Z se desplaza el taqué de válvula venciendo la fuerza de muelle de reposicionamiento. Se unen los conductos P y A. Cuando se pone a escape el conducto de mando Z, el embolo de mando regresa a su posición inicial por el efecto de muelle montado. El disco cierra el paso de P hacia A, El aire de salida de conducto de trabajo A puede escapar por R. En la Fig. 1.8 se muestra el corte transversal de una válvula con accionamiento neumático. [5]

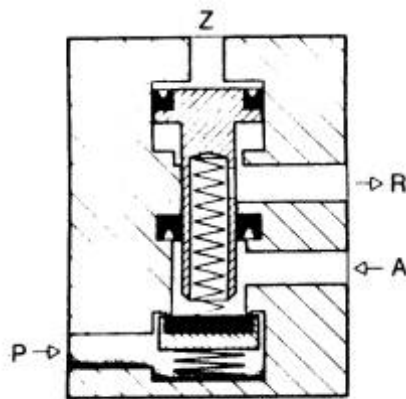


Fig. 1. 8 Válvula distribuidora 3/2 (de accionamiento neumático)

1.4.6. Electroválvulas (válvulas electromagnéticas)

Estas válvulas se utilizan cuando la señal de control proviene de un temporizador eléctrico, un final de carrera eléctrico, presostatos o mandos electrónicos. En general, se elige el accionamiento eléctrico para mandos con distancias extremadamente largas y cortos tiempos de conexión.

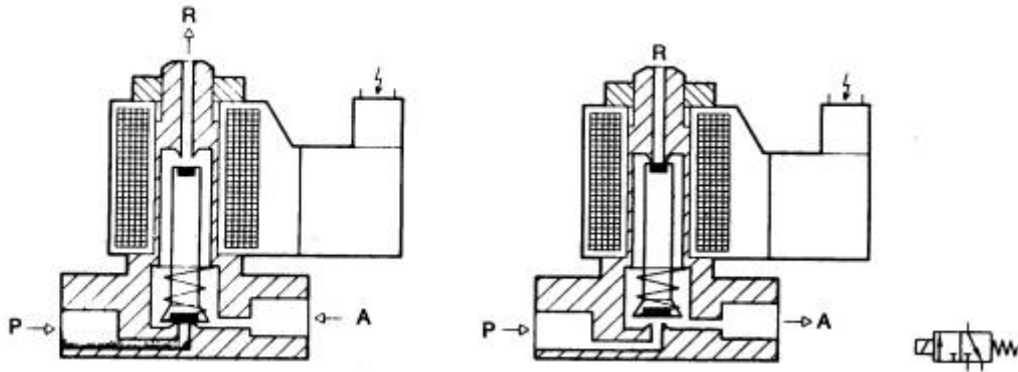


Fig. 1. 9 Válvula distribuidora 3/2 (de mando electromagnético) y su simbología

Al conectar el imán, el núcleo (inducido) es atraído hacia arriba venciendo la resistencia del muelle. Se unen los empalmes P y A. El núcleo obtura, con su parte trasera, la salida R. Al desconectar el electroimán, el muelle empuja al núcleo hasta su asiento inferior y cierra el paso de P hacia A. El aire de la tubería de trabajo A puede escapar entonces hacia R. Esta válvula tiene solapo; el tiempo de conexión es muy corto. Ver Fig. 1.9

Para reducir al mínimo el tamaño de los electroimanes, se utilizan válvulas de mando indirecto, que se componen de dos válvulas: Una válvula electromagnética de servopilotaje (3/2, de diámetro nominal pequeño) y una válvula principal, de mando neumático. [4]

1.4.7. Válvula distribuidora 3/2 (cerrada en posición de reposo)

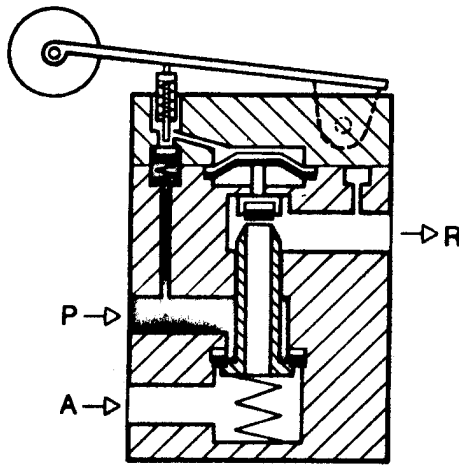


Fig. 1. 10 válvula servopilotada con accionamiento de rodillo

La válvula de servopilotaje está unida al empalme de presión (P) por medio de un taladro pequeño. Cuando se acciona el rodillo, se abre la válvula de servopilotaje. El aire comprimido circula hacia la membrana y hace descender el platillo de válvula.

La inversión se realiza en dos fases:

En primer lugar se cierra el conducto de A hacia R, y luego se abre el de P hacia A. La válvula se reposiciona al soltar el rodillo. Se cierra el paso de la tubería de presión hacia la membrana y se purga de aire. El muelle hace regresar el émbolo de mando de la válvula principal a su posición inicial. Esto se aprecia en la Fig. 1. 10.

Este tipo de válvula puede emplearse opcionalmente como válvula normalmente abierta o normalmente cerrada. Para ello sólo hay que permutar los empalmes P y R e invertir el cabezal de accionamiento 180°. [6]

1.4.8. Válvula de corredera longitudinal

El elemento de mando de esta válvula es un émbolo que realiza un desplazamiento longitudinal y une o separa al mismo tiempo los correspondientes conductos. La fuerza de accionamiento es reducida, porque no hay que vencer una resistencia de presión de aire o de muelle (como en el principio de bola o de junta de disco). Las válvulas de corredera longitudinal pueden accionarse manualmente o mediante medios mecánicos, eléctricos o neumáticos. Estos tipos de accionamiento también pueden emplearse para reposicionar la válvula a su posición inicial. La carrera es mucho mayor que en las válvulas de asiento plano. Esto se puede ver en la Fig. 1.11.

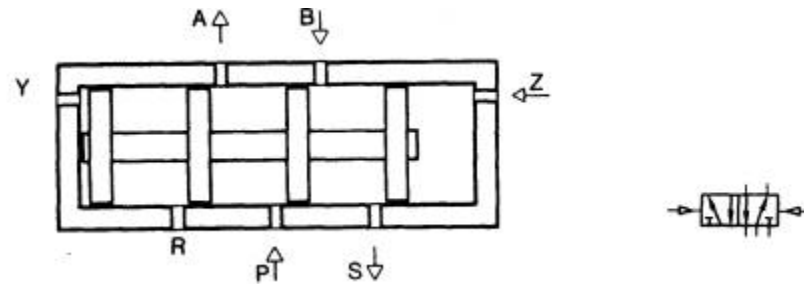


Fig. 1. 11 Válvula distribuidora 5/2 (principio de corredera longitudinal)

En la Fig. 1.12 se muestra una válvula sencilla de corredera longitudinal manual. Al desplazar el casquillo se unen los conductos de P hacia A y de A hacia R. Esta válvula, de concepción muy simple se emplea como válvula de cierre (válvula principal) delante de los equipos neumáticos. [11]

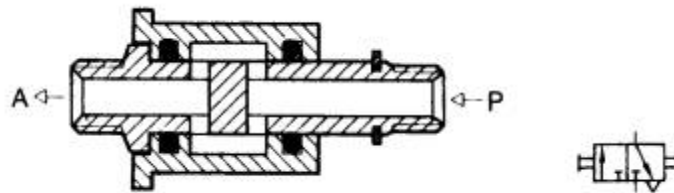


Fig. 1. 12 Válvula distribuidoras 3/2 corredera longitudinal manual

1.5. Elementos neumáticos de trabajo

La energía del aire comprimido se transforma por medio de cilindros en un movimiento lineal de vaivén, y mediante motores neumáticos, en movimiento de giro. [11]

1.5.1. Cilindros de simple efecto

Estos cilindros tienen una sola conexión de aire comprimido. No pueden realizar trabajos más que en un sentido. Se necesita aire sólo para un movimiento de traslación. El vástago retorna por el efecto de un muelle incorporado o de una fuerza externa.

El resorte incorporado se calcula de modo que haga regresar el émbolo a su posición inicial a una velocidad suficientemente grande. En los cilindros de simple efecto con muelle incorporado, como se muestra en la Fig.1.13 la longitud de éste limita la carrera. Por eso, estos cilindros no sobrepasan una carrera de unos 100 mm. se utilizan principalmente para sujetar, expulsar, apretar, levantar, alimentar, etc. [11]

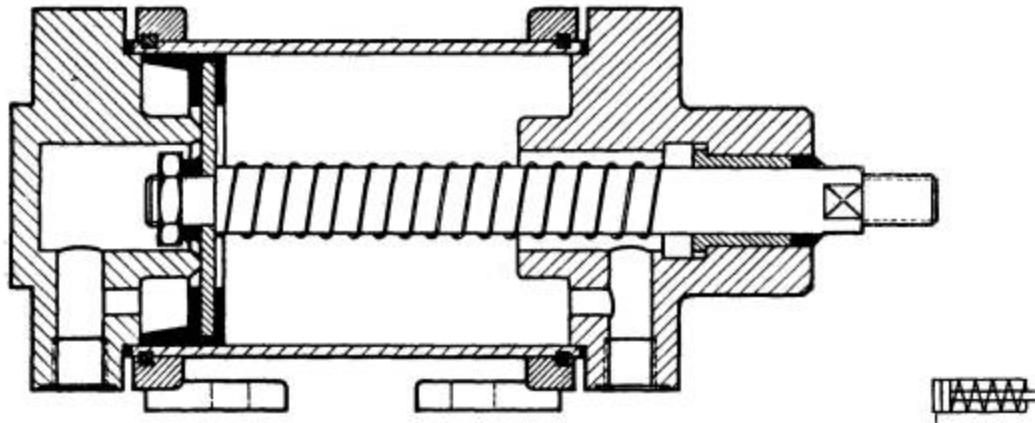


Fig. 1. 13 Cilindro de simple efecto y su símbolo

1.5.2. Cilindros de doble efecto

La fuerza ejercida por el aire comprimido anima al émbolo, en cilindros de doble efecto, a realizar un movimiento de traslación en los dos sentidos. Se dispone de una fuerza útil tanto en la ida como en el retorno. Ver Fig. 1.14

Los cilindros de doble efecto se emplean especialmente en los casos en que el émbolo tiene que realizar una misión también al retornar a su posición inicial. En principio, la carrera de los cilindros no está limitada, pero hay que tener en cuenta el pandeo y doblado que puede sufrir el vástago salido. También en este caso, sirven de empaquetadura los labios y émbolos de las membranas. [11]

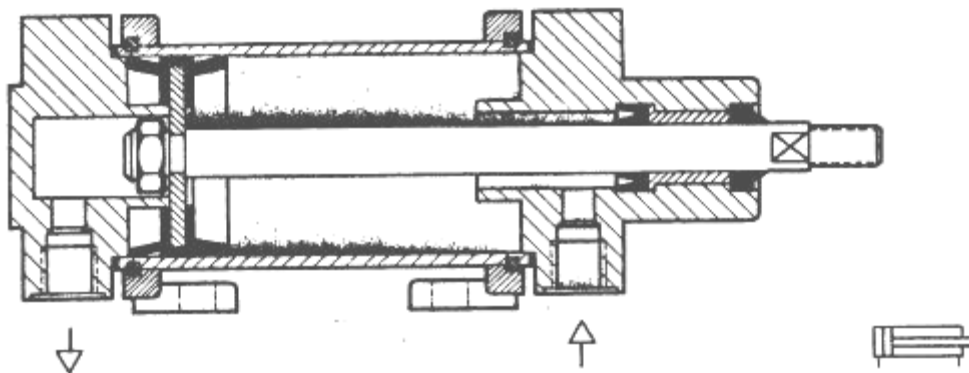


Fig. 1. 14 Cilindro de doble efecto y su símbolo

1.5.3. Cilindros con amortiguación interna

Cuando las masas que traslada un cilindro son grandes, al objeto de evitar un choque brusco y daños se utiliza un sistema de amortiguación que entra en acción momentos antes de alcanzar el final de la carrera. Antes de alcanzar la posición final, un émbolo amortiguador corta la salida directa del aire al exterior. En cambio, se dispone de una sección de escape muy pequeña, a menudo ajustable. Ver Fig. 1.15

El aire comprimido se comprime más en la última parte de la cámara del cilindro. La sobrepresión producida disminuye con el escape de aire a través de las válvulas antirretorno de estrangulación montada (sección de escape pequeña). El émbolo se desliza lentamente hasta su posición final. En el cambio de dirección del émbolo, el aire entra sin obstáculos en la cámara del cilindro por la válvula antirretorno. [11]

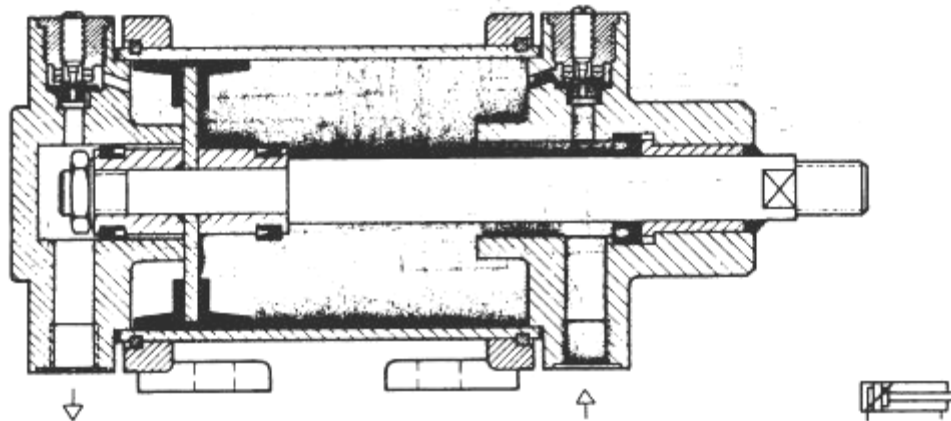


Fig. 1. 15 Cilindro con amortiguación interna y su símbolo

1.5.4. Cilindro de giro

En esta ejecución de cilindro de doble efecto, el vástago es una cremallera que acciona un piñón y transforma el movimiento lineal en un movimiento giratorio hacia la izquierda o hacia la derecha, según el sentido del émbolo. Los ángulos de giro corrientes pueden ser de 45°, 90°, 180°, 290° hasta 720°. Es posible determinar el margen de giro dentro del margen total por medio de un tornillo de ajuste. Ver Fig. 1.16.

El par de giro es función de la presión, de la superficie del émbolo y de la desmultiplicación. Los accionamientos de giro se emplean para voltear piezas, doblar tubos metálicos, regular acondicionadores de aire, accionar válvulas de cierre, válvulas de tapa, etc.

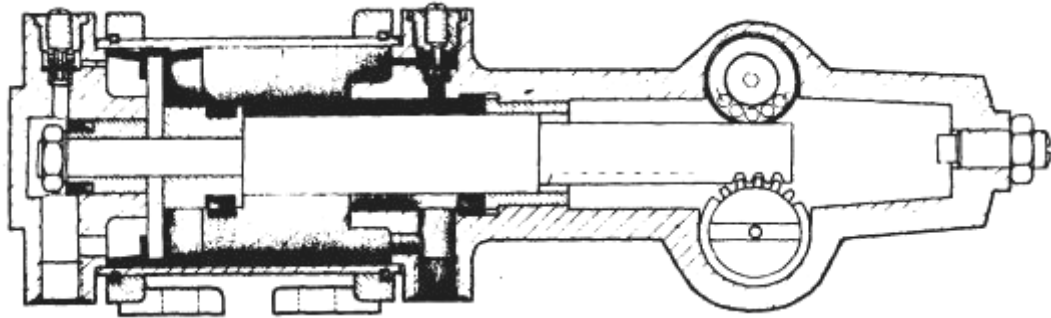


Fig. 1. 16 Cilindro de giro limitado

Como los cilindros de giro, éste también puede realizar un movimiento angular limitado, que rara vez sobrepasa los 300° . [13]

Capítulo 2. Fundamentos físicos y conceptos básicos sobre sensores

2.1. Introducción

Un sensor es un dispositivo para detectar y señalar una condición de cambio. Con frecuencia, una condición de cambio, se trata de la presencia o ausencia de un objeto o material (detección discreta). También puede ser una cantidad capaz de medirse, como un cambio de distancia, tamaño o color (detección analógica). Los sensores posibilitan la comunicación entre el mundo físico y los sistemas de medición y/o de control, tanto eléctricos como electrónicos, utilizándose extensivamente en todo tipo de procesos industriales y no industriales para propósitos de monitoreo, medición, control y procesamiento.

2.2. Cálculo de S_n

Al utilizar un sensor para una aplicación, se debe calcular una distancia de detección nominal y una distancia de detección efectiva. [Fundamentos de la detección de presencia, [12]

2.3. Distancia nominal de detección

La distancia de detección nominal corresponde a la distancia de operación para la que se ha diseñado un sensor, la cual se obtiene mediante criterios estandarizados en condiciones normales. [12]

2.4. Distancia efectiva de detección

La distancia de detección efectiva corresponde a la distancia de detección inicial (o de fábrica) del sensor que se logra en una aplicación instalada. Esta distancia se encuentra más o menos entre la distancia de detección nominal, que es la ideal, y la peor distancia de detección posible. [12]

Existen otros términos asociados al cálculo de la distancia nominal en los sensores los cuales son: histéresis, repetibilidad, frecuencia de conmutación y tiempo de respuesta.

2.4.1. Histéresis

La histéresis, o desplazamiento diferencial, es la diferencia entre los puntos de operación (conectado) y liberación (desconectado) cuando el objeto se aleja de la cara del sensor y se expresa como un porcentaje de la distancia de detección. Sin una histéresis suficiente, el sensor de proximidad se conecta y desconecta continuamente al aplicar una vibración excesiva al objeto o al sensor, aunque se puede ajustar mediante circuitos adicionales. [14]. Ver fig. 2.1.

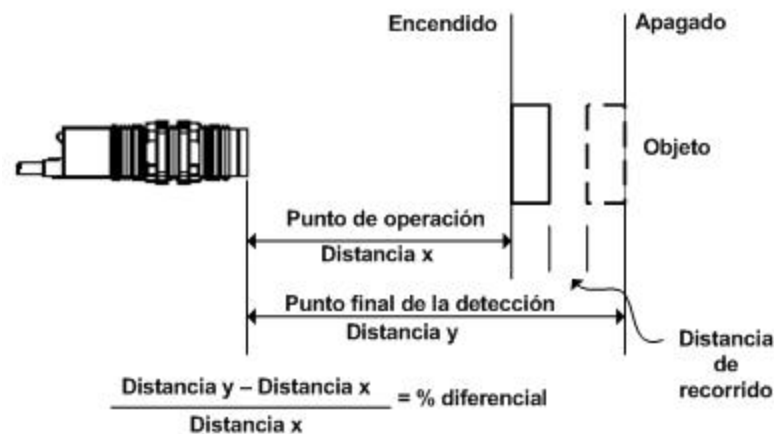


Fig. 2. 1 Histéresis

2.4.2. Repetibilidad

La repetibilidad es la capacidad de un sensor de detectar el mismo objeto a la misma distancia de detección nominal y se basa en una temperatura ambiental y voltaje eléctrico constantes. [14]. Ver fig. 2.2.

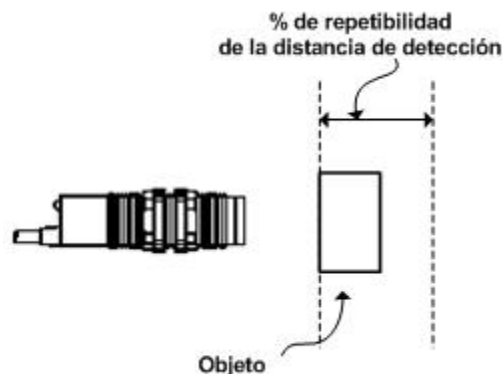


Fig. 2. 2 Repetibilidad

2.4.3. Frecuencia de conmutación

La frecuencia de conmutación corresponde a la cantidad de conmutaciones por segundo que se pueden alcanzar en condiciones normales. En términos más generales, es la velocidad relativa del sensor. [14]. Ver fig. 2.3.

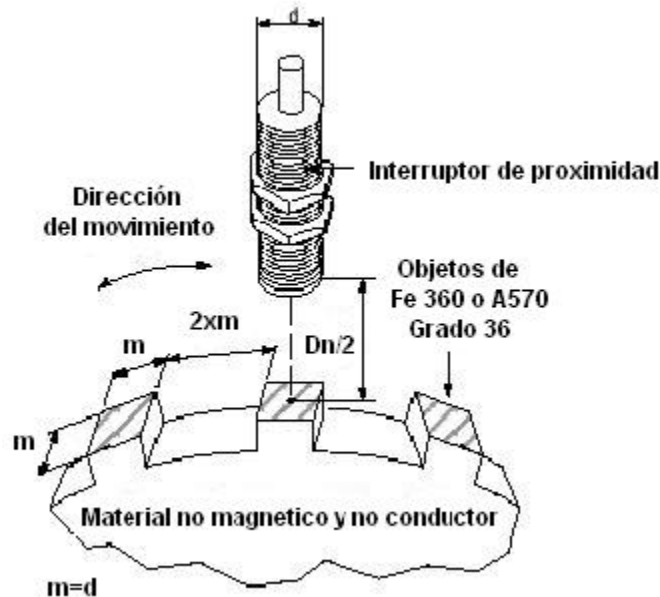


Fig. 2. 3 Frecuencia de conmutación

2.4.4. Tiempo de respuesta

El tiempo de respuesta de un sensor corresponde al tiempo que transcurre entre la detección de un objeto y el cambio de estado del dispositivo de salida (de encendido a apagado o de apagado a encendido). También es el tiempo que el dispositivo de salida tarda en cambiar de estado cuando el sensor ya no detecta el objeto. El tiempo de respuesta necesario para una aplicación específica se establece en función del tamaño del objeto y la velocidad a la que éste pasa ante el sensor. [14]

2.5. Sensores inductivos

Los sensores inductivos tienen una distancia máxima de accionamiento, que depende en gran medida del área de la cabeza sensora (bobina o electrodo), por ello a mayor diámetro, mayor distancia máxima; en relación a la distancia real de accionamiento S_n dependerá de la temperatura ambiente y de la tensión nominal y se sitúa dentro del $\pm 10\%$ de la distancia nominal S_n .

Los sensores inductivos poseen una zona activa próxima a la sección extrema del inductor, que está estandarizada por normas para distintos metales. Esta zona activa define la distancia máxima de captación o conmutación S_n . La distancia útil de trabajo suele tomarse como de un 90% de la de captación: $S_u = 0.9 \times S_n$.

La técnica actual permite tener un alcance de hasta unos 100 mm. en acero. El alcance real debe tomarse en cuenta, cuando se emplea el mismo sensor en otros materiales. Ejemplo: Para el acero inoxidable debe considerarse un 80% de factor de corrección, para el aluminio un 30 % y para el cobre un 25%.

La distancia de operación también depende si el sensor es blindado o no. Los sensores blindados están contruidos con un anillo de protección alrededor del núcleo. Este tipo de sensor concentra el campo electromagnético en la parte delantera de la cara frontal del sensor. En los sensores inductivos no blindados no existe el anillo metálico alrededor, por lo tanto, el campo no está concentrado sobre la parte delantera del sensor, estas configuraciones permiten un 50% más de rango de sensado que en un sensor blindado del mismo tamaño. Los sensores de proximidad inductivos que se observan en la fig. 2.4 son detectores de posición electrónicos, que dan una señal de salida sin contacto mecánico directo, estos sensores detectan todo tipo de objetos metálicos. [5]



Fig. 2. 4 Sensores inductivos

2.5.1. Principio físico de funcionamiento:

En todo conductor en el que circula una corriente eléctrica se genera un campo magnético alrededor de éste (fig. 2.5). Al colocar un material ferromagnético cerca del campo magnético, las líneas de flujo se intensifican y provocan un aumento en el consumo de corriente (fig. 2.6). Esta variación de corriente puede ser detectada por un circuito de disparo, dando como resultado la emisión de la señal en valor de voltaje. [15]

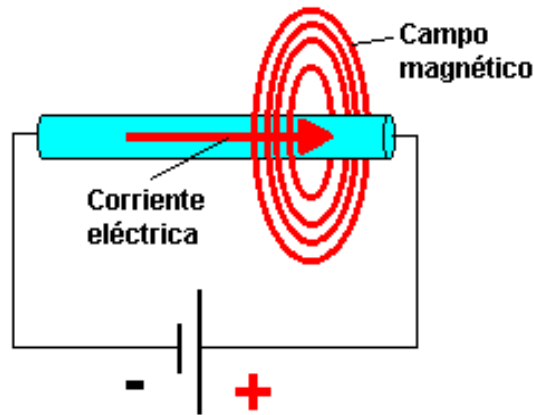


Fig. 2. 5 Sensor inductivo sin detectar material metálico

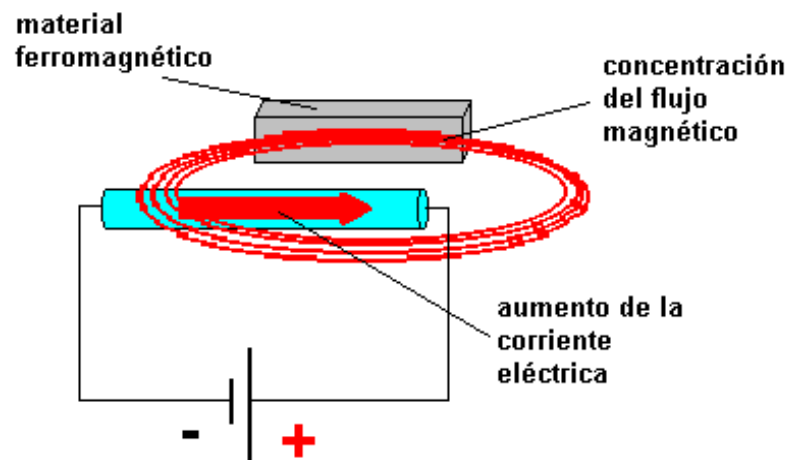


Fig. 2. 6 Principio de funcionamiento de sensor inductivo detectando material

La figura 2.7 muestra la secuencia a bloques de detección de un sensor inductivo de proximidad:

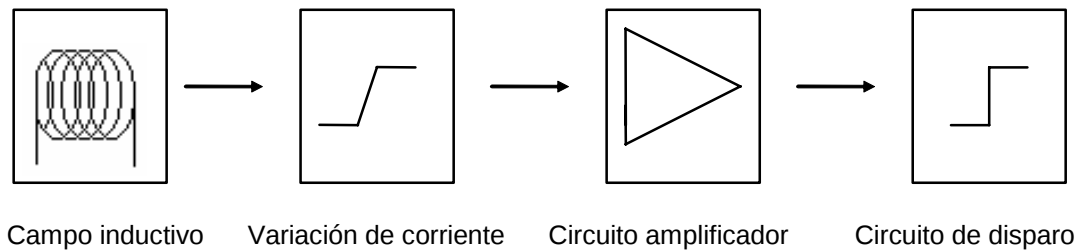


Fig. 2. 7 Principio de funcionamiento de sensor inductivo

Estos sensores pueden influenciarse mutuamente al montarse muy próximos, según sean las condiciones de utilización. Para reducir esta influencia a un mínimo debería mantenerse entre ellos una distancia mínima equivalente al diámetro del detector. [15]

En la tabla 2.1 se muestra las ventajas y desventajas de los sensores inductivos [14]

Tabla 2.1) Ventajas y desventajas del sensor inductivo	
Ventajas	Desventajas
• No entran en contacto directo con el objeto a detectar • No se desgastan • Tienen un tiempo de reacción muy reducido • Tiempo de vida largo e independiente del número de detecciones • Son insensibles al polvo y a la humedad • Incluyen indicadores de led de estado	• Solo detectan la presencia de objetos metálicos • Pueden verse afectados por campos electromagnéticos intensos • El margen de operación es mas corto en comparación con otros sensores

2.5.2. Aplicaciones:

Estos sensores se desempeñan en las condiciones de trabajo más difíciles donde hay presente aceites, líquidos, polvos y vibraciones, entre algunas que se mencionan están: herramientas, máquinas textiles, líneas transportadoras, sistema de transporte, equipos de empaques, industria automotriz, etc. [10]

2.6. Sensores capacitivos

Los sensores capacitivos al igual que los inductivos tienen una distancia máxima de accionamiento, que depende en gran medida del área de la cabeza sensora (bobina o electrodo), por ello a mayor diámetro, mayor distancia máxima.

2.6.1. Principio de funcionamiento:

Consta de una sonda situada en la parte posterior de la cara del sensor el cual es una placa condensadora. Al aplicar corriente al sensor, se genera un campo electrostático que reacciona a los cambios de la capacitancia causados por la presencia de un objeto. Cuando el objeto se encuentra fuera del campo electrostático, el oscilador permanece inactivo, pero cuando el objeto se aproxima, se desarrolla un acoplamiento capacitivo entre éste y la sonda capacitiva. Cuando la capacitancia alcanza un límite especificado, el oscilador se activa, lo cual dispara el circuito de encendido y apagado. [15]

2.6.2. Zona activa

Poseen una zona activa próxima a la sección extrema similar a los inductivos, que define la distancia máxima de captación o conmutación S_m . La distancia útil de trabajo suele tomarse como de un 90% de la de captación. [14]

En la tabla 2.2 se muestra las ventajas y desventajas de los sensores capacitivos [14]

Tabla 2.2) Ventajas y desventajas del sensor capacitivo

Ventajas	Desventajas
• Detectan objetos metálicos y no metálicos, así como líquidos y sólidos • Pueden ver a través de ciertos materiales • Tienen una larga vida útil • Disponen de muchas configuraciones de montaje	• Distancia de detección corta • Son muy sensibles a factores ambientales: La humedad en climas costeros o lluviosos pueden afectar el resultado de la detección • No son selectivos con respecto al objeto detectado: Es esencial controlar que es lo que se aproxima al sensor

2.6.3. Aplicaciones

Detección de nivel de aceite, agua, PVC, colorantes, harina, azúcar, leche en polvo, posicionamiento de cintas transportadoras, detección de bobinas de papel, conteo de piezas metálicas y no metálicas, entre otros. (fig. 2.8) [10]

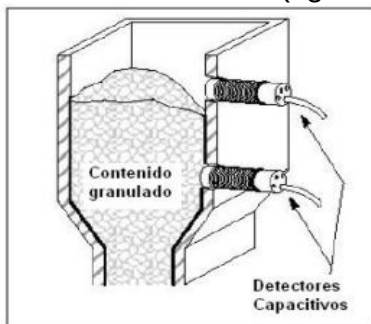


Fig. 2. 8 Detección de nivel

2.7. Sensores fotoeléctricos

En los sensores fotoeléctricos u ópticos, tienen como función principal la detección de todo tipo de objetos independientemente de la distancia, ellos son generalmente utilizados como detectores de posición.

El principio de funcionamiento esta basado en la generación de un haz luminoso por parte de un fotoemisor, que se proyecta bien por un fotorreceptor, o bien sobre un dispositivo reflectante. (Ver fig. 2.9) La interrupción o reflexión del haz por parte del objeto a detectar, provoca el cambio de estado de la salida de la fotocélula.

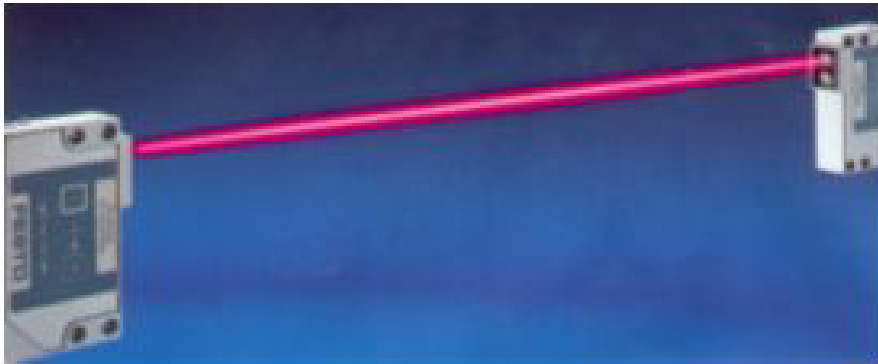


Fig. 2. 9 Principio de funcionamiento de sensor óptico

Existen cuatro tipos de sensores ópticos, los cuales se agrupan según el tipo de detección, estos son: de barrera, reflex, autoreflex y de fibra óptica. [12]

2.7.1. Sensores de barrera.

Cuando existe un receptor y un emisor apuntados uno al otro. (Ver fig. 2.10) Tiene este método el más alto rango de detección (hasta unos 60 m).

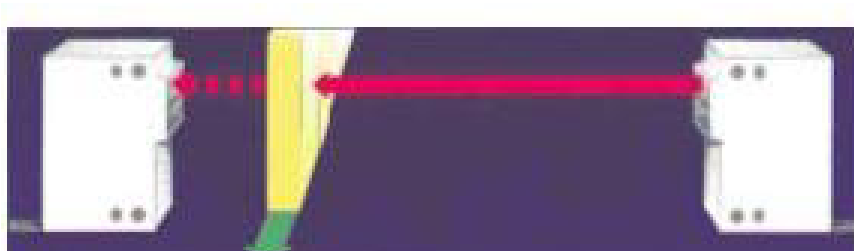


Fig. 2. 10 Sensor de barrera

2.7.2. Sensores reflex.

Cuando la luz es reflejada por un reflector especial cuya particularidad es que devuelve la luz en el mismo ángulo que la recibe (9 m de alcance). Ver fig. 2.11



Fig. 2. 11 Sensores reflex

2.7.3. Sensores auto reflex.

Cuando el emisor tiene un lente que polariza la luz en un sentido y el receptor otro que la recibe mediante un lente con polarización a 90° del primero. (Ver fig. 2.12) Con esto, el control no responde a objetos muy brillantes que pueden reflejar la señal emitida (5m de alcance).



Fig. 2. 12 Sensores auto reflex

2.7.4. Sensores de fibra óptica.

En este tipo, el emisor y receptor están interconstruïdos en una caja que puede estar a varios metros del objeto a sensar. (Ver fig. 2.13) Para la detección emplean los cables de fibra óptica por donde circulan los haces de luz emitido y recibido. La mayor ventaja de estos sensores es el pequeño volumen o espacio ocupado en el área de detección.

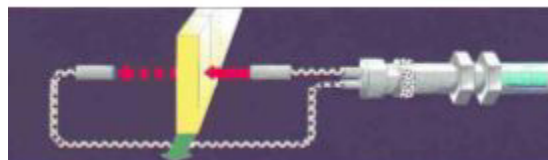


Fig. 2. 13 Sensores de fibra óptica

2.7.5. Ventajas y desventajas de los sensores fotoeléctricos

Las ventajas y desventajas de los sensores fotoeléctricos varían de acuerdo a su configuración, estas se muestran en las tablas 2.3, 2.4, 2.5. [14]

Tabla 2.3) Ventajas y desventajas del sistema de barrera

Ventajas	Desventajas
• Elevado margen para ambientes contaminados • Largo alcance • Detección muy precisa y reproducibilidad elevada • Quizá el mas adecuado al usar objetos muy reflectivos	• Muy costoso ya que requiere que el emisor y el receptor estén separados, además del cableado adicional • No es capaz de detectar de objetos transparentes, solo objetos opacos • La alineación es importante

Tabla 2.4) Ventajas y desventajas del sistema reflex

Ventajas	Desventajas
• Distancia de detección moderada • Más económico que el sistema de barrera • Fácil instalación	• Menor alcance de detección que el sistema de barrera • Menor margen • Es capaz de detectar reflejos indeseables de objetos brillantes

Tabla 2.5) Ventajas y desventajas del sistema auto reflex

Ventajas	Desventajas
• No es necesario un reflector • Fácil alineación • Detección de todo tipo de objetos (opacos, brillantes o transparentes)	• Difícil de aplicar si el fondo que hay detrás del objeto es suficientemente reflectivo y está cerca del objeto • Corto alcance

2.7.6. Aplicaciones:

Detección de piezas, detección de nivel, detección de objetos pequeños, conteo de piezas, detección de objetos brillantes, detección de objetos oscuros, detección de personas. En las figuras 2.14 y 2.15 se muestran algunas de las aplicaciones donde intervienen los sensores fotoeléctricos. [10]

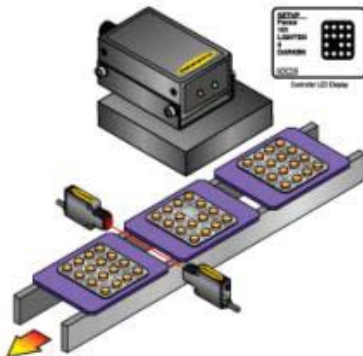


Fig. 2. 14 Detección de ausencia de pastillas

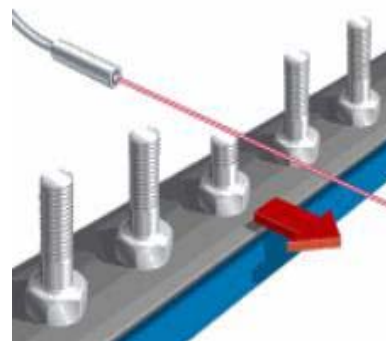


Fig. 2. 15 Detección de piezas defectuosas

2.8. Sensores ultrasónicos

Los sensores ultrasónicos tienen como función principal la detección de objetos a través de la emisión y reflexión de ondas acústicas. Físicamente se pueden observar en la fig. 2.16 [8]



Fig. 2. 16 Sensores ultrasónicos

2.8.1. Zona ciega

Los sensores ultrasónicos tienen una zona ciega inherente ubicada en la cara de detección. El tamaño de la zona ciega depende de la frecuencia del transductor. Los objetos ubicados dentro de la zona ciega no se pueden detectar de manera confiable. Ver fig. 2.17

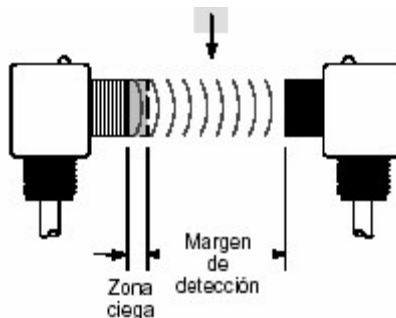


Fig. 2. 17 Zona ciega de un sensor ultrasónico

La técnica actual permite la fabricación de estos sensores con un rango de detección desde 100 mm. hasta 6000 mm. con una exactitud de 0.05%.

El principio de funcionamiento del sensor ultrasónico es igual que el sistema de sonar usado por los submarinos. Emiten un pulso ultrasónico contra el objeto a sensar y, al detectar el pulso reflejado, se para a un contador de tiempo que inicio su conteo a emitir el pulso. Este tiempo es referido a distancia y de acuerdo con los parámetros elegidos de respuesta con ello manda una señal eléctrica digital o analógica. Ver fig. 2.18 [8]

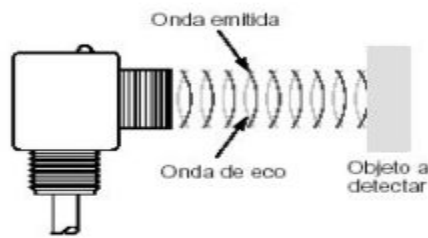


Fig. 2. 18 Funcionamiento de sensor ultrasónico

2.8.2. Consideraciones sobre el objeto

Se deben tener en cuenta ciertas características de los objetos cuando se usan sensores ultrasónicos. Estas incluyen la forma, el material, la temperatura, el tamaño y la posición del objeto, ya que de ellas dependen que éste devuelva el eco más fuerte posible.

La forma ideal del objeto es una superficie lisa y plana. También pueden detectarse objetos redondos o dispares pero se reducirán las distancias de detección y/o los voltajes de salida analógica. Los materiales suaves tales como telas o caucho esponjoso son difíciles de detectar por la tecnología ultrasónica difusa porque no refleja el sonido adecuadamente.

En la tabla 2.6 se puede observar las ventajas y desventajas de utilizar los sensores ultrasónicos. [14]

Tabla 2.6) Ventajas y desventajas de sensores ultrasónicos

Ventajas	Desventajas
• Detectan con seguridad objetos a grandes distancias • Los objetos a detectar pueden ser sólidos, líquidos o en forma de polvo • El material a detectar puede ser transparente • No necesitan el ambiente limpio requerido por los sensores fotoeléctricos • Posibilidad de aplicaciones al aire libre	• El objeto a detectar tiene que estar dispuesto en forma perpendicular al eje de propagación • Son lentos • Son más caros que los ópticos

2.8.3. Aplicaciones:

Instalaciones de almacenamiento, sistema de transporte, industria de la alimentación, procesos de metales, procesos de vidrio, procesos de plásticos, supervisión de materiales a granel. En la fig. 2.19 se muestra un proceso en donde se detecta por medio de dos sensores ultrasónicos, tornillos mal ajustados. [10]



Fig. 2. 19 Detección de tornillos mal ajustados con sensor ultrasónico

Capítulo 3. Ensamble, resultados y conclusiones

3.1. Partes y materiales.

Para el armado de la banda transportadora, se utilizaron partes en desuso de una máquina copiadora. La Fig. 3.1 muestra algunas partes de una copiadora inoperable, promoviendo así, el reciclado de piezas y la reducción de costos por adquisición de piezas nuevas.



Fig. 3. 1 Piezas de copiadora desarmada

3.1.1. Motor

Se empezó por revisar los motores, conectándolos a una fuente de 24V. Ver Fig. 3.2 Al revisar se encontraron 3 en buenas condiciones de funcionamiento. Los motores encontrados trabajan a 24 V, este es un parámetro que permite conectar motores y ser conectados directamente al Controlador Lógico Programable, el cual maneja una señal de salida de 24V.

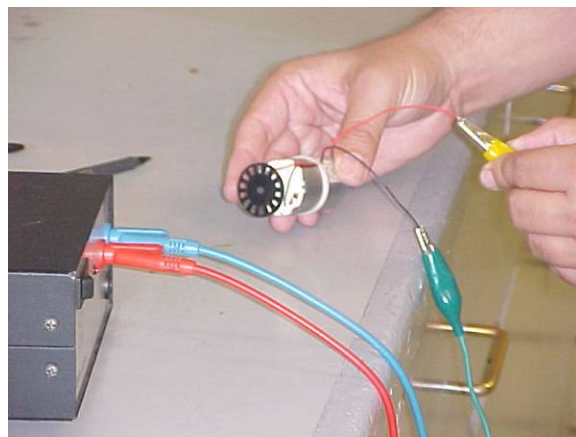


Fig. 3. 2 Motor eléctrico

Para poder regular la velocidad del motor se maneja un potenciómetro, muy similar al que manejan las guitarras eléctricas con el propósito de controlar la intensidad del volumen, y un arreglo de 3 resistencias conectadas a él, pues el potenciómetro no disminuye completamente la velocidad que se requiere para el control de las posibles bandas alternas, utilizadas en el desvío de piezas. Ver Fig. 3.3 y Fig. 3.4.



Fig. 3. 3 Resistencias



Fig. 3. 4 Potenciómetro

Se adquirieron resistencias y potenciómetro con el propósito de regular el motor, una vez obtenido este material se procedió a buscar el necesario para la elaboración de los rodillos de transmisión, éstos se conectan al engrane del motor para que transmitan el movimiento a la banda utilizada.

El rodillo fue elaborado con material sobrante del laboratorio de máquinas herramientas. Fue careado, para que estuviera completamente recto, se cilindró la pieza de tal modo que se le removió el exceso de material así como el óxido que tenía alrededor del mismo. Ver Fig. 3.5 y Fig. 3.6.



Fig. 3. 5 Careado de pieza.

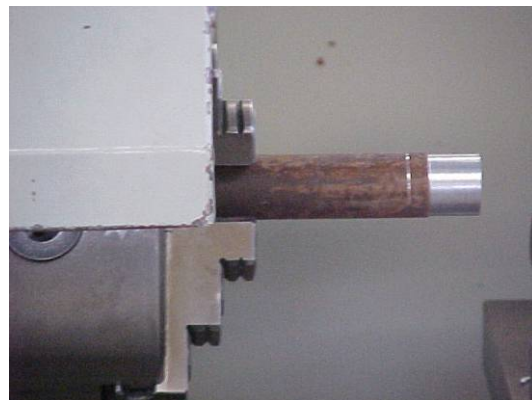


Fig. 3. 6 Cilindrado de pieza.

Obtenida la pieza con el acabado, se realizó un barrenado con la finalidad de dejar un orificio para lograr el ensamble con la transmisión del motor eléctrico. El barrenado se realizó en tres etapas: broca de centro # 5, broca de 1/8" y broca de 25/64". Ver Fig. 3.7.

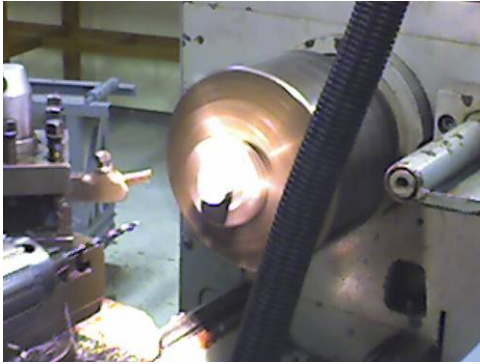


Fig. 3. 7 a) Barrenado con broca de centro # 5



Fig. 3. 7 b) Barrenado con broca de 1/8"

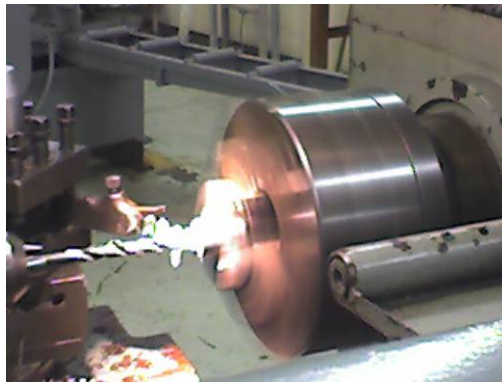


Fig. 3. 7 c) Barrenado con broca de 25/64"

Después de procedió a tronzar la pieza, que es el momento en que se corta el material con el buril, se volteó la pieza para carearla por el otro lado y se procedió a biselarla para quitar los filos. El resultado final se conoce como buje tapón y se muestra en la Fig. 3.8.



Fig. 3. 8 Pieza terminada

3.1.2. Banda transportadora

La banda transportadora constituye un sistema mecanizado para transporte de materiales. En su forma más elemental, consiste en una banda que recibe su tracción mediante rodillos especiales los cuales a su vez son conducidos por motorreductores (en este caso se utilizó un engrane de mayor diámetro). La banda es fabricada, según su aplicación, con materiales y dimensiones diferentes y sirve directamente para transportar los materiales.

La dimensión de la banda transportadora para el fin que requerido es de 3" x 42" vulcanizada sin fin. El primer valor especifica el ancho de banda y el segundo valor el largo antes de unirlo; esto quiere decir que el largo efectivo es de 21 pulgadas y si se considera que el rodillo que se utilizó es de 1" de diámetro quedó un largo de banda efectivo de 20". Esta fue adquirida en el negocio de "Juntas Industriales de Noroeste S.A. de C.V." Ver Fig. 3.9.



Fig. 3. 9 Banda transportadora

Algunas de las características de la banda son:

- Fácil mantenimiento
- Capacidad de 10Kg. de peso
- Vulcanizada

La vulcanización es recomendable debido a que se utilizan sensores de proximidad, y algunos sensores detectan metales, por lo tanto no se recomienda el engrapado de la banda si no la unión por medio de calor y presión.

En la fig. 3.10 se aprecia el proceso de final de la vulcanización.



Fig. 3.10 Vulcanizado

La banda transportadora consiste en una plancha o lámina soportada entre dos perfiles que conforman la estructura del conveyor. La banda se desliza sobre la lámina soportando y transportando directamente los materiales. El transportador de banda sobre lámina es una buena alternativa para el transporte de grandes mezclas de pequeños productos que no necesariamente van empacados. Resulta a su vez una alternativa más económica que la banda sobre rodillos, pues éstos se, sustituyen por una simple lámina que sirve de soporte para la banda. Normalmente se utiliza este sistema en tramos relativamente cortos y con cargas de liviano a mediano peso debido a la excesiva fricción que pueda generarse entre la banda y la lámina. Ver fig. 3.11.

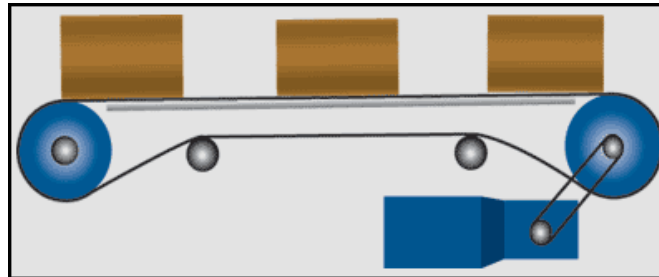


Fig. 3.11 Sistema ensamblado

3.1.3. Armado de estructura para banda transportadora

Para que la banda pueda estar bien sujeta se hizo una estructura en forma de escalera. Esto se puede apreciar en la fig. 3.12



Fig. 3.12 Armado de estructura para banda transportadora

Las piezas en su mayoría son de aluminio. A diferencia de todo lo que se utilizó, el aluminio se tuvo que conseguir en Alvisa. Estamos hablando de las piezas planas.

Las piezas cilíndricas, también de aluminio, se consiguieron en establecimientos donde se reciclan metales (yonques).

La forma de la placa de aluminio se le logró con la ayuda de la máquina de control numérico, quedando como se muestra en la figura 3.13



Fig. 3. 13 Placa de aluminio maquinada

Para poder unir las dos placas ya elaboradas, se maquinaron en el torno las piezas cilíndricas, hasta que se obtuvieron las medidas correspondientes a las perforaciones de las placas de aluminio hechas en la máquina de control numérico. Ver fig. 3.14



Fig. 3. 14 Piezas cilíndricas de unión

Al momento de colocar la banda y para evitar que quede desalineada, se adaptó un sistema de resortes. Esto se puede ver en la fig. 3.15. Los resortes se unieron a un elemento tensor (ver fig. 3.16) y al rodillo moleteado (ver fig. 3.18).



Fig. 3. 15 resortes



Fig. 3. 16 Elemento tensor

En la placa lateral se diseñó una adaptación la cual se denominó placa estabilizadora, esta ayudó a unir el sistema tensor con la placa. Como se puede observar en la fig. 3.17, ésta tiene un orificio en forma de ojo chino, lo que le da margen al resorte para buscar en esa distancia la estabilidad de la banda. También se puede observar que se adapta el rodillo para poder tensar la banda.



Fig. 3. 17 Placa estabilizadora

Al estar haciendo las pruebas de movimiento de la banda, se observó que los rodillos no lograban moverla de manera uniforme, es decir la banda patinaba. Se tuvo que moletear (ver fig. 3.18) los rodillos de los extremos de la banda para que ellos provocaran un efecto de adhesión entre la banda y el rodillo y se lograra el efecto de deslizamiento de la banda transportadora..



Fig. 3. 18 Rodillo moleteado

3.1.4. Ensamble final

Después de tener todos los componentes, se realizó el ensamble quedando como se muestra a continuación en la fig. 3.19.



Fig. 3. 19 Estructura de banda transportadora

y con la banda ya incorporada quedó como se muestra en la fig. 3.20



Fig. 3. 20 Sistema de banda transportadora

Una vez que la banda estuvo armada, se procedió al ensamble del motor.

3.1.5. Motor y accesorios para ensamble

Se estuvieron manejando varios motores, hasta que consiguió uno que incluía transmisión, potencia necesaria para lograr mover la banda y que funcionara a 24v, punto importante para que se pueda utilizar y conectarse directamente con un PLC. Este motor se puede observar en la fig. 3.21.



Fig. 3. 21 motor

Se consiguió un ángulo de aluminio para poder hacer una base, la cual se maquinó en el taller de máquinas herramientas con una fresadora, y junto con una adaptación cilíndrica torneada en el mismo laboratorio, se logró obtener la interfase entre motor y banda.



Fig. 3. 22 Angulo y adaptación cilíndrica

Después de obtenidas las piezas maquinadas, se ensamblaron al motor de 24v., quedando como se muestra en la fig. 3.23 y 3.24.



Fig. 3. 23 Motor con ángulo maquinado

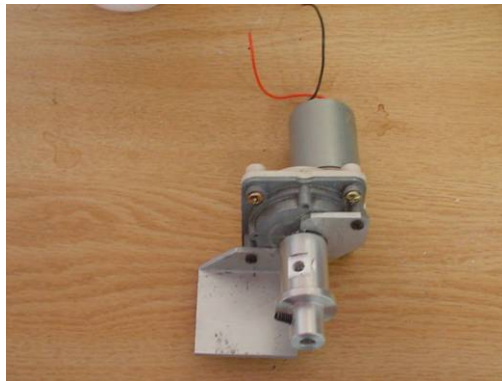


Fig. 3. 24 Adaptación cilíndrica acoplado a motor de 24v.

3.1.6. Motor y banda transportadora

El motor se adaptó a la banda y quedó como se muestra en la fig. 3.25

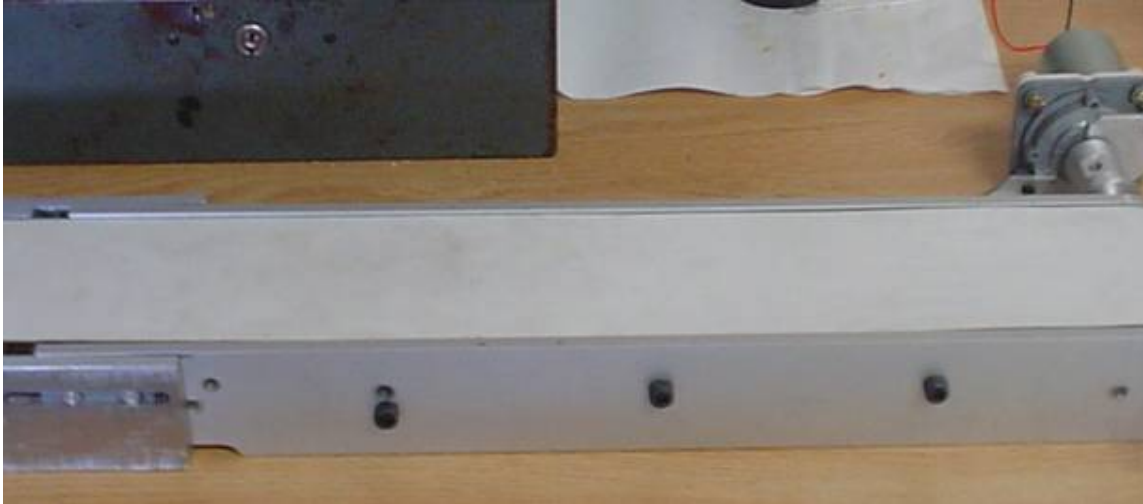


Fig. 3. 25 Motor adaptado a banda transportadora

3.1.7. Elementos de control y potencia

3.1.7.1. Actuadores

Los actuadores utilizados pertenecieron a un sistema de posicionamiento neumático, con esto se busca que el sistema de actuadores, al igual que los motores, fuesen reciclados, lo anterior con la finalidad de fomentar en los alumnos el reciclado de piezas en buenas condiciones.

Los actuadores que se encontraron son de doble efecto, estos tienen la cualidad de realizar el trabajo en ambos sentidos (de avance y retroceso) Ver fig. 3.26.

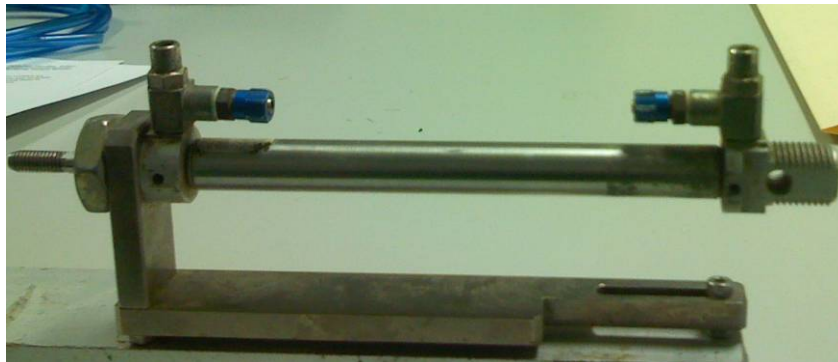


Fig. 3. 26 Actuador neumático

El ensamble de los actuadores se realizó colocándolos a un costado de la banda transportadora, con la finalidad de que puedan manipular los elementos que estén sobre ella a una posición deseada, se aprovechó la velocidad de la banda y un diseño especial sobre el vástago del cilindro para lograr esta condición. Este elemento podrá desviar de la ruta principal el componente que esté sobre la banda transportadora. El desvío será programado por medio de un sistema de rieles o por medio de un controlador lógico programable según el desarrollo de la práctica.

La etapa de señales de entrada puede ser por medio de botones o sensores de proximidad, ver fig. 3.27 y 3.28.

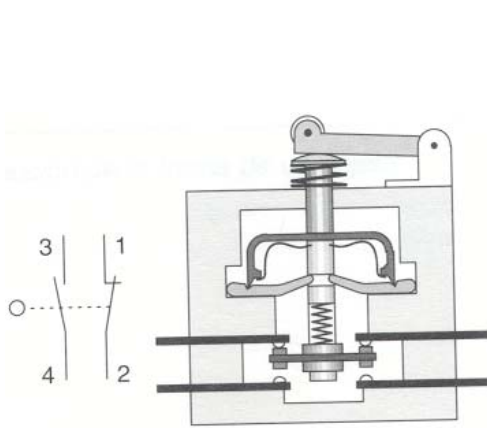


Fig. 3.27 Interruptor conmutable

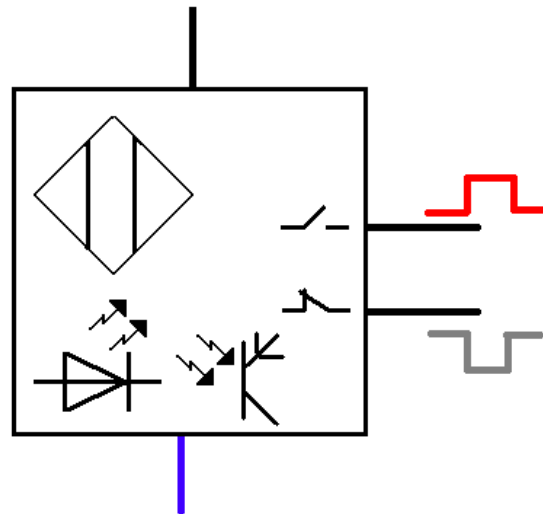


Fig. 3.28 Simbología de un sensor de proximidad

La etapa de control se puede manejar por medio de un arreglo lógico de relevadores o por medio de un controlador lógico programable, fig. 3.29 y 3.30.

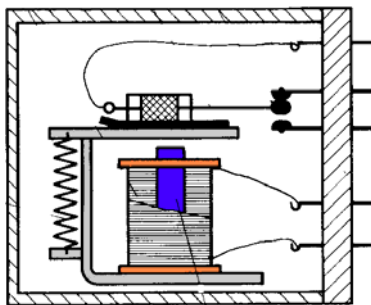


Fig. 3.29 Relevador

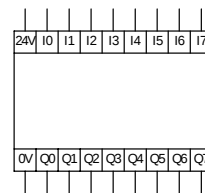


Fig. 3.30 Controlador Lógico Programable (PLC)

En la etapa de potencia se utilizaron electroválvulas monoestables (éstas dan movimiento a los actuadores giratorios con giro limitado), indicadores luminosos e indicador acústico. (ver fig. 3.31, 3.32 y 3.33)

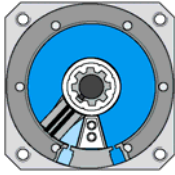


Fig. 3.31 Actuator giratorio



Fig. 3.32 Indicador acústico

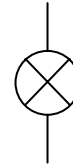


Fig. 3.33 Indicador Luminoso

3.1.7.2. Válvulas

Las válvulas que se utilizaron, son dispositivos reutilizables, de tal modo que no se ocupó gran presupuesto para la realización de este parte del proyecto. Estas válvulas trabajan a 24v por lo que no se requiere una interfase entre el control de salida del PLC con el sistema eléctrico de potencia. En la figura 3.34 se muestra una válvula 3/2 con accionamiento eléctrico y regreso por resorte donde se pueden observar los cables que salen de la bobina. Estos cables son los que se conectaron al controlador lógico programable.



Fig. 3.34 Válvula electroneumática

3.1.8. Ensamble final.

El ensamble de los elementos de entrada, control y salida se muestra en la siguiente figura (fig. 3.35). De manera que el material que sea transportado sobre la banda será desviado, siempre y cuando, esto haya sido lo programado en la etapa de control, etapa que será realizada por el participante de la práctica.

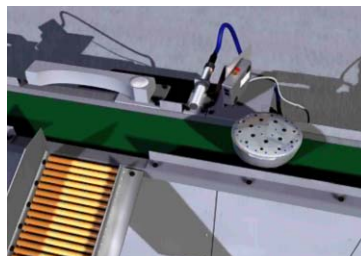


Fig. 3.35 Croquis de situación

3.2.Práctica propuesta

El ejercicio propuesto consiste de dos etapas: una etapa previa de familiarización con el conexionamiento de sensores que tiene los siguientes elementos: descripción, objetivos didácticos, lista de elementos, circuito de control, circuito eléctrico y en algunos casos observaciones (3.2.1); y una etapa de desarrollo de práctica que consiste en: introducción, objetivo, fundamento, procedimiento (equipo y material de apoyo), desarrollo de la práctica, y reporte de resultados y conclusiones (3.2.2). Debido a que el sistema es muy flexible, éste ayuda al participante a realizar diferentes configuraciones de armado, no sin antes denotar algunas reglas de seguridad.

3.2.1.Ejercicio propuesto

Objetivo

El alumno aprenderá las características de conmutación de un sensor inductivo de proximidad.

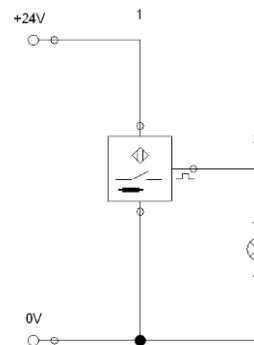
Descripción del problema

En una banda transportadora, se usan contenedores de metal para el transporte de las partes de ensamble. La posición de dichos contenedores en la estación individual se define por medio de un sensor inductivo. Esta disponible una selección de contenedores fabricados con diferentes materiales. Se examinara el efecto que tienen los diferentes materiales sobre la respuesta de conmutación para la selección del contenedor adecuado.

Lista de elementos

Sensor inductivo 1
Objeto de prueba 3
Indicador luminoso 1

Diagrama del circuito eléctrico



Comprendiendo el conexionamiento del sensor, el participante puede pasar a la puesta en marcha del circuito que se propone en el anexo de este trabajo.

Advertencia

La alimentación eléctrica debe activarse solo después de que se han realizado todas las conexiones y se han verificado perfectamente. Después de completar el ejercicio, debe desactivarse la corriente, antes de que sean desconectados los componentes.

3.2.2. Práctica propuesta

	UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA FACULTAD DE INGENIERÍA (UNIDAD MEXICALI) DOCUMENTO DEL SISTEMA DE CALIDAD
Formatos para prácticas de laboratorio	

CARRERA	PLAN DE ESTUDIO	CLAVE ASIGNATURA	NOMBRE DE LA ASIGNATURA
Ing. Industrial			Sistemas modernos de manufactura
PRÁCTICA No.	LABORATORIO DE	Mecánica	DURACIÓN (HORA)
7	NOMBRE DE LA PRÁCTICA	Clasificación con sensores de proximidad	

1. INTRODUCCIÓN

En esta práctica se evalúan todos los conocimientos teóricos y prácticos adquiridos por el alumno durante el semestre, utilizando equipos neumáticos, electroneumáticos, sensores y PLC's llegando así a una puesta en marcha.

2. OBJETIVO (COMPETENCIA)

Reforzar el conocimiento adquirido por el alumno durante el semestre.

- Manejo de PLC
- Electroválvulas
- Sensores de proximidad
- Actuadores neumáticos
- Utilización de metodología de programación con PLC's mediante diagrama de escalera

3. FUNDAMENTO

Existen dos metodologías para la solución de problemas en sistemas automatizados. Estas son de acuerdo al tipo de problemas:

1. Combinatorios

En los problemas combinatorios, como su nombre lo indica, se tienen que manejar varias combinaciones en las señales de entrada, con el fin de obtener como resultado se obtenga una, o varias, señal de salida deseada.

2. Secuenciales

En los problemas secuenciales, como su nombre lo indica, se tienen que manejar varias señales de entrada en secuencia, utilizando una ecuación de movimiento, de modo que cada variable depende de que la condición anterior se cumpla para ser cumplida.

Interpretación:

1. Si se tiene un problema con las siguientes características:

Entradas			Salidas		
A	B	C	X	Y	Z
1	0	0	1		
1	1	0		1	
1	1	1			1

Este se interpreta de la siguiente manera:

- Para obtener la salida X se requiere que la señal de entrada A esté activa, en tanto B y C estén inactivas.
- Para obtener la salida Y se requiere que la señal de entrada A y B estén activas, en tanto C este inactiva.
- Para obtener la salida Z se requiere que las señales de entrada A, B y C estén activas.

Lo cual nos indica que este es un problema de tipo combinatorio.

2. Si se tiene un problema con las siguientes características:

$$A + B + A - B -$$

Este se interpreta de la siguiente manera:

Siendo que: el signo + representa avance y el signo – representa retroceso, y cada letra representa un elemento de trabajo, se tienen los siguientes movimientos secuenciales:

- Cilindro A avanza
- Cilindro B avanza (cumplida la etapa anterior)
- Cilindro A retrocede (cumplida la etapa anterior)
- Cilindro B retrocede (cumplida la etapa anterior)

Lo cual nos indica que este es un problema de tipo secuencial.

4. PROCEDIMIENTO (DESCRIPCIÓN)**A) EQUIPO NECESARIO MATERIAL DE APOYO**

Equipo necesario	Material de apoyo
Equipo Modular Didáctico Flexible Fuente de 24V Electroválvulas 3/2 vías Cilindros de doble efecto giratorios Sensor de proximidad inductivo Sensor de proximidad capacitivo Sensor de proximidad óptico Sensor de proximidad láser Cables eléctricos PLC Interruptores NA Computadora Cable de comunicación serial	Pizarrón Plumón Borrador Software de Simulación Laptop Proyector

B) DESARROLLO DE LA PRÁCTICA

El sistema realizará la función “Separar piezas de diferente tipo de material”, como se representa en la tabla a continuación:

Entradas			Salidas		
Si	Sc	So	C1	C2	L1
0	1	1	1		
0	1	0		1	
1	1	1			1

Donde:

Si = Sensor de proximidad inductivo

Sc = Sensor de proximidad capacitivo

So = Sensor de proximidad óptico

C1 y C2 = Cilindro de doble efecto giratorio

La logística recomendada de la práctica es:

- Identificar la función de la estación
- Identificar los elementos de entrada y salida
- Definir direcciones de entradas y salidas del PLC
- Realizar un esquema de circuito

Si	ENTRADA	PLC	SALIDA	C1
Sc				C2
So				L1
Laser				Motor

- Realizar un programa en lenguaje de PLC
 - o Verificar sintaxis
 - o Descargar programa
 - o Poner en modo de ejecución
 - o Poner programa “en línea”
 - o Ejecutar programa
- Realizar simulación del programa en base a la tabla de verdad
- Realizar la puesta en marcha construyendo el sistema

C) CÁLCULOS Y REPORTE

1. Correr rutinas en la estación
2. Entregar reporte de practica

5. RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Esta parte es realizada por el alumno

6. ANEXOS

7. REFERENCIAS

3.3. Capítulo 4. Resultados y conclusiones

3.3.1. Resultados

Como resultado del desarrollo de este prototipo se obtuvo un sistema que permite tanto la configuración de diferentes opciones de armado como la configuración de diferentes de prácticas. Se destaca dentro de los resultados la aceptación del sistema como un apoyo didáctico a los alumnos, ya que al aplicar una serie de encuestas de apreciación entre alumnos de la facultad de diferentes carreras de Ingeniería (ver anexos) se obtuvieron los siguientes resultados de aceptación:

1. Instalación del equipo: 91%
2. Adaptabilidad a los temas teóricos: 95%
3. Facilidad de manejo (instrucciones) del sistema: 96%
4. Comprensión de los conceptos mediante el uso del sistema: 97%
5. Claridad de diagramas de conexiónamiento del sistema: 94%
6. Claridad de los conceptos: 98%
7. Aplicación de control eléctrico en el desarrollo de la práctica: 96%
8. Aplicación de equipo didáctico para la comprensión de los temas: 98%
9. Aceptación en comparación a equipos existentes: 94%
10. Facilita el equipo la puesta en marcha del mismo: 99%

3.3.2. Conclusión

El equipo modular didáctico flexible es el resultado del ingenio de usar equipo y material en desuso (reciclado) con esto se demuestra que si se puede construir los equipos que sean necesarios en el laboratorio de mecánica, al menos que se requiera algo con especificaciones y características especiales que estén fuera del alcance. En este caso se tuvo que comprar la banda y actuadores giratorios que fue únicamente el gasto fuerte que se tuvo realizar.

Una banda transportadora con las dimensiones del equipo modular tiene un costo en el mercado de \$13,000.00 MN., el desarrollo este prototipo tuvo como resultado un ahorro del 80% de la inversión que en el mercado actual implicaría el adquirir este sistema. Una más de las ventajas que este prototipo representa consiste en la capacidad que tiene para aplicarle diferentes configuraciones. La flexibilidad de arreglos que los componentes de entradas y salidas brindan aunados a los sensores, electroválvulas, interruptores y motor que utilizan solo 24V son la pauta para la utilización y programación del PLC con un sinfín de opciones.

La cantidad de configuraciones que se pueden lograr con el equipo modular están limitadas únicamente por la imaginación que tenga el participante.

Se puede lograr desarrollar equipo didáctico con los recursos e infraestructura con los que se cuenta en la actualidad en el laboratorio, sin requerir de gran recurso económico, solo es necesario utilizar el recurso principal del ser humano y académico:

la voluntad de hacer las cosas.

3.3.3. Trabajo a futuro

Este equipo modular didáctico flexible es el inicio de varios sistemas didácticos que se pueden construir en las instalaciones del laboratorio, los cuales puedan trabajar de manera independiente o acoplarse al ya existente.

Cualquier PLC que se tenga conectado a este sistema podrá tener configuraciones diferentes lo que le permitirá comunicarse con otros tipos de protocolo, ampliando de esta manera grandemente las posibilidades de establecer un sistema más amplio y complejo.

La dificultad técnica para realizar la configuración de control que permita la comunicación entre cada una de las unidades didácticas implica el uso de diferentes tipos y modelos de PLCs. El canal que se puede abrir para dar solución a esta adversidad es el fieldbus (bus de campo), un proyecto en vías de desarrollo para aumentar la capacidad a nivel didáctico del equipo modular.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Ingeniería de la automatización industrial, 2da. Edición ampliada y actualizada, Ramón Piedrahita Moreno, 2004.
- [2] Historia de la automatización de almacenes
El éxito de KNAPP.
- [3] http://www.knapp.com/unternehmen/index.php?seite=http://www.knapp.com/unternehmen/220_ESP_HTML.htm Septiembre 2006.
- [4] Problemas y soluciones para la adecuada gestión logística y de almacenes.
<http://www.improven.com> Septiembre 2006.
- [5] Automatización neumática y electroneumática, Salvador Millán Teja, 1998.
- [6] Automatización de procesos industriales, Emilio García Romero, Alfa omega, 2001.
- [7] Cálculo y diseño de circuitos en aplicaciones neumáticas, Salvador Millán Teja, 1998.
- [8] Dispositivos neumáticos, W. Deppert/K. Stoll, 1990.
- [9] Mecatrónica, sistema de control electrónico en ingeniería mecánica y eléctrica, W. Bolton Alfa omega, 2001.
- [10] Neumática, 5ª Ed. Antonio Serrano Nicolás, 1996.
- [11] Automatización y control de practicas de laboratorio, Dante Jorge Dorantes Gonzalez, 2004.
- [12] Circuitos neumáticos, eléctricos e hidráulicos, Ramón Farrando Boix, 1982.
- [13] Control electroneumático y electrónico, J. Hyde, J. Regue, A. Cuspinera, 1997.
- [14] Calculo y diseño de circuitos en aplicaciones neumáticas, Salvador Millán, 1998
- [15] Fundamentos de la detección de presencia, Rockwell automation/Allen-bradley, Moisés Manzano Herrera, 2004.
- [16] Electroneumática, W. Deppert, 1990.
- [17] ¿Cómo hacer una encuesta?, Víctor Larios Osorio, 2001

ANEXO A1

Relación de costos de desarrollo del prototipo, precios en pesos MN.

Banda	\$150.00
Elementos de fijación	\$100.00
Motor	\$0.00
Sensor capacitivo	\$0.00
Sensor inductivo	\$0.00
Sensor óptico	\$0.00
Sensor láser	\$0.00
Electroválvulas	\$0.00
Maquinado en torno	\$0.00
Maquinado en fresadora	\$0.00
Maquinado en CNC	\$0.00
Potenciómetro	\$0.00
Interruptores	\$0.00
Actuadores giratorios	\$2400.00
Aluminio	\$200.00
Indicador acústico	\$0.00
Indicador luminoso	\$0.00
Total	\$2850.00

ANEXO A2

Preguntas de la encuesta



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

FACULTAD DE INGENIERÍA

UNIDAD MEXICALI

ENCUESTA SOBRE EL SERVICIO DEL LABORATORIO

Carrera: _____

EN EL CUADRO COLOCAR EL VALOR QUE CONSIDERES, DESDE EL 10 HASTA EL 0, DONDE EL 10 ES EXCELENTE Y 0 PESIMO.

1. ¿Cómo consideras la instalación del equipo?
2. ¿La practica esta de acuerdo a los temas que se vieron en clase?
3. ¿Cómo consideras las instrucciones, son suficientemente claras para llevar la practica?
4. ¿Se logra comprender el uso de los sensores de proximidad?
5. El trazado del esquema del circuito electroneumático, eléctrico y montaje del equipo es:
6. El conocimiento de neumática para el desarrollo de la practica es:
7. La aplicación de control eléctrico en el desarrollo de la practica es:
8. ¿Cómo consideras la aplicación del equipo didáctico
9. ¿Cómo consideras el funcionamiento del equipo utilizado en el laboratorio?
10. ¿Se logra el objetivo de llegar a la puesta en marcha?

ANEXO A3

Resultado de encuestas

Preguntas	Industrial	Mecánica	Mecatrónica	Promedio
1	89%	91%	93%	91%
2	92%	95%	100%	95%
3	93%	95%	100%	96%
4	95%	96%	100%	97%
5	92%	92%	97%	94%
6	96%	96%	100%	98%
7	95%	95%	97%	96%
8	95%	99%	100%	98%
9	95%	95%	90%	94%
10	99%	99%	100%	99%

